



FÍSICA

2ª EDIÇÃO - 2017

Agradecimentos

Em primeiro lugar, meu agradecimento especial e minha consideração a dois professores extraordinários – aqueles que me levaram a gostar de ensinar com excelência – Dometildes Tinoco e Euzébio Cidade. (Olá, Mamãe e Papai!)

Um agradecimento sincero aos meus queridos alunos e a excelente e dedicada equipe de professores da Cadeira de Física, liderada pelo Professor Alexandre, profissional ímpar, e que reúne as qualidades de um verdadeiro líder. Coordena com esmero a cadeira de exatas do Curso Cidade, com seu trabalho de incomensurável valor pedagógico reconhecido pela Direção do Curso, pela equipe que coordena e pelos demais alunos que já se prepararam em nosso Curso. Agradeço também ao prestativo colaborador de todas as horas e inestimável amigo Prof. Jonnhy, que procedeu a atualização dos conteúdos para o corrente ano. Um agradecimento especial a Laura Maciel pela coordenação da equipe de TI que executou excelente trabalho de formatação e diagramação deste material.

Finalizando um agradecimento muito especial aos professores André Luiz e Felício Mourão, que com dedicação e competência auxiliaram na confecção desta apostila de história que apresenta 20 questões por subtópico, além das questões cobradas nos últimos concursos. Questões necessárias e fundamentais para um adestramento simples, rápido e eficaz para o concurso da EsFCEx.

Esperamos que você utilize esta obra, exercitando com atenção cada item apresentado e pesquisando na bibliografia àqueles que apresentaram maior grau de dificuldade. Traga para a aula as dúvidas das questões cuja resposta não esteja de acordo com seu conhecimento ou envie-as por e-mail para seu professor.

Aceite nossa companhia nesta viagem de treinamento Rumo à EsFCEx.

Bons Estudos !!

Luiz Cidade

Diretor

Prezado aluno do Curso de Física

O conhecimento, o entendimento e o perfeito domínio da Física, em suas diversas muitas vertentes, são ferramentas essenciais para o sucesso em qualquer concurso – especialmente no âmbito da carreira militar, com provas cada dia mais seletivas que abordam diversas particularidades e singularidades da nossa Física.

Tendo em vista, essencial e prioritariamente, o sucesso de seus alunos, o Curso Cidade, por intermédio de sua equipe da Cadeira de História, apresenta este material. Confeccionado a partir de um sólido embasamento teórico, calcado na Bibliografia do concurso. A presente apostila traz cerca de mil exercícios gabaritados, com o intuito de fortalecer e solidificar a teoria aprendida em sala, trabalhada na apostila e praticada nos simulados semanais, cujo objetivo é ajudar a pensar com fluidez a nossa história, sem recorrer a estratégias mnemônicas ineficazes e ideias generalizadas, desprovidas de lógica.

Aproveite! O material é seu: faça um ótimo uso dele!

Temos certeza de que aquele que se dedicar com afinco à resolução das questões aqui apresentadas irá melhorar sobremaneira o seu desempenho nos exames vindouros. Nosso principal objetivo, com este material, é contribuir para melhorar o desempenho de todo candidato que, de fato, queira aprender.

Estamos aqui torcendo e trabalhando pelo seu sucesso!

Bom trabalho e bom estudo!

Equipe de História do Brasil

E Q U I P E

Diretor Geral

Luiz Alberto Tinoco Cidade

Diretora Executiva

Clara Marisa May

Diretor de Artes

Fabiano Rangel Cidade

Coordenação Geral dos Cursos Preparatórios

Profº Luiz Alberto Tinoco Cidade

Coordenação dos Cursos de Idiomas EAD

Profº Dr. Daniel Soares Filho

Secretaria

Evelin Drunoski Mache

Suporte

Laura Maciel Cruz

Jefferson de Araújo

Geraldo Luís da Silva Júnior

Editoração Gráfica

Edilva de Lima do Nascimento

Fonoaudióloga e Psicopedagoga

Mariana Ramos – CRFa 12482-RJ/T-DF

Assessoria Jurídica

Luiza May Schmitz – OAB/DF – 24.164

Assessoria de Línguas Estrangeiras

Cleide Thieves (Poliglota-EEUU)

João Jorge Gonçalves (Poliglota-Europa)

Equipe de Professores

Professores dos Idiomas

Luiz Cidade – Espanhol

Maristella Mattos Silva – Espanhol (EAD)

Monike Cidade – Espanhol (EAD)

Genildo da Silva – Espanhol

Leonardo dos Santos – Espanhol

Diego Fernandes – Espanhol

Rita de Cássia de Deus Vindo - Inglês

Márcia Mattos da Silva – Francês (EAD)

Marcos Henrique – Francês

Professores dos Concursos

Drº Adriano Andrade – Geografia do Brasil

Gibrailto Soares - Geografia do Brasil (EAD)

Drº Daniel Soares Filho – Espanhol (EAD)

Drª Simone Tostes – Inglês (EAD)

Edson Antonio S. Gomes – Administração de Empresas

Tomé de Souza – Administração de Empresas (EAD)

Sormany Fernandes – História do Brasil

Djalma Augusto – História do Brasil

André Luís Gonçalves – História

Felício Mourão Freire – História Geral (EAD)

Albert Iglésias – Língua Portuguesa e Literatura

Valber Freitas Santos – Gramática, Redação e Literatura (EAD)

Alexandre Santos de Oliveira – Direito

Lúcio dos Santos Ferreira – Direito

Emerson Marques Lima – Direito

Ms Edson da Costa Rodrigues – Ciências Contábeis

Genilson Vaz Silva Sousa – Ciências Contábeis

Paulo Augusto Moreira – Ciências Contábeis

Anderson Silva de Aguiar – Ciências Contábeis

Jorge Basílio – Matemática Financeira

Ricardo Sant'Ana – Informática

Cláudio Lobo – Informática

Eliel Martins – Informática

Cintia Lobo César – Enfermagem

Elaine Moretto – Enfermagem (EAD)

Conteúdo	
AULA 01 - INTRODUÇÃO À FÍSICA	11
EXERCÍCIOS	12
AULA 02 - MOVIMENTO UNIFORME.....	13
<i>Velocidade de um móvel.....</i>	13
<i>Movimento Uniforme</i>	14
EXERCÍCIOS	16
AULA 03 - MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO - MUV	19
<i>Aceleração Escalar Média.....</i>	19
<i>Aceleração Escalar Instantânea.....</i>	19
EXERCÍCIOS	21
AULA 04 - MOVIMENTO VERTICAL.....	27
EXERCÍCIOS	28
AULA 05 - LANÇAMENTOS.....	30
<i>Lançamento Horizontal</i>	30
<i>Lançamento Oblíquo</i>	30
EXERCÍCIOS	32
AULA 06 - VETORES.....	36
EXERCÍCIOS	38
AULA 07 - MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME.....	40
EXERCÍCIOS	42
AULA 08 - COMPOSIÇÃO DE MOVIMENTOS	44
EXERCÍCIOS	45
AULA 09 - LEIS DE NEWTON.....	46
1ª Lei de Newton: Lei da Inércia.....	46
2ª Lei de Newton: Princípio Fundamental da Dinâmica	46
3ª Lei de Newton: Lei da ação e reação.	46
EXERCÍCIOS	49
AULA 10 - FORÇAS DE ATRITO	55
EXERCÍCIOS	57
AULA 11 - TRABALHO E ENERGIA MECÂNICA.....	61
<i>Trabalho de uma Força</i>	61
<i>Conservação da Energia Mecânica</i>	62

Teorema Trabalho – Energia Cinética	63
EXERCÍCIOS	64
AULA 12 - IMPULSO E MOVIMENTO LINEAR.....	70
Quantidade de Movimento.....	70
EXERCÍCIOS	72
AULA 13 - GRAVITAÇÃO.....	76
Leis de Kepler	76
1ª Lei de Kepler: Lei das órbitas	77
2ª Lei de Kepler: Lei das Áreas	77
3ª Lei de Kepler: Lei dos Períodos	77
Lei da Gravitação Universal	77
Corpos em órbita.....	78
EXERCÍCIOS	79
AULA 14 - ESTÁTICA.....	82
Estática de um Ponto Material	82
Estática de um Corpo Extenso.....	82
EXERCÍCIOS	84
AULA 15 - HIDROSTÁTICA.....	90
Pressão.....	90
Densidade e Massa Específica.....	90
Pressão de uma Coluna de Líquido.....	90
Teorema de Stevin.....	90
Princípio de Pascal.....	91
Teorema de Arquimedes.....	91
EXERCÍCIOS	93
AULA 16 - TERMOMETRIA	101
Escalas Termométricas.....	101
EXERCÍCIOS	102
AULA 17 - CALORIMETRIA	105
Princípio das Trocas de Calor	105
Curvas de Aquecimento.....	105
EXERCÍCIOS	107
AULA 18 - DILATAÇÃO.....	110

<i>Dilatação de Sólidos</i>	110
<i>Dilatação de Líquidos</i>	110
EXERCÍCIOS.....	112
AULA 19 - PROPAGAÇÃO DE CALOR	114
<i>Diagrama de fases</i>	114
EXERCÍCIOS.....	116
AULA 20 - ESTUDO DOS GASES	120
EXERCÍCIOS.....	122
AULA 21 - TERMODINÂMICA	125
EXERCÍCIOS.....	129
AULA 22 - PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA	134
<i>Reflexão</i>	134
<i>Refração</i>	134
<i>Absorção</i>	135
<i>Difração</i>	135
<i>Sombra e Penumbra</i>	135
<i>Câmara escura</i>	135
<i>Cor de um corpo</i>	136
EXERCÍCIOS.....	137
AULA 23 - ESPELHOS PLANOS	139
<i>Campo Visual</i>	139
<i>Associação de espelhos</i>	140
EXERCÍCIOS.....	141
AULA 24 - ESPELHOS ESFÉRICOS	143
<i>Análise Geométrica de Imagens</i>	143
<i>Leis de Reflexão dos espelhos esféricos</i>	143
<i>Construção geométrica de imagens</i>	144
<i>Estudo Analítico</i>	145
EXERCÍCIOS.....	147
AULA 25 - ÍNDICE DE REFRAÇÃO	149
EXERCÍCIOS.....	151
AULA 26 - LENTES ESFÉRICAS	155
<i>Elementos Geométricos das Lentes Esféricas</i>	155

Estudo Analítico	155
Fórmula dos Fabricantes de Lentes	156
Vergência:	156
EXERCÍCIOS	157
AULA 27 - ÓPTICA DA VISÃO	159
Miopia	159
Hipermetropia	160
Presbiopia	160
Astigmatismo	160
EXERCÍCIOS	161
AULA 28 - MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES	163
EXERCÍCIOS	166
AULA 29 - ONDAS	168
Ondas Periódicas	169
EXERCÍCIOS	171
AULA 30 - INTERFERÊNCIA DAS ONDAS	175
Propriedades das Ondas	175
Princípio da Superposição	175
Ondas Estacionárias	175
EXERCÍCIOS	178
AULA 31 - SOM	180
Ondas Sonoras	180
Qualidades do Som	180
Propriedades do Som	181
Ondas em Cordas e Tubos	182
EXERCÍCIOS	184
AULA 32 - CARGA ELÉTRICA	188
Processos de eletrização	188
EXERCÍCIOS	190
FIS 33 FORÇA ELÉTRICA	191
Lei de Coulomb	191
EXERCÍCIOS	192
AULA 34 - CAMPO ELÉTRICO	195
Campo Elétrico Uniforme - CEU	196

EXERCÍCIOS.....	198
AULA 35 - POTENCIAL ELÉTRICO.....	199
EXERCÍCIOS.....	202
AULA 36 - CAPACITORES.....	205
Associação em Série de Capacitores.....	205
Associação em Paralelo de Capacitores.....	206
Condutores em Equilíbrio.....	206
Condutores Esféricos.....	206
EXERCÍCIOS.....	208
AULA 37 - CORRENTE ELÉTRICA.....	211
Circuitos Elétricos.....	211
EXERCÍCIOS.....	213
AULA 38 - RESISTÊNCIA ELÉTRICA.....	215
Associação de Resistores.....	216
EXERCÍCIOS.....	218
AULA 39 - GERADORES ELÉTRICOS.....	223
Associação de Geradores.....	223
Receptores Elétricos.....	224
Instrumentos de Medidas Elétricas.....	224
Leis de Kirchhoff.....	225
EXERCÍCIOS.....	226
FIS 40 MAGNETISMO.....	228
Fio Retilíneo Longo.....	230
Espira Circular.....	230
Bobina Circular.....	230
Solenóide.....	230
EXERCÍCIOS.....	232
AULA 41 - FORÇA MAGNÉTICA.....	236
Força Magnética em um fio imerso em um Campo Magnético.....	237
Partícula penetrando em uma região de campo magnético uniforme.....	237
Força Magnética entre dois fios paralelos.....	238
EXERCÍCIOS.....	240
AULA 42 - INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA.....	243

Transformadores	244
EXERCÍCIOS	247
AULA 43 – TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA.....	249
O átomo de Bohr.....	249
O efeito fotoelétrico.....	251
A Teoria da Relatividade.....	253
EXERCÍCIOS	256
GABARITOS.....	258

CURSO CIDADE - ESPCEX

AULA 01 - INTRODUÇÃO À FÍSICA

A física é uma ciência exata, que estuda os fenômenos da natureza procurando explicá-los matematicamente, de modo que possamos tentar entender e prever eventos futuros. Basicamente o que se faz na física é **medir grandezas**. Uma grandeza é qualquer coisa que possa ser medida. Por exemplo: a altura de uma pessoa pode ser medida – portanto, altura é uma grandeza.

Existem grandezas que ficam bem explicadas somente dizendo o seu valor e sua unidade. Tais grandezas são ditas **escalares**. Por exemplo, a massa de uma pessoa pode ser expressa somente por 75 kg.

Outras grandezas não ficam bem descritas somente com o seu valor e uma unidade. Tais grandezas são ditas **vetoriais**, e para serem bem definidas, necessitam ainda de uma direção e sentido especificados. Exemplo: um homem caminhou 100 km na direção norte – sul, com sentido para o sul.

Uma mesma grandeza pode ser expressa em diversas unidades, por exemplo: o comprimento de uma estrada pode ser dado em quilômetros, metros, centímetros... Para estabelecer um padrão de referência quanto às unidades, foi criado o Sistema Internacional de unidades, o S.I. Esse sistema estabelece as unidades padrão para as principais grandezas na física. Todas as demais grandezas possuem unidades secundárias que derivam das unidades principais. O SI estabelece as seguintes unidades:

Grandeza	Unidade	Símbolo
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	Kg
Tempo	Segundo	s

Às vezes, a unidade escolhida para descrever determinada grandeza é muito pequena ou muito grande comparada com o que

se pretende medir. Quando isso acontece, utilizamos os prefixos, que são símbolos que representam uma quantidade expressa por uma potência de base dez.

Os prefixos mais usados são os seguintes:

Prefixo	Ordem n da potência 10^n	Símbolo
Giga	9	G
Mega	6	M
Quilo	3	K
centi	-2	c
mili	-3	m
micro	-6	μ
nano	-9	n

Ex. 1 – Efetue as seguintes conversões:

a) 4h em segundos:

Para converter 4h em segundos podemos usar diretamente uma regra de três da seguinte forma:

$$1\text{h} - 60\text{ min}$$

$$4\text{h} - x\text{ min}$$

$$\text{Assim, } x \cdot 1 = 60 \cdot 4 \Rightarrow x = 240\text{ min.}$$

Repetindo agora para segundos, temos:

$$1\text{ min} - 60\text{ s}$$

$$240\text{ min} - y\text{ s}$$

$$\text{E portanto } y = 60 \cdot 240 = 14.400\text{ s.}$$

Poderíamos ter feito o mesmo exemplo de maneira mais direta, apenas trocando a unidade pelo respectivo valor:

$$4\text{ h} = 4 \cdot 60\text{ min} = 4 \cdot 60 \cdot 60\text{ s} = 14.400\text{ s.}$$

b) 72 km/h em m/s:

Vamos realizar esta conversão substituindo os respectivos valores de unidades. Assim temos:

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \times 1000 \frac{\text{m}}{\text{h}} = 72 \times 1000 \frac{\text{m}}{3600\text{ s}} = 72 \times$$

$$\frac{1 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} = 20 \text{ m/s}$$

Note que na prática, dividimos o valor 72 por 3,6. A regra geral é:

Para converter de km/h para m/s, divida-se o valor por 3,6. Para passar de m/s para km/h, multiplicamos o valor por 3,6.

Para expressarmos números muito grandes ou muito pequenos, frequentemente usamos a **notação científica**, que consiste em expressar o número através de uma potência de 10. Na notação científica o número a ser expresso deve conter apenas uma casa antes da vírgula e diferente de zero, multiplicado pela potência de 10 associada, comumente chamada de ordem de grandeza.

$$N = c \times 10^n$$

Aqui o valor c deve ser um número expresso por meio de um decimal maior ou igual a 1 e menor que 10 e a ordem da potência n deve ser um número inteiro. A potência de dez associada ao número expresso em notação científica é chamada de ordem de grandeza, e deve seguir a seguinte regra:

Quando $c \geq 3,16$, a ordem de grandeza de N será 10^{n+1} .

Quando $c < 3,16$, a ordem de grandeza de N será 10^n .

O número 3,16 é o valor utilizado como limite de aproximação pois se refere ao ponto médio do intervalo 10^0 e 10^1 ou seja é igual a $10^{0,5}$.

Vejamos um exemplo:

Ex. 2 – Expresse os valores em notação científica:

- a) $315 = 3,15 \cdot 10^2$ (aqui 10^2 é a ordem de grandeza!)
- b) $7943 = 7,943 \cdot 10^3$ (aqui a ordem de grandeza é 10^4 !)
- c) $0,06 = 6 \cdot 10^{-2}$

EXERCÍCIOS

- 1) Quantas horas, minutos e segundos há em:
 - (A) 21,86 h ?
 - (B) 15,25 min ?
- 2) Uma máquina produz 10 cm de fita magnética por segundo. Então, no mesmo ritmo de produção, quantos quilômetros de fita são produzidos em 1h 20 min e 30 s?
- 3) Escreva em notação científica os seguintes números:
 - (A) 157000
 - (B) 0,0000038
 - (C) $290 \cdot 10^6$
 - (D) $0,008 \cdot 10^{-2}$
- 4) Qual é a ordem de grandeza da quantidade mínima de canetas esferográficas comuns necessárias para cobrir a distância São Paulo – Rio de Janeiro de 400 km?
- 5) Faça a conversão para m/s das seguintes velocidades:
 - (A) 36 km/h
 - (B) 540 km/h
 - (C) 2100 cm/s
 - (D) 1800 m/min
- 6) Um corredor percorre 0,2 km em linha reta em um intervalo de tempo de 6,0 min. Qual é a sua velocidade média em km/h?

AULA 02 - MOVIMENTO UNIFORME

Dentro da **cinemática**, utilizamos alguns conceitos fundamentais para o entendimento de como ocorrem os movimentos. Na maioria dos exercícios, nos depararemos com expressões que dão a característica de cada movimento. Desta forma é interessante nos familiarizar com estes conceitos básicos e fundamentais:

Posição e trajetória: Chamamos de posição ou espaço, o lugar geométrico onde o corpo em estudo está localizado. Definimos a letra **s** para representar este lugar, ou seja, a posição do corpo. Quando o corpo muda de posição, ou seja, sai de uma posição inicial (s_0) e segue para uma posição final (s), ele realizou um deslocamento, ou seja, uma variação na sua posição. Essa variação na posição é chamada de ΔS .

As sucessivas posições de um móvel durante certo tempo formam o que chamamos de **trajetória** do corpo. A trajetória pode ter qualquer forma, sendo frequente o estudo na cinemática de trajetórias retilíneas e circulares.

Referencial: Num movimento qualquer, é sempre necessário definir um referencial, ou seja, uma referência para que possamos descrever tal movimento. A referência pode ser um objeto, uma pessoa, um lugar ou algo que possa ajudar o interlocutor a entender o movimento em questão. Essa referência é denominada referencial, e na cinemática todos os movimentos serão descritos utilizando-se referenciais inerciais, ou seja, referenciais que ou estão em repouso, ou se deslocam num movimento uniforme. O próprio movimento depende de um referencial.

Por exemplo: Um carro se deslocando numa pista com velocidade de 80 km/h está em movimento ou em repouso? A resposta é: **depende do referencial**. Para uma pessoa no interior do veículo, o carro não muda sua posição com o tempo, ou seja, a pessoa vê o volante sempre na mesma distância do seu corpo, desta forma, para esta pessoa, o carro está em repouso. Já para uma pessoa parada em um

ponto de ônibus que vê o carro passar por ela, verá que o carro está em movimento, já que a distância do carro em relação a esta pessoa muda com o tempo.

Ponto Material e Corpo Extenso: Um corpo cujas dimensões não são importantes no estudo de determinado movimento, é denominado ponto material. Por exemplo: Um carro se deslocando em uma estrada que liga duas cidades distantes, se parece como um ponto para alguém que esteja acompanhando o movimento do alto de um helicóptero por exemplo. Como as dimensões do carro são desprezíveis considerando a distância entre as cidades, dizemos que ele é um ponto material.

Já se as dimensões do objeto não puderem ser desprezadas no estudo de tal movimento, então dizemos que o objeto é um corpo extenso. Por exemplo, uma formiga andando sobre o mesmo carro do exemplo anterior. Neste caso, as dimensões do carro não são desprezíveis para a formiga, e portanto, o carro é considerado um corpo extenso. Pontos materiais são frequentemente chamados de corpos puntiformes.

Velocidade de um móvel

Acostumamo-nos a associar a velocidade de um corpo à sua rapidez. A rapidez está diretamente relacionada com o tempo com que determinado evento acontece. Se o tempo é pequeno, dizemos que aconteceu mais rapidamente. Se por outro lado o tempo é grande, dizemos que o evento aconteceu mais lentamente. Podemos associar o evento à uma mudança nas posições de um móvel. Desta forma, quanto mais rápido ele mudar a sua posição, mais veloz ele será, ou seja, sua velocidade será maior.

Velocidade Escalar Média

Na física, definimos velocidade escalar média (V_m) como sendo:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S - S_0}{t - t_0}$$

Onde S é a posição do móvel e t é o instante de tempo considerado. Desta forma, a velocidade escalar média de um corpo num certo tempo, é calculada como sendo a rapidez com que um corpo varia sua posição numa determinada trajetória. Se após um certo tempo, a posição final do corpo for igual à inicial, dizemos que a velocidade média foi igual a zero. A unidade de velocidade no SI é o m/s, mas podemos encontrar muitas vezes a unidade km/h. Se o corpo mantiver sempre o mesmo sentido de movimento, a velocidade média pode ser simplificada como sendo a distância percorrida pelo tempo gasto no percurso.

É importante frisar que as posições são definidas a partir de um referencial, por exemplo uma régua cujos valores crescem para a direita. Desta forma um corpo que estiver se movimentando sobre esta régua, teria uma velocidade positiva (no sentido positivo da régua) caso se locomovesse para a direita, e uma velocidade negativa, caso se locomovesse para a esquerda (sentido negativo dos valores da régua).

Quando um corpo possui velocidade positiva (sentido positivo da "régua"), dizemos que seu movimento é **progressivo**. Se a sua velocidade for negativa, dizemos que seu movimento é **retrogrado**.

Velocidade Instantânea

Nem sempre a velocidade média de um corpo ao longo de um percurso, é igual em todos os pontos do percurso. A velocidade de um corpo num determinado momento ou instante, é chamada de velocidade instantânea. Essa é a velocidade marcada no velocímetro de um carro a

cada instante. Essa velocidade pode ser definida por:

$$V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

ou seja, é o valor do espaço percorrido por um corpo num determinado intervalo de tempo, quando este intervalo de tempo tende a zero (muito pequeno, quase um instante).

Movimento Uniforme

É aquele movimento no qual a velocidade do corpo ao longo do tempo permanece constante e não nula. Desta forma, a velocidade escalar média do corpo ao longo do trajeto é exatamente a velocidade instantânea em cada instante, ou seja, $V_m = V$. Nestas condições, o corpo percorre sempre distâncias iguais em tempos iguais. Podemos então, encontrar uma expressão para a posição do corpo numa determinada trajetória, em cada instante de tempo considerado. Assim temos:

$$V_m = v = \frac{S - S_0}{t - t_0}$$

Se considerarmos que o instante inicial ocorre em $t=0$, temos que:

$$v = \frac{S - S_0}{t}$$

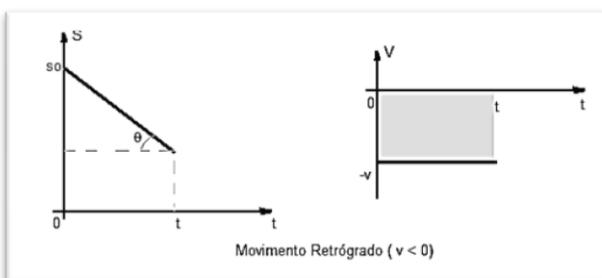
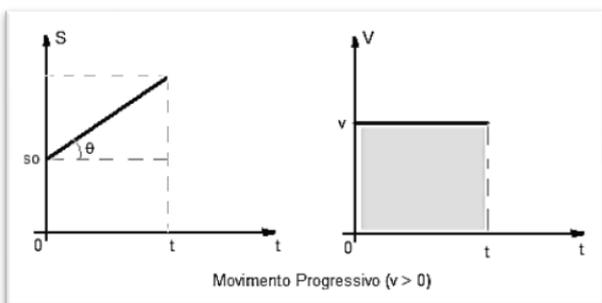
E portanto, podemos escrever:

$$S = S_0 + v \cdot t$$

Que é chamada, **função horária dos espaços** ou posições do Movimento Uniforme. Podemos

notar, que a posição S do objeto, é função de t , ou seja, depende de t . Para cada t , teremos um valor de S , desta forma, agora temos como dizer exatamente onde o corpo está num determinado instante, desde que saibamos de onde partiu (S_0) e com que velocidade constante partiu (v). Note ainda que trata-se de uma função do primeiro grau, ou seja, o gráfico de S em função de t , é uma reta.

Gráficos do M.U.



A inclinação da curva $S \times t$ nos dá a velocidade, isto é, $\tan\theta = \Delta S / \Delta t = v$. Quanto mais inclinada for a curva em relação à horizontal, maior será a velocidade do corpo.

Como se trata de um M.U. a velocidade do corpo é constante, desta forma, a curva $V \times t$ é uma reta paralela ao eixo dos tempos. Interessante notar que a área da figura sombreada, (um retângulo), nos dá o espaço percorrido pelo móvel nos instantes de 0 a t .

$A = \Delta S$

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1 – Um móvel percorre a primeira metade de um percurso com velocidade de 60 km/h e o restante com velocidade de 90 km/h. Determine a velocidade escalar média do móvel para todo o percurso.

Devemos lembrar que a velocidade média é calculada por $V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, assim devemos conhecer todo o percurso e todo o tempo gasto. Se chamarmos de x a distância referente a cada trecho percorrido, a distância total seria $2x$. Desta forma, podemos calcular o tempo gasto para percorrer cada trecho, usando a mesma relação acima. Assim temos:

$V_1 = \frac{\Delta S_1}{\Delta t_1}$ o que nos leva a $60 = x / \Delta t_1$ e portanto $\Delta t_1 = x/60$. Da mesma forma para o segundo trecho temos:

$V_2 = \frac{\Delta S_2}{\Delta t_2}$ o que nos leva a $90 = x / \Delta t_2$ e portanto $\Delta t_2 = x/90$.

Finalmente temos que a velocidade média em todo percurso seria dado por:

$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{2x}{\Delta t_1 + \Delta t_2}$ e como a soma dos tempos nos dá $5x / 180$ (lembre-se de tirar o m.m.c.) , temos que:

$$V_m = \frac{2x}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{2x}{\frac{5x}{180}} = \frac{2x \cdot 180}{5x} = \frac{360}{5} = 72 \text{ km/h}$$

Perceba que a velocidade média não é a média aritmética das velocidades!!!

Exemplo 2 – Dois homens estão distantes 20m quando um passa a ir ao encontro do outro na mesma trajetória retilínea. Um deles possui a velocidade de 2 m/s enquanto que o outro possui

uma velocidade em módulo igual a 3m/s. Determine em quanto tempo os homens se encontram.

Para resolver este exercício, devemos notar que as velocidades não mudam com o tempo, tratando-se desta forma de um problema de M.U. Sendo assim, construímos as funções horárias de cada um. A função horária no Movimento Uniforme é dada pela expressão:

$$S = S_0 + v \cdot t$$

E aplicando para cada homem (identificados por A e B) temos:

$S_A = 0 + 2 \cdot t$ e $S_B = 20 - 3t$ (no caso B, o homem parte da posição 20m considerando o A na posição 0. O valor negativo da velocidade ocorre por considerar o homem B na direção contrária ao crescimento das posições).

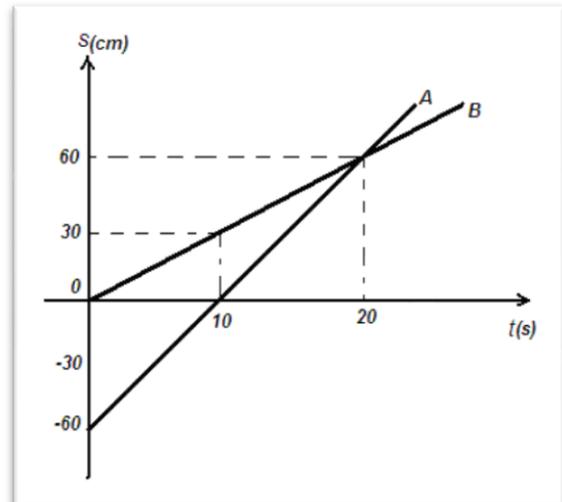
No local do encontro, os homens estão na mesma posição, portanto $S_A = S_B$ e assim:

$$2t = 20 - 3t \Rightarrow 5t = 20 \Rightarrow t = 4s.$$

Resp: Os homens se encontram após 4s de movimento!

Note que para obtermos a posição do encontro, bastaria substituir $t = 4s$ em qualquer uma das funções horárias. Neste caso encontraríamos 80m.

(c) que velocidades são desenvolvidas pelas partículas?



EXERCÍCIOS

1) O diagrama seguinte mostra as posições de duas partículas, A e B, sobre a mesma trajetória:

- (a) em que instante A ultrapassa B?
- (b) que distância separa as partículas no instante $t=10s$?

2) (AFA) Um automóvel faz uma viagem em que, na primeira metade do percurso, é obtida uma velocidade média de 100 km/h. Na segunda metade a velocidade média desenvolvida é de 150 km/h. Pode-se afirmar que a velocidade média, ao longo de todo o percurso, é, em km/h,

- (A) 120.
- (B) 125.
- (C) 110.
- (D) 130.

3) (EFOMM) Uma estrada de ferro retilínea liga duas cidades A e B separadas por uma distância de 440 km. Um trem percorre esta distância com movimento uniforme em 8h. Após 6h de viagem, por problemas técnicos, o trem fica parado 30 minutos. Para que a viagem transcorresse sem atraso, a velocidade constante, em km/h, que o trem deveria percorrer o restante do percurso seria de aproximadamente:

- (A) 55,0
- (B) 61,2
- (C) 73,3
- (D) 100,0

4) (EEAER) Durante uma Olimpíada, um velocista corre um quarto de um percurso retilíneo com velocidade escalar média v e o restante do percurso, com velocidade escalar média $2v$. No percurso total, a velocidade escalar média do atleta é de:

- (A) $1,2v$
- (B) $1,4v$
- (C) $1,6v$
- (D) $1,8v$

5) (ITA) Um trem e um automóvel caminham paralelamente e num mesmo sentido, num trecho retilíneo. Os seus movimentos são uniformes e a velocidade do automóvel é o dobro da velocidade do trem. Desprezando-se o comprimento do automóvel e sabendo que o trem tem 100m de comprimento, pergunta-se qual o espaço que o automóvel percorre desde que alcança o trem até o instante em que o ultrapassa.

6) (AFA) Com relação ao movimento de um ponto material numa trajetória orientada, são feitas três afirmações:

I – Se o movimento se dá no sentido da trajetória, a variação de espaço é positiva.

II- Se o movimento se dá em sentido oposto ao da trajetória, a variação de espaço é negativa.

III- No sistema internacional (SI), o espaço é medido em quilômetros.

Assinale a alternativa correta:

- (A) Apenas as afirmações I e II são corretas.
- (B) Apenas as afirmações I e III são corretas.
- (C) As três afirmações são corretas.
- (D) Nenhuma das afirmações é correta.

7) (EEAER) Dois trens trafegam, no mesmo trilho e no mesmo sentido, em um trecho retilíneo de uma ferrovia. O trem que vai à frente está com velocidade constante de módulo igual a 36 km/h, e o outro, que está atrás, mantém a velocidade constante de módulo igual a 72 km/h. Assinale a alternativa em que está indicado o tempo mínimo

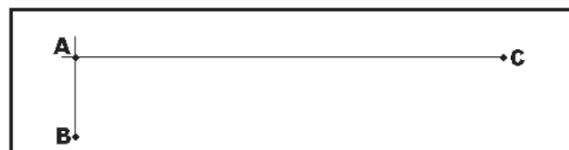
necessário para que o trem mais rápido colida com o outro de menor velocidade, a partir do instante em que a distância entre eles for de 18 km.

- (A) 30 minutos
- (B) 45 minutos
- (C) 60 minutos
- (D) 90 minutos

8) (ESPCEX) Um caminhão de 10 m de comprimento, descrevendo um movimento retilíneo e uniforme, ingressa em uma ponte com uma velocidade de 36 km/h. Passados 20 s, o caminhão conclui a travessia da ponte. O comprimento da ponte é de:

- (A) 100 m.
- (B) 110 m.
- (C) 190 m.
- (D) 200 m.
- (E) 210 m.

9) (ESPCEX) Um avião bombardeiro deve interceptar um comboio que transporta armamentos inimigos quando este atingir um ponto A, onde as trajetórias do avião e do comboio se cruzarão. O comboio partirá de um ponto B, às 8 h, com uma velocidade constante igual a 40 km/h, e percorrerá uma distância de 60 km para atingir o ponto A. O avião partirá de um ponto C, com velocidade constante igual a 400 km/h, e percorrerá uma distância de 300 km até atingir o ponto A. Consideramos o avião e o comboio como partículas descrevendo trajetórias retilíneas. Os pontos A, B e C estão representados no desenho abaixo.



Desenho Ilustrativo

Para conseguir interceptar o comboio no ponto A, o avião deverá iniciar o seu voo a partir do ponto C às:

- (A) 8 h e 15 min
- (B) 8 h e 30 min
- (C) 8 h e 45 min
- (D) 9 h e 50 min
- (E) 9 h e 15 min

10) (ESPCEX) Um automóvel percorre a metade de uma distância D com uma velocidade média de 24 m/s e a outra metade com uma velocidade média de 8 m/s . Nesta situação, a velocidade média do automóvel, ao percorrer toda a distância D , é de:

- (A) 12 m/s
- (B) 14 m/s
- (C) 16 m/s
- (D) 18 m/s
- (E) 32 m/s

11) (Espcex – 2016) Um trem de 150 m de comprimento se desloca com velocidade escalar constante de 16 m/s . Esse trem atravessa um túnel e leva 50 s desde a entrada até a saída completa de dentro dele. O comprimento do túnel é de:

- (A) 500 m
- (B) 650 m
- (C) 800 m
- (D) 950 m
- (E) 1100 m

AULA 03 - MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO - MUV

O movimento uniformemente variado (M.U.V.) é aquele em que a velocidade do móvel varia de maneira uniforme, isto é, a uma mesma taxa constante. Desta forma poderíamos citar o exemplo de um carro que viajando a uma velocidade de 2 m/s aumentasse sua velocidade em 2 m/s (taxa) a cada segundo. Desta forma, após um segundo de movimento sua velocidade saltaria de 2m/s para 4 m/s. Após mais um segundo sua velocidade saltaria de 4 m/s para 6 m/s e assim por diante. Importante lembrar que essa variação é uniforme e não acontece em saltos como o exemplo poderia sugerir, ou seja, ao variar sua velocidade de 2m/s para 4 m/s no primeiro segundo, esta variação acontece de maneira suave, é como se o ponteiro do velocímetro do carro andasse a uma velocidade constante entre o valor 2 e o 4.

Aceleração Escalar Média

A “rapidez” com que a velocidade muda, seja aumentando o seu valor ou diminuindo, é chamada de **aceleração**, e no caso do MUV, é constante.

Desta forma, a aceleração é a taxa de variação da velocidade, ou seja, a rapidez com que a velocidade varia com o tempo. No MUV essa taxa é constante, e, portanto, a aceleração média é sempre igual a aceleração em qualquer instante do movimento (instantânea). Podemos determinar a aceleração escalar média pela expressão:

$$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V - V_0}{t - t_0}$$

Não podemos esquecer que a aceleração também é um vetor, possui módulo, direção e sentido, além da unidade. No SI, a unidade de aceleração é o m/s^2 . Desta forma um corpo que

possui uma aceleração de $5 m/s^2$, varia a sua velocidade em 5m/s a cada segundo que passa em média.

No MUV o movimento pode ser classificado em dois tipos: **Acelerado ou Retardado**. O movimento acelerado é aquele em que o módulo da velocidade do corpo aumenta com o tempo. Isto pode acontecer se a velocidade inicial for positiva e a aceleração apontar no mesmo sentido (positiva), assim como a velocidade do corpo aumenta em módulo, o movimento é dito **acelerado**.

Caso a velocidade do corpo e a aceleração apontem em sentidos contrários, o valor da velocidade (módulo) diminuirá com o tempo, e portanto o movimento é dito **retardado**.

Aceleração Escalar Instantânea

A aceleração instantânea pode ser determinada como o valor da aceleração de um corpo em um determinado instante. Assim se considerarmos o tempo tendendo a zero na expressão da aceleração média, teremos para a aceleração instantânea a expressão:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Função Horária das Velocidades

Da mesma forma que podíamos construir uma função para localizar o corpo ao longo do tempo em uma trajetória no MU, a chamada função horária dos espaços, também podemos fazê-lo para o caso do MUV. Podemos então partir da expressão da aceleração média:

$$a_m = a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

Se considerarmos que o instante inicial ocorre em $t=0$, temos que:

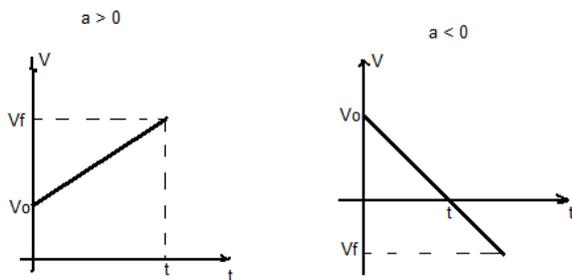
$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$V_m = \frac{v + v_0}{2}$$

E portanto, podemos escrever:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

Que é chamada, **função horária das velocidades** do Movimento Uniformemente Variado. Podemos notar que se trata de uma função do primeiro grau, ou seja, o gráfico de v em função de t , é uma reta no MUV.



A área sob a curva é igual ao espaço percorrido!

No MUV, a velocidade média se encontra exatamente na metade da reta (curva) do gráfico, ou seja, seu valor é a média aritmética entre a velocidade inicial e a velocidade final.

$$V_m = \frac{v + v_0}{2}$$

Função Horária das Posições

No MUV também podemos determinar a posição do móvel ao longo da trajetória em função do tempo de maneira semelhante à realizada no caso do movimento uniforme. Começemos por lembrar o conceito de velocidade média que no caso do MUV é realizado da mesma forma, ou seja:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S - S_0}{t - t_0}$$

Como no MUV a velocidade média é dada pela média aritmética das velocidades:

Temos portanto:

$$\frac{S - S_0}{t} = \frac{v + v_0}{2}$$

E portanto, podemos escrever:

$$S = (S_0 + v \cdot t + v_0 \cdot t) / 2$$

Substituindo em v a expressão da função horária das velocidades, ou seja,

$$v = v_0 + a \cdot t$$

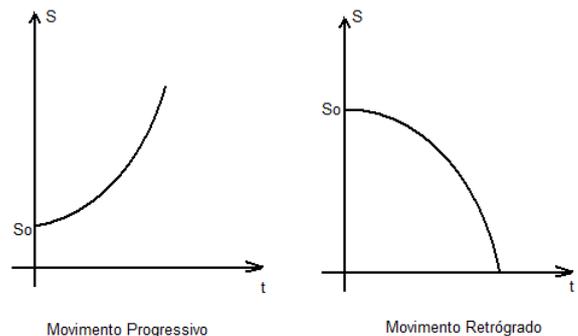
Encontramos:

$$S = (S_0 + (v_0 + a \cdot t) \cdot t + v_0 \cdot t) / 2$$

Que finalmente nos dá:

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

que é a expressão denominada função horária dos espaços para o MUV, ou seja, para cada instante de tempo, encontramos um valor de S (posição). Note que a expressão é uma função do segundo grau com o tempo, isto é, o gráfico de S em função de t é uma parábola.



Equação de Torricelli

As expressões encontradas até agora tem uma relação direta com o tempo. Podemos determinar uma expressão que relacione as velocidades iniciais e finais do corpo sem que o tempo esteja envolvido. Para tanto, devemos isolar o tempo na equação da função horária das velocidades e inserirmos o resultado na expressão da função horária dos espaços. O resultado é a chamada equação de Torricelli, dada por:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$$

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1 – Um móvel parte do repouso e 5s depois sua velocidade é igual a 20 m/s. Determine a sua aceleração média e a sua velocidade média no trajeto sabendo que o corpo descreveu um movimento uniformemente variado.

Devemos lembrar que a aceleração média é dada por:

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

Substituindo os valores temos:

$$a = \frac{20 - 0}{5 - 0}$$

Desta forma a aceleração média vale $a = 4 \text{ m/s}^2$. Isto é, a cada segundo, a velocidade do corpo mudou em média 4 m/s.

Para a velocidade média poderíamos usar Torricelli para determinar a distância percorrida e aplicar na conhecida equação da velocidade média. Como trata-se de um MUV, podemos apenas determinar a média aritmética das velocidades, o que daria $0 + 20 / 2$, ou seja $v_m = 10 \text{ m/s}$.

Exemplo 2 – Um carro viaja a velocidade de 72 km/h quando pisa nos freios e pára em 10s.

Determine a distância percorrida pelo carro até parar.

Para resolver este exercício, devemos primeiramente determinar a aceleração média do carro no percurso. Isto pode ser feito usando a função horária das velocidades, ou seja:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

E aplicando os valores na equação acima temos:

$$0 = 20 + a \cdot (10)$$

Note que usamos 20 m/s ao invés de 72 km/h, já que as unidades devem ser compatíveis entre si. Desta forma encontramos o valor de $a = -2 \text{ m/s}^2$. Note ainda que o valor negativo encontrado significa que a velocidade do carro está diminuindo com o tempo, o que é perfeitamente coerente com o exercício. Aplicando este valor na equação de Torricelli temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$$

Que no nosso caso fornece:

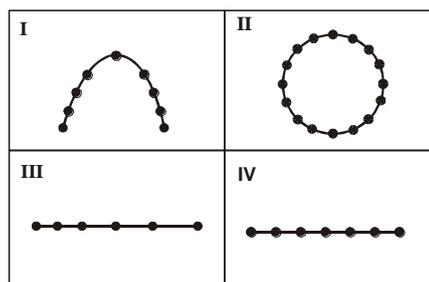
$$0^2 = (20)^2 + 2 \cdot (-2)\Delta s$$

E assim encontramos que a distância vale:

$$\Delta s = 100\text{m}$$

EXERCÍCIOS

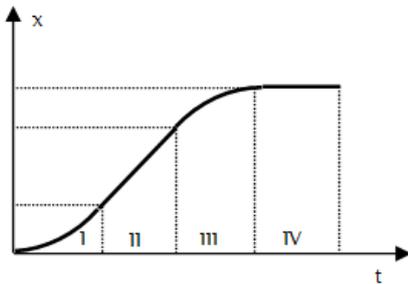
1) (AFA) As figuras abaixo apresentam pontos que indicam as posições de um móvel, obtidas em intervalos de tempos iguais.



Em quais figuras o móvel apresenta aceleração **NÃO** nula?

- a) Apenas em I, III e IV.
- b) Apenas em II e IV.
- c) Apenas I, II e III.
- d) Em I, II, III e IV.

2) (AFA) A posição x de um corpo que se move ao longo de uma reta, em função do tempo t , é mostrada no gráfico. Analise as afirmações abaixo e marque a alternativa correta.



- a) A velocidade do corpo é positiva nos quatro trechos.
- b) A aceleração do corpo é nula apenas no trecho IV.
- c) A trajetória descrita pelo corpo no trecho I é parabólica.
- d) O movimento descrito pelo corpo no trecho III é progressivo e retardado.

3) (AFA) A maior aceleração (ou retardamento) tolerada pelos passageiros de um trem urbano é $1,5 \text{ m/s}^2$. A maior velocidade que pode ser atingida pelo trem, que parte de uma estação em direção a outra, distante 600 m da primeira, em m/s, é

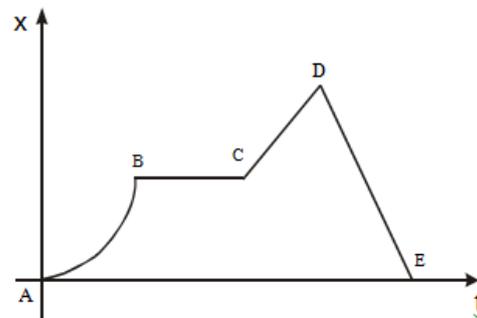
- a) 42.
- b) 30.
- c) 68.
- d) 54.

4) (AFA) Um automóvel faz uma viagem em que, na primeira metade do percurso, é obtida uma velocidade média de 100 km/h. Na segunda

metade a velocidade média desenvolvida é de 150 km/h. Pode-se afirmar que a velocidade média, ao longo de todo o percurso, é, em km/h,

- a) 120.
- b) 125.
- c) 110.
- d) 130.

5) (AFA) Um móvel desloca-se ao longo de uma linha reta, sendo sua posição em função do tempo dada pelo gráfico abaixo.



Pode-se afirmar que

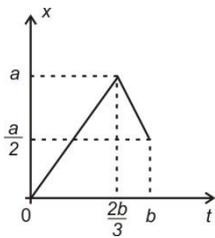
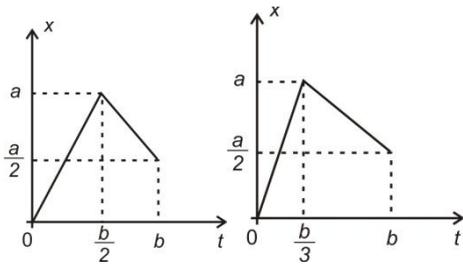
- a) nos trechos CD e DE, o movimento foi acelerado.
- b) no trecho DE, a velocidade é negativa.
- c) no trecho BC, a velocidade foi constante e não nula.
- d) no trecho AB, a velocidade é decrescente.

6) (AFA) Uma estrada de ferro retilínea liga duas cidades A e B separadas por uma distância de 440 km. Um trem percorre esta distância com movimento uniforme em 8h. Após 6h de viagem, por problemas técnicos, o trem fica parado 30 minutos. Para que a viagem transcorresse sem atraso, a velocidade constante, em km/h, que o trem deveria percorrer o restante do percurso seria de aproximadamente:

- a) 55,0
- b) 61,2
- c) 73,3

d) 100,0

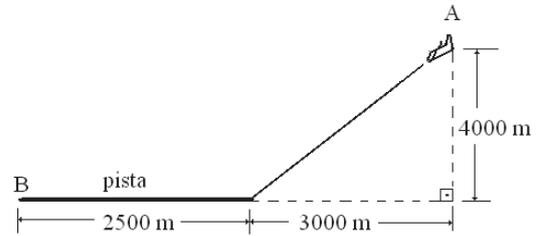
7) (AFA) Os gráficos a seguir referem-se a movimentos unidimensionais de um corpo em três situações diversas, representando a posição como função do tempo.



Nas três situações, são iguais as velocidades

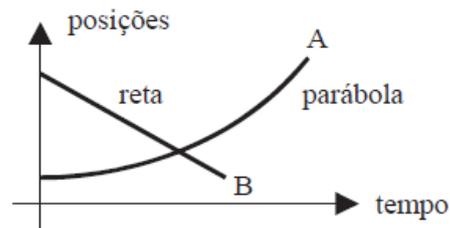
- a) finais.
- b) médias.
- c) instantâneas.
- d) iniciais.

8) (EFOMM) Uma aeronave de dimensões desprezíveis está voando a 300 km/h a uma altitude de 4000 m e a 3000 m do início de uma pista retilínea de 2500 m de extensão, quando inicia o procedimento de descida, com aceleração constante, conforme pode ser visto na figura. Ao tocar o solo com uma velocidade de 100 km/h, no início da pista, aciona os freios, mantendo uma aceleração constante até o final da pista, onde a aeronave para. Determine o tempo gasto, pela aeronave, em segundos, desde o início do procedimento de descida (ponto A) até o instante em que ocorre o repouso (ponto B).



- a) 90
- b) 80
- c) 270
- d) 360

9) (EEAER) Dois ciclistas, A e B, deslocam-se simultaneamente numa mesma estrada, ambos em movimento retilíneo, conforme representado no gráfico (posições X tempo) abaixo. Os movimentos dos ciclistas A e B, respectivamente, são classificados como:



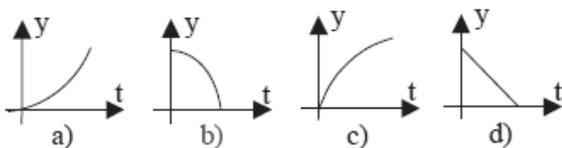
- a) uniforme e acelerado.
- b) uniforme e retardado.
- c) acelerado e uniforme.
- d) acelerado e retardado.

10) (EFOMM) Um automóvel, de 3,5 metros de comprimento, pretende atravessar uma ponte de 70 metros de extensão. Sabe-se que este veículo consegue, em aceleração máxima, atingir de 0 a 108 km/h em 10 segundos. Assinale a alternativa que indica o tempo mínimo necessário para que o automóvel, partindo do repouso, exatamente no início da ponte, consiga atravessá-la totalmente mantendo o tempo todo a aceleração máxima.

- a) 5,0 s
- b) 6,8 s
- c) 7,0 s
- d) 8,3 s

11) (EEAER) Considere uma nuvem em repouso a uma altura y do solo (adotado como referencial). Cada gota de água que abandona a nuvem com velocidade nula, cai verticalmente até o solo. A alternativa que apresenta corretamente o gráfico da função horária da posição da gota, em relação ao solo, é: considerações:

- despreze a resistência e as correntes de ar.
- considere constante a aceleração da gravidade.



12) (EFOMM) Durante a Segunda Guerra Mundial os aviões japoneses, conhecidos por “zero”, executavam sempre a mesma manobra para escaparem dos aviões americanos. Os pilotos mergulhavam as aeronaves em direção ao solo com velocidade inicial máxima na vertical, dada pela potência máxima do motor. A partir dessas considerações pode-se afirmar corretamente que:

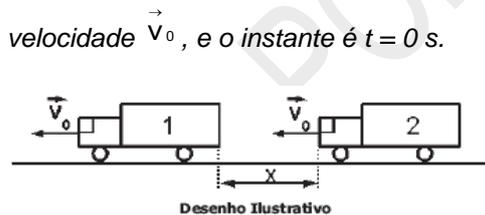
- OBS: considere desprezível a resistência do ar.
- a) a velocidade dos “zeros” eram altas e sempre constantes.
 - b) a aceleração dos “zeros” se alteravam $9,8\text{m/s}^2$ a cada segundo.
 - c) a velocidade dos “zeros” se alteravam $9,8\text{m/s}$ a cada segundo.
 - d) a velocidade dos “zeros” eram iguais a $9,8\text{m/s}$ independente da velocidade máxima inicial.

13) (EEAER) Um ônibus (considerado corpo extenso) gasta 10 s para atravessar, totalmente e num único sentido, uma ponte retilínea de 67 m de comprimento. O ônibus entra na ponte com velocidade de 36 km/h e, ao abandoná-la, possui velocidade de 18 km/h. Supondo constante a relação entre a variação de velocidade do ônibus

e o intervalo de tempo correspondente, pode-se afirmar que o comprimento desse ônibus, em metros, é de:

- a) 8,0
- b) 8,5
- c) 9,0
- d) 10,0

14) (ESPCEX) No desenho abaixo, estão representados os caminhões 1 e 2. Quando a distância entre eles é x , ambos têm a mesma velocidade \vec{V}_0 , e o instante é $t = 0$ s.

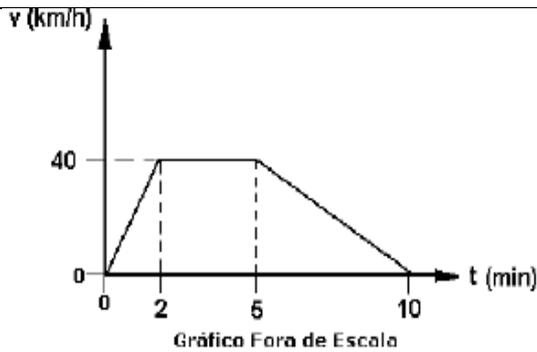


O caminhão 1 descreve um movimento retilíneo e uniforme. O caminhão 2 descreve um movimento retilíneo com aceleração constante, sendo que essa aceleração tem sentido contrário ao da sua velocidade \vec{V}_0 .

Com relação à distância entre os caminhões, a partir de $t = 0$ s, é correto afirmar que ela:

- [A] diminui e é uma função do 2º grau do tempo decorrido.
- [B] aumenta e é uma função do 1º grau do tempo decorrido.
- [C] permanece constante ao longo do tempo decorrido.
- [D] aumenta e é uma função do 2º grau do tempo decorrido.
- [E] diminui e é uma função do 1º grau do tempo decorrido.

15) (ESPCEX) O gráfico abaixo indica a velocidade escalar em função do tempo de um automóvel que se movimenta sobre um trecho horizontal e retilíneo de uma rodovia.



Podemos afirmar que o automóvel:

- [A] entre os instantes 0 min e 2 min, descreve um movimento uniforme.
- [B] entre os instantes 2 min e 5 min, está em repouso.
- [C] no instante 5 min, inverte o sentido do seu movimento.
- [D] no instante 10 min, encontra-se na mesma posição que estava no instante 0 min.
- [E] entre os instantes 5 min e 10 min, tem movimento retardado.

16) (AFA) Em uma mesma pista, duas partículas puntiformes A e B iniciam seus movimentos no mesmo instante com as suas posições medidas a partir da mesma origem dos espaços. As funções horárias das posições de A e B, para S, em metros, e T, em segundos, são dadas, respectivamente, por $S_A = 40 + 0,2T$ e $S_B = 10 + 0,6T$. Quando a partícula B alcançar a partícula A, elas estarão na posição:

- [A] 55 m.
- [B] 65 m.
- [C] 75 m.
- [D] 105 m.
- [E] 125 m.

17) (EFOMM) O gráfico abaixo indica a posição (S) em função do tempo (t) para um automóvel em movimento num trecho horizontal e retilíneo de uma rodovia.

Da análise do gráfico, pode-se afirmar que o automóvel:

- [A] está em repouso, no instante 1 min.

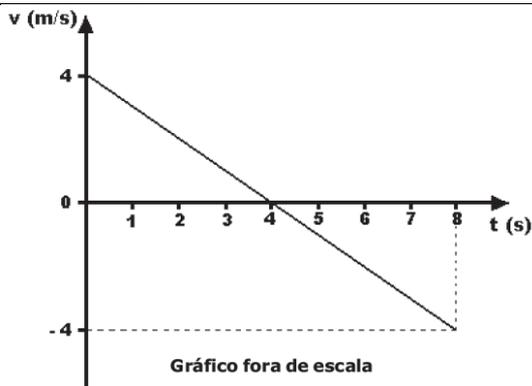
- [B] possui velocidade escalar nula, entre os instantes 3 min e 8 min.
- [C] sofreu deslocamento de 4 km, entre os instantes 0 min e 3 min.
- [D] descreve movimento progressivo, entre os instantes 1 min e 10 min.
- [E] tem a sua posição inicial coincidente com a origem da trajetória.



18) (ESPCEX) Um menino abandona uma pedra de um ponto situado a 125 m do solo. Um segundo mais tarde, ele arremessa verticalmente para baixo, do mesmo ponto, uma segunda pedra. Ambas as pedras chegam ao solo ao mesmo tempo. Desprezando a resistência do ar e considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , pode-se afirmar que a velocidade com que o menino arremessou a segunda pedra foi de:

- [A] 10,30 m/s.
- [B] 10,50 m/s.
- [C] 11,25 m/s.
- [D] 12,50 m/s.
- [E] 13,45 m/s.

19) (EFOMM) O gráfico abaixo representa a velocidade (v) de uma partícula que se desloca sobre uma reta em função do tempo (t). O deslocamento da partícula, no intervalo de 0 s a 8 s, foi de:



- [B] 40 m
- [C] 80 m
- [D] 100 m
- [E] 240 m

- [A] - 32 m
- [B] - 16 m
- [C] 0 m
- [D] 16 m
- [E] 32 m

20) (ESPCEX) Um carro está desenvolvendo uma velocidade constante de 72 km/h em uma rodovia federal. Ele passa por um trecho da rodovia que está em obras, onde a velocidade máxima permitida é de 60 km/h. Após 5 s da passagem do carro, uma viatura policial inicia uma perseguição, partindo do repouso e desenvolvendo uma aceleração constante. A viatura se desloca 2,1 km até alcançar o carro do infrator. Nesse momento, a viatura policial atinge a velocidade de:

- [A] 20 m/s
- [B] 24 m/s
- [C] 30 m/s
- [D] 38 m/s
- [E] 42 m/s

21) (ESPCEX) Um móvel descreve um movimento retilíneo uniformemente acelerado. Ele parte da posição inicial igual a 40 m com uma velocidade de 30 m/s, no sentido contrário à orientação positiva da trajetória, e a sua aceleração é de 10 m/s² no sentido positivo da trajetória. A posição do móvel no instante 4s é

- [A] 0 m

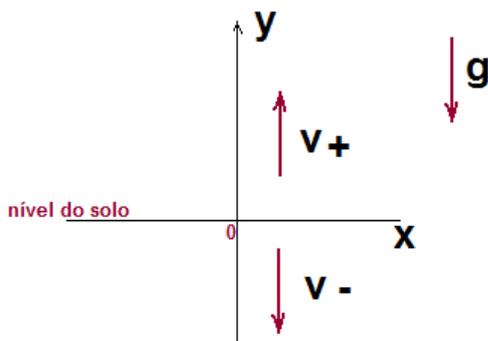
AULA 04 - MOVIMENTO VERTICAL

Um caso especial de MUV é o Lançamento Vertical. Num lançamento vertical o corpo descreve uma trajetória retilínea ao longo da direção vertical, realizando um movimento de sobe e desce sendo acelerado somente pela gravidade local.

Na direção vertical, a aceleração da gravidade atua durante todo o movimento, sempre apontando para baixo, fazendo com que o movimento de subida do corpo seja retardado, ou seja, a velocidade do corpo vai diminuindo com o tempo e ainda, o movimento de descida do corpo seja acelerado, aumentando a velocidade do corpo com o tempo. A taxa de variação dessa velocidade é sempre constante e igual à aceleração gravitacional.

Desta forma as equações conhecidas do MUV podem perfeitamente ser aplicadas aqui, apenas fazendo algumas considerações com relação ao referencial.

Para resolução de problemas, consideraremos o eixo vertical como sendo o eixo y, e a gravidade apontando sempre no sentido negativo de y. Um corpo que sobe o eixo y, teria velocidade positiva e aquele que desce o eixo y, velocidade negativa. Consideramos para simplificação, que o ponto zero do eixo y, se refere ao nível do solo, e portanto, durante a subida o corpo varia sua posição em y, ou seja, sua altura em relação ao solo.



Sendo assim, as expressões utilizadas no movimento vertical podem ser escritas como:

$$v_y = v_{0y} - g \cdot t$$

$$v_y^2 = v_{0y}^2 - 2g\Delta H$$

$$\Delta H = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

Aqui consideramos a $=g$ e a posição y seria dado por h (altura em relação ao solo). Note que o sinal negativo nas fórmulas representa o sentido adotado para g. Em relação à última expressão, podemos escrevê-la na forma de função horária das posições em y, e teríamos:

$$y = y_0 + v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

Que poderia ser usada para achar a posição no eixo y (altura em relação ao solo), do corpo em qualquer instante de tempo. Se considerarmos um corpo abandonado de uma certa altura em relação ao solo, a palavra abandonado significaria que a velocidade inicial do corpo seria 0, e portanto, teríamos:

$$H = \frac{1}{2}gt^2$$

Que isolando o tempo nos dá:

$$t_q = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Que é o tempo que o corpo gasta para cair uma altura H ao ser **abandonado**.

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1 – Um garoto atira uma pedra verticalmente para cima com velocidade de 20 m/s. Determine a altura máxima atingida pela pedra e o tempo gasto para que ela retorne à mão do garoto. Use $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Devemos lembrar que no ponto mais alto (altura máxima) o corpo pára! Portanto a velocidade final y é zero, $v_y = 0$. Podemos determinar a altura máxima usando Torricelli, o que nos dá:

$$0^2 = (20)^2 - 2 \cdot 10 \cdot \Delta H$$

$$\Delta H = \frac{400}{20} = 20 \text{ m}$$

Para o tempo em que a pedra gasta no voo, basta somarmos o tempo de subida, que pode ser calculado considerando a velocidade no ponto mais alto (onde termina a subida) igual a zero:

$$v_y = v_{0y} - g \cdot t$$

$$0 = 20 - 10 \cdot t$$

E encontramos:

$$t = 2s$$

Este é o tempo de subida. Para calcular o tempo de descida, supomos que o corpo foi abandonado do ponto mais alto e inicia a sua queda até o solo (altura de 20 m). Assim temos:

$$t_q = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}} = \sqrt{\frac{40}{10}} = 2s.$$

Note que o tempo de queda é igual ao tempo de subida!!! Assim o tempo total seria de 4s.

Exemplo 2 – Um homem deixa cair uma pedra do alto de um edifício. Sabendo que a pedra toca o solo após 3s, determine a altura do edifício e a velocidade da pedra ao tocar o solo. Use $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Para resolver este exercício, devemos lembrar que se a pedra foi largada, sua velocidade inicial é zero na direção y . Desta forma temos:

$$t_q = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$3 = \sqrt{\frac{2 \cdot H}{10}} = \sqrt{\frac{H}{5}}$$

Podemos simplificar a expressão elevando os dois lados da equação ao quadrado (cuidado com este artifício, pois essa simplificação implica na perda de raízes da equação!), assim temos:

$$9 = \frac{H}{5}$$

O que nos dá:

$$H = 45m.$$

Podemos usar o tempo fornecido para determinar a velocidade com que a pedra toca o solo.

$$v_y = v_{0y} - g \cdot t$$

$$v_y = 0 - 10 \cdot 3 = -30 \text{ m/s}$$

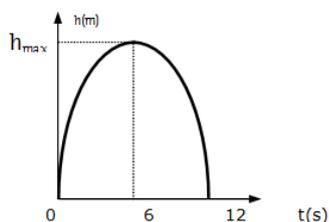
Aqui o sinal negativo indica a direção do vetor velocidade no momento em que toca o solo (aponta para baixo!).

EXERCÍCIOS

- 1) (AFA) Uma bola abandonada de uma altura H , no vácuo, chega ao solo e atinge, agora, altura máxima h . A razão entre a velocidade com que a bola chega ao solo e aquela com que ela deixa o solo é

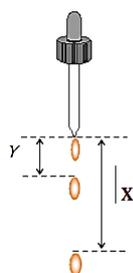
- a) $\left(\frac{H}{h}\right)^{1/2}$
- b) $\frac{H}{h}$
- c) $\left(\frac{H}{h}\right)^{3/2}$
- d) $\left(\frac{H}{h}\right)^2$

- 2) (AFA) O gráfico mostra a variação, com o tempo, da altura de um objeto lançado verticalmente para cima a partir do solo.



Desprezando a resistência do ar, a altura máxima atingida pelo objeto vale, em m,

- a) 180.
b) 240.
c) 60.
d) 300.
- 3) (AFA) Uma equipe de resgate se encontra num helicóptero, parado em relação ao solo, a 305 m de altura. Um paraquedista abandona o helicóptero e cai livremente durante 1,0 s, quando abre o paraquedas. A partir desse instante, mantendo-se constante sua velocidade, o paraquedista atingirá o solo em:
- a) 30s
b) 28s
c) 60s
d) 15s
- 4) (AFA) Certa mãe, ao administrar um medicamento para o seu filho, utiliza um conta-gotas pingando em intervalos de tempo iguais. A figura a seguir mostra a situação no instante em que uma das gotas está se soltando.



Considerando que cada pingo abandone o conta-gotas com velocidade nula e desprezando a resistência do ar, pode-se afirmar que a razão $\frac{X}{Y}$, entre as distâncias X e Y, mostradas na figura, vale:

- a) 1/2
b) 4
c) 1/4
d) 2
- 5) (ITA) Um menino solta uma pedra, em queda livre, do topo de um prédio. A pedra após cair uma altura H adquire velocidade v. Admitindo as mesmas condições, para que ao cair, atinja uma velocidade igual a 4v, a pedra deve ser abandonada de uma altura de:
- a) 4H.
b) 8H.
c) 16H.
d) 32H.
- 6) (AFA) Um corpo é abandonado em queda livre do alto de uma torre de 245 m de altura em relação ao solo, gastando um determinado tempo t para atingir o solo. Qual deve ser a velocidade inicial de um lançamento vertical, em m/s, para que este mesmo corpo, a partir do solo, atinja a altura de 245 m, gastando o mesmo tempo t da queda livre? Obs.: Use $g= 10 \text{ m/s}^2$

- a) 7
b) 14
c) 56
d) 70

AULA 05 - LANÇAMENTOS

Lançamento Horizontal

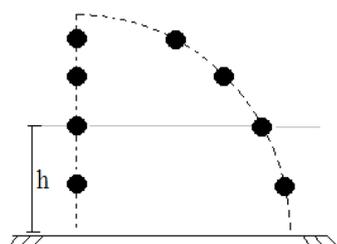
Um lançamento horizontal é aquele em que o corpo é lançado horizontalmente para frente, de uma altura h do solo, geralmente de uma plataforma.

Ao ser lançado, sua velocidade inicial só possui componente na direção x (horizontal). Por exemplo, um jato de água que sai por um furo na lateral de uma garrafa. A medida que o corpo se move, passa a adquirir uma velocidade na direção y , já que é acelerado pela gravidade nessa direção. O movimento completo é uma composição desses dois movimentos nas direções x e y .

Na direção x , o movimento é uniforme (M.U.), já que nenhuma força passa a atuar no corpo nessa direção após o lançamento.

Na direção y , o movimento é uniformemente variado (MUV), com a gravidade atuando ao longo da trajetória conforme vimos anteriormente.

O movimento na direção horizontal, ocorre devido à inércia do corpo após o lançamento. Desta forma dois corpos, um lançado horizontalmente e outro apenas abandonado da mesma altura, caem da mesma forma, isto é, ocupam sempre as mesmas posições verticais a medida em que o tempo passa.



A distância horizontal máxima atingida pelo móvel ao ser lançado é denominada

alcance, e pode ser calculado lembrando que na direção x o movimento é uniforme. Desta forma:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$V_0 = \frac{A}{\Delta t}$$

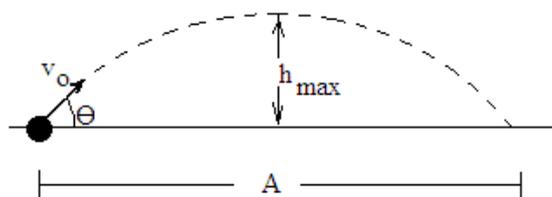
$$A = v_0 \cdot t_q$$

Onde t_q é o tempo de queda do corpo (igual ao tempo em que o corpo gasta para percorrer o eixo x) ao longo da trajetória, e pode ser resumido pela equação:

$$t_q = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Lançamento Oblíquo

Denominamos lançamento oblíquo, o lançamento em que o móvel é atirado com um certo ângulo θ em relação à horizontal. Desta forma, a velocidade inicial de lançamento possui componentes na direção x e y e os dois movimentos podem ser estudados de forma independente, lembrando que na direção x o movimento é uniforme e na direção y , uniformemente variado.



As equações do lançamento oblíquo podem ser encontradas partindo inicialmente da decomposição do vetor velocidade inicial, nas suas componentes x e y (ver aula de vetores):

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos\theta$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin\theta$$

Desta forma, a altura máxima poderia ser calculada, analisando o movimento na vertical e considerando o valor de $v_y = 0$ no ponto mais alto (altura máxima). Assim temos:

$$v_y^2 = v_{0y}^2 - 2g\Delta H$$

Substituindo os valores de v_{0y} e v_y encontramos para a altura máxima:

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2\theta}{2g}$$

Na direção x podemos determinar o alcance. Lembrando que nesta direção o movimento é uniforme e assim temos para o alcance horizontal:

$$v_{0x} = A/\Delta t$$

$$A = v_{0x} \cdot \Delta t = v_{0x} \cdot 2 \text{ ts} = v_{0x} \cdot 2 \cdot \frac{v_{0y}}{g}$$

$$\frac{2v_{0x}v_{0y}}{g}$$

$$A = \frac{v_0^2 \cdot 2 \cdot \sin\theta \cdot \cos\theta}{g}$$

Que pode ser melhorada utilizando uma relação trigonométrica, resultando em:

$$A = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1 – Um projétil é lançado horizontalmente de uma altura de 5m com

velocidade de 20 m/s. Determine o alcance horizontal do projétil. Use $g = 10 \text{ m/s}^2$ e despreze a resistência do ar.

Devemos lembrar que na direção x o movimento é uniforme. Assim temos que o alcance horizontal seria dado por:

$$A = v_0 \cdot t_q$$

Onde o tempo de queda será igual ao tempo em que o projétil percorrerá o eixo x . Desta forma, o tempo de queda pode ser encontrado por:

$$t_q = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{10}} = 1 \text{ s}$$

Desta forma o alcance pode ser obtido usando o resultado para o tempo de queda, que nos dá:

$$A = v_0 \cdot t_q = 20 \cdot 1 = 20 \text{ m}$$

Exemplo 2 – Um objeto é lançado obliquamente a partir do solo com velocidade inicial de 20 m/s que faz um ângulo de 30° com a horizontal. Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando-se a resistência do ar, determine:

- A altura máxima atingida pelo objeto.
- O alcance horizontal do objeto.
- O tempo de voo do objeto.

- Podemos encontrar a altura máxima aplicando a relação definida acima, ou seja, a altura máxima é dada por:

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen}^2 \theta}{2g}$$

Assim, substituindo os valores encontramos:

$$H_{\max} = \frac{v_0^2 \text{sen}^2 \theta}{2g} = \frac{(20)^2 \text{sen}^2(30^\circ)}{2 \cdot 10} = \frac{400 \cdot (0,25)}{20} = 5\text{m}$$

b) Para o alcance horizontal, temos:

$$A = \frac{v_0^2 \text{sen} 2\theta}{g}$$

substituindo os valores encontramos:

$$A = \frac{v_0^2 \text{sen} 2\theta}{g} = \frac{(20)^2 \text{sen}(2 \times 30^\circ)}{10} = \frac{400 \cdot 0,86}{10} = 34,4 \text{ m}$$

c) O tempo de voo é dado pela soma dos tempos de subida e de descida (que são iguais). Escolhendo calcular o tempo de queda (já que conhecemos a altura máxima), podemos fazer:

$$t_q = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{10}} = 1\text{s}$$

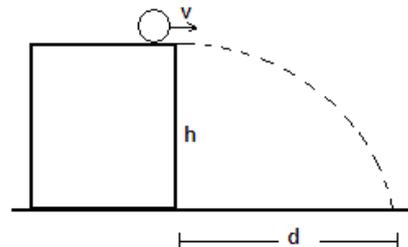
Assim, o tempo de queda é igual ao tempo de subida de forma que o tempo total de voo é igual a 2s.

EXERCÍCIOS

1) (EEAER) Uma bola é lançada para cima em uma direção que forma 60° com a horizontal. Sabe-se que a velocidade da bola ao alcançar a altura máxima é de 20 m/s. Pode-se afirmar, então, que a velocidade de lançamento da bola tem módulo:

- a) 10 m/s
- b) 20 m/s
- c) 40 m/s
- d) 23 m/s
- e) 46 m/s

2) (EFOMM) Para a situação representada na figura abaixo (bolinha disparada horizontalmente da borda de uma mesa), pode-se deduzir a seguinte relação matemática entre as grandezas d (deslocamento horizontal), h (altura de queda), v (velocidade de disparo), g (aceleração da gravidade):



- a) $v^2 = d \cdot h / 2g$
- b) $h = d \cdot g^2 / 4v$
- c) $g = \sqrt{2vh / d}$
- d) $d = v \cdot \sqrt{2h / g}$
- e) $v^2 \cdot g = 2dh$

3) (AFA) Durante um jogo de basquetebol, um jogador arremessa a bola com velocidade inicial de 10 m/s formando um ângulo de 30° acima da horizontal. Sabendo-se que a altura do cesto é 3,05 m e que o lançamento foi feito

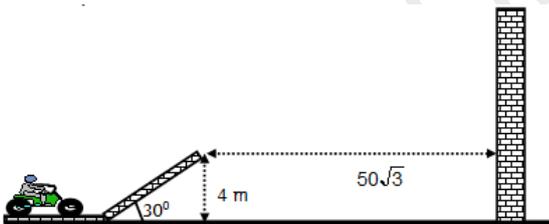
de uma altura de 2 m, a distância horizontal, em metros, do jogador ao cesto, para que ele consiga fazer os pontos sem o auxílio da tabela, deverá ser aproximadamente:

- a) 2,02
- b) 4,00
- c) 6,09
- d) 7,05

4) (AFA) Um corpo é abandonado do topo de um precipício. O ruído produzido pela queda do corpo ao atingir o chão é ouvido 10 s após o seu abandono. Considerando a velocidade do som no ar igual a 340 m/s, pode-se afirmar que a altura do precipício, em metros, é aproximadamente:

- a) 200
- b) 288
- c) 391
- d) 423

5) (AFA) Um audacioso motociclista deseja saltar de uma rampa de 4 m de altura e inclinação 30° e passar sobre um muro (altura igual a 34 m) que está localizado a $50\sqrt{3}$ m do final da rampa.



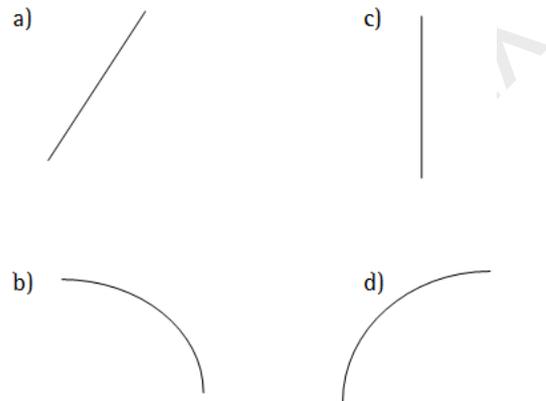
obs.: o desenho está fora de escala.

Para conseguir o desejado, a velocidade mínima da moto no final da rampa deverá ser igual a:

- a) 144 km/h.
- b) 72 km/h.
- c) 180 km/h.
- d) 50 km/h.

6) (AFA) Um garoto está em repouso sobre o vagão de um trem que se move com velocidade constante igual a 10 m/s em

relação à Terra. Num certo instante o garoto chuta uma bola com uma velocidade de módulo 20 m/s, em relação ao vagão, formando um ângulo de 120° com o sentido do movimento do trem. Para uma pessoa que está em repouso na Terra, a trajetória da bola é MELHOR representada pela alternativa



7) (AFA) Dois projéteis A e B são lançados obliquamente em relação à horizontal. Sabendo que ambos permanecem no ar durante o mesmo intervalo de tempo e que o alcance de B é maior que o alcance de A, afirma-se que:

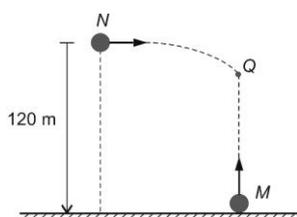
- I - Ambos atingem a mesma altura máxima.
- II - A velocidade inicial de B é maior que a de A.
- III - A maior altura é atingida por A que foi lançado com maior velocidade.

É(são) verdadeira(s) apenas

- a) II. c) III.
- b) I e II. d) I.

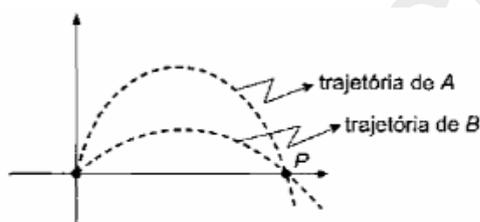
8) (AFA) Considere uma partícula M lançada verticalmente para cima com uma velocidade de 30 m/s. No mesmo instante, uma outra partícula N é lançada horizontalmente de um

ponto situado a 120 m do solo. Sabe-se que elas irão se chocar em um ponto Q, conforme a figura. Desprezando os efeitos do ar, a altura do ponto Q é



- a) 40 m
- b) 60 m
- c) 15 m
- d) 80 m

9) (AFA) A figura abaixo representa as trajetórias de dois projéteis A e B lançados no mesmo instante num local onde o campo gravitacional é constante e a resistência do ar é desprezível. Ao passar pelo ponto P, ponto comum de suas trajetórias, os projéteis possuíam a mesma



- a) velocidade tangencial
- b) velocidade horizontal
- c) aceleração centrípeta.
- d) aceleração resultante.

10) Em um helicóptero em voo retilíneo e horizontal, um atirador sentado posiciona seu rifle a sua direita e a 90° em relação à trajetória da aeronave. Assinale a alternativa que indica o valor da tangente do ângulo entre a trajetória do projétil e a do helicóptero.

Considere que:

1- não atuam sobre o projétil a gravidade e a resistência do ar.

2- o módulo da velocidade do projétil é de 2.000 km/h.

3- o módulo da velocidade do helicóptero é 200 km/h.

- a) 10.
- b) 20.
- c) 0,1.
- d) 0,2.

11) (EFOMM) Na tentativa de defender os comboios de abastecimento, foram enviados dois encouraçados ingleses para combater o encouraçado Bismarck da marinha alemã. Após vários disparos, um dos navios ingleses foi atingido por um projétil que atravessou sua parte superior e atingiu o depósito de munições, acarretando uma enorme explosão e seu afundamento. Para realizar esse disparo no alcance máximo, desprezando a resistência do ar, os artilheiros do Bismarck dispararam o projétil

- a) obliquamente a 45° em relação ao nível do mar
- b) obliquamente a 60° em relação ao nível do mar.
- c) horizontalmente.
- d) verticalmente.

12) (ESPCEX) Um projétil é lançado obliquamente, a partir de um solo plano e horizontal, com uma velocidade que forma com a horizontal um ângulo α e atinge a altura máxima de 8,45 m.

Sabendo que, no ponto mais alto da trajetória, a velocidade escalar do projétil é 9,0 m/s, pode-se afirmar que o alcance horizontal do lançamento é:

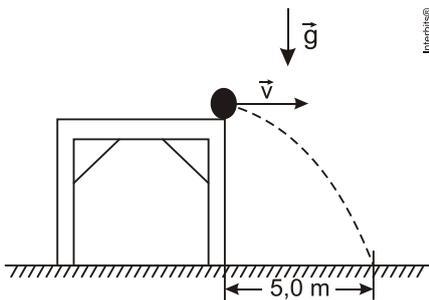
Dados:

intensidade da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$

despreze a resistência do ar

- a) 11,7 m
- b) 17,5 m
- c) 19,4 m
- d) 23,4 m
- e) 30,4 m

13) (ESPCEX) Uma esfera é lançada com velocidade horizontal constante de módulo $v=5 \text{ m/s}$ da borda de uma mesa horizontal. Ela atinge o solo num ponto situado a 5 m do pé da mesa conforme o desenho abaixo.



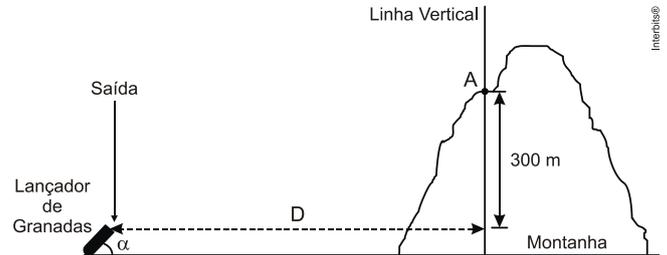
desenho ilustrativo - fora de escala

Desprezando a resistência do ar, o módulo da velocidade com que a esfera atinge o solo é de:

- Dado:** Aceleração da gravidade: $g=10 \text{ m/s}^2$
- a) 4 m/s
 - b) 5 m/s
 - c) $5\sqrt{2} \text{ m/s}$
 - d) $6\sqrt{2} \text{ m/s}$
 - e) $5\sqrt{5} \text{ m/s}$

14) (ESPCEX) Um lançador de granadas deve ser posicionado a uma distância D da linha vertical que passa por um ponto A. Este ponto está localizado em uma montanha a 300 m

de altura em relação à extremidade de saída da granada, conforme o desenho abaixo.



A velocidade da granada, ao sair do lançador, é de 100 m/s e forma um ângulo " α " com a horizontal; a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s^2 e todos os atritos são desprezíveis. Para que a granada atinja o ponto A, somente após a sua passagem pelo ponto de maior altura possível de ser atingido por ela, a distância D deve ser de:

- Dados:** $\text{Cos } \alpha = 0,6$; $\text{Sen } \alpha = 0,8$.
- a) 240 m
 - b) 360 m
 - c) 480 m
 - d) 600 m
 - e) 960 m

AULA 06 - VETORES

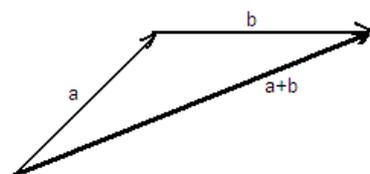
Quando realizamos medidas físicas com grandezas vetoriais, devemos informar o valor da medida a unidade e além disso, a direção e sentido daquela medida. A **força** é um exemplo de grandeza vetorial. Para tratarmos grandezas vetoriais, devemos fazer uso de uma representação matemática para tal grandeza denominada **vetor**.

Todo vetor, deve ter: módulo, direção e sentido. O módulo é a intensidade ou o valor do vetor. A direção é a linha na qual o vetor estará representado, por exemplo horizontal, e, o sentido é dado pela ponta da seta do vetor, responsável pela orientação do mesmo, por exemplo: para a direita.

Ao utilizamos vetores para representar uma grandeza física, não devemos esquecer de relacionar a unidade considerada. As operações básicas podem ser realizadas com vetores, de maneira geométrica ou analítica. Geometricamente existem duas formas de representar e somar vetores: a **regra do paralelogramo** e a **regra do polígono fechado**.

Regra do polígono fechado:

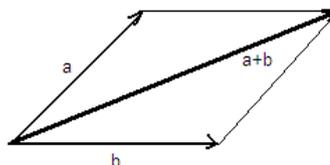
Os vetores a serem somados, são representados ligando-se o final de um ao início do outro e a resultante é traçada ligando-se os pontos inicial e final dos vetores somados.



Regra do paralelogramo:

Os vetores a serem somados são representados a partir de uma mesma origem. O paralelogramo deve ser construído representando

os lados paralelos dos dois vetores e a resultante será o vetor originado na origem e que termina onde os dois lados paralelos aos vetores se encontram.



Soma de vetores:

Matematicamente, a resultante de dois vetores pode ser calculada usando a chamada Lei dos cossenos:

$$R = \sqrt{a^2 + b^2 + 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos\theta}$$

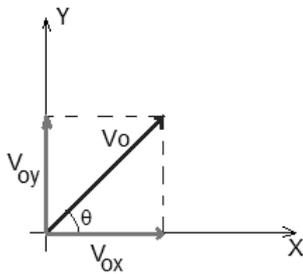
Onde *a* e *b* são os módulos dos vetores envolvidos na soma. Aqui θ é o ângulo entre os vetores *a* e *b*. O resultado *R*, é o módulo do vetor soma obtido. Essa expressão é muito importante na soma de grandezas vetoriais e será usada em diversos capítulos ao longo do nosso estudo.

Subtração de vetores:

Matematicamente, a subtração de dois vetores pode ser calculada da mesma forma que uma soma, basta lembrar que $\mathbf{a} - \mathbf{b} = \mathbf{a} + (-\mathbf{b})$ onde o vetor $-\mathbf{b}$ é o chamado vetor oposto de *b*, que possui o mesmo módulo e direção do vetor *b*, porém sentido contrário.

Decomposição de Vetores:

Decompor um vetor é representá-lo a partir de suas projeções ao longo de *x* e *y*. Seria como determinar o tamanho da sombra do vetor no eixo *x* e no eixo *y*, partindo do vetor original. Desta forma a regra simples é:



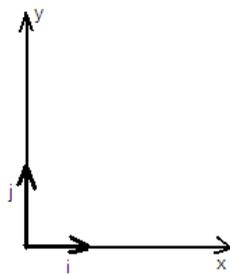
Aqui as componentes v_{0x} e v_{0y} são determinadas a partir do ângulo θ da figura. Desta forma temos:

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos\theta \qquad v_{0y} = v_0 \cdot \sin\theta$$

Importante: As componentes do vetor V_0 são apenas números, cujo valor dá o módulo da componente ao longo de cada eixo. O caráter vetorial é dado ao multiplicar este número por um vetor unitário.

Vetores unitários:

Ao representar vetores na forma de vetores unitários, utilizamos as projeções de vetores sobre um plano de vetores de tamanho igual a 1, representados por i, j e k . Os vetores são representados na forma: $\mathbf{a} = a_x \mathbf{i} + a_y \mathbf{j} + a_z \mathbf{k}$, e as operações de soma e subtração são realizadas apenas somando-se cada componente.



Produto escalar de dois vetores:

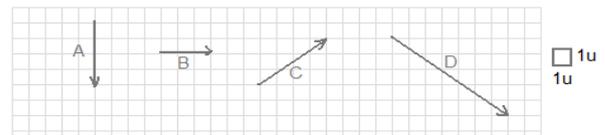
O produto escalar de dois vetores é descrito pela relação:

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = |\mathbf{a}| \cdot |\mathbf{b}| \cos\theta$$

Onde θ é o ângulo entre os vetores \mathbf{a} e \mathbf{b} .

Vejam os dois exemplos:

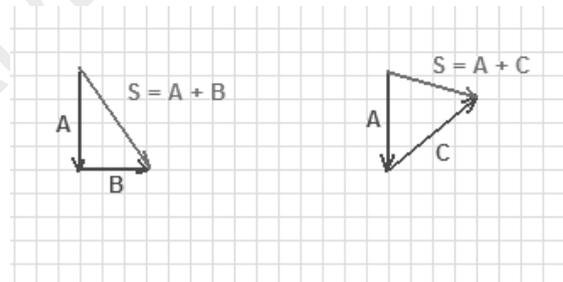
Exemplo 1 – Dados os seguintes vetores abaixo,



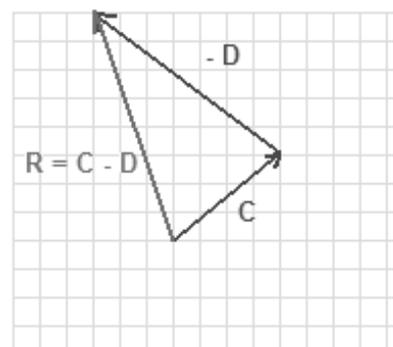
determine graficamente os seguintes vetores:

- a) $\mathbf{A} + \mathbf{B}$ b) $\mathbf{A} + \mathbf{C}$ c) $\mathbf{C} - \mathbf{D}$

Devemos lembrar que graficamente podemos usar a regra do polígono fechado para determinar as resultantes pedidas. Para $\mathbf{A} + \mathbf{B}$ e $\mathbf{A} + \mathbf{C}$ temos:



Podemos usar a mesma regra para determinar $\mathbf{C} - \mathbf{D}$, apenas determinando o vetor $-\mathbf{D}$ e somando ao vetor \mathbf{C} . Assim temos:



Desta forma podemos determinar a resultante de dois vetores geometricamente! Para determinar o

valor de cada resultante, podemos usar a lei dos Cossenos.

Exemplo 2 – Em relação aos mesmos vetores iniciais, determine usando vetores unitários, o valor da resultante de $C - D$.

Como vimos anteriormente, graficamente é relativamente fácil determinar a soma de dois vetores, porém seu valor numérico é um pouco mais difícil. Neste caso, para usar a lei dos cossenos, deveríamos conhecer o módulo de C (seu tamanho) e do vetor $-D$. Além disso, determinar o ângulo entre os vetores, para então determinarmos o valor do vetor resultante usando a Lei dos Cossenos. O nosso trabalho fica facilitado quando aplicamos os conhecimentos de vetores unitários. Assim, vamos escrever os vetores C e $-D$, na forma de vetores unitários, ou seja:

$$\vec{C} = C_x \vec{i} + C_y \vec{j}$$

$$\vec{C} = 4\vec{i} + 3\vec{j}$$

Pois o vetor C tem um tamanho de 4 unidades na direção x (sentido positivo) e 3 unidades na direção y (3 quadradinhos para cima). Da mesma forma, o vetor $-D$ fica:

$$\vec{-D} = -7\vec{i} + 5\vec{j}$$

Pois o vetor D tem um tamanho de 7 unidades na direção negativa de x (sentido negativo) e 5 unidades na direção y (5 quadradinhos para cima). Assim, o vetor resultante $R = C - D$ é simplesmente a soma dos vetores C e $-D$, ou seja, somar as componentes x e y de C e $-D$, de modo que:

$$\vec{R} = (4 - 7)\vec{i} + (3 + 5)\vec{j} = -3\vec{i} + 8\vec{j}$$

Repare que o resultado é exatamente o vetor R da figura, ou seja, 3 quadradinhos para trás em x e 8 para cima (eixo y). Como queremos saber o módulo (valor) de R , basta somarmos

vetorialmente suas componentes, ou seja, aplicar a relação de Pitágoras que nos dá:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Ou seja:

$$R = \sqrt{(-3)^2 + (8)^2} = \sqrt{9 + 64} = \sqrt{73} \\ = 8,5 \text{ u aproximadamente}$$

EXERCÍCIOS

- 1) (AFA) Duas forças A e B estão aplicadas em um mesmo ponto material. A força A , de intensidade $8,0 \text{ N}$, e a força B , de intensidade $5,0 \text{ N}$, formam vetores coplanares e que variando o ângulo θ entre eles, resulta em um vetor resultante C de intensidade $7,0 \text{ N}$. Dentre as alternativas abaixo, assinale aquela na qual está indicado corretamente o valor do ângulo θ , em graus, entre os vetores A e B que torna válido a soma vetorial citada.
 - a) 30
 - b) 60
 - c) 120
 - d) 50
- 2) (AFA) Um avião decola de uma cidade A , rumo a outra cidade B , distante 600 km ao norte de A . O piloto mantém a aeronave paralela ao eixo sul-norte, e com uma velocidade constante de 300 km/h , em sentido ao norte, durante toda a viagem. Ao final de duas horas de voo, era de se esperar que estivesse sobre a cidade B , porém, durante todo o trajeto de A até B o avião sofreu a ação de um vento lateral na direção oeste-leste, cujo sentido apontou para leste, com velocidade constante de 50 km/h . Com base nessas informações, assinale a alternativa que indica a distância e a direção que o avião realmente estará da cidade B . Utilize os pontos cardeais:
 - a) O avião estará a 50 km ao sul de B .
 - b) O avião estará a 100 km ao leste de B .

- c) O avião estará a 50 km ao sudeste de B.
 d) O avião estará a 100 km ao nordeste de B.

3) (EEAER) Uma força, de módulo F , foi decomposta em duas componentes perpendiculares entre si. Verificou-se que a razão entre os módulos dessas componentes vale $\sqrt{3}$. O ângulo entre esta força e sua componente de maior módulo é de:

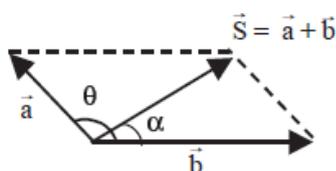
- a) 30° .
 b) 45° .
 c) 60° .
 d) 75° .

4) (EFOMM) Um jovem desejando chegar a um determinado endereço recebe a seguinte orientação: "Para chegar ao destino desejado basta, a partir daqui, caminhar, em linha reta, uma distância de 300 metros. Em seguida, vire à direita, num ângulo de 90° e percorra uma distância, em linha reta, de 400 metros." Seguindo o trajeto proposto o jovem chegou ao seu destino, onde percebeu que a distância, em uma única linha reta, do ponto de partida até o seu destino final, era de _____ metros.

- a) 700
 b) 500
 c) 400
 d) 300

5) (AFA) Na operação vetorial representada na figura, o ângulo α , em graus, é: Dados: $|b| = 2|a|$ e $\theta = 120^\circ$

- a) 30
 b) 45
 c) 60
 d) maior que 60



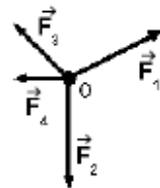
6) (ESPCEX) Sabendo que $a = 6 \text{ N}$ e $b = 4 \text{ N}$, o módulo do vetor soma dos vetores \vec{a} e \vec{b} , que formam um ângulo de 60° entre si e atuam sobre um ponto material, vale:

Dados: considere $\sin 60^\circ = 0,87$ e $\cos 60^\circ = 0,50$.

- a) $2\sqrt{5} \text{ N}$.
 b) $2\sqrt{7} \text{ N}$.
 c) $2\sqrt{13} \text{ N}$.
 d) $2\sqrt{14} \text{ N}$.
 e) $2\sqrt{19} \text{ N}$.

7) (ESPCEX) Uma partícula "O" descreve um movimento retilíneo uniforme e está sujeita à ação exclusiva das forças $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ e \vec{F}_4 conforme o desenho abaixo. Podemos afirmar que:

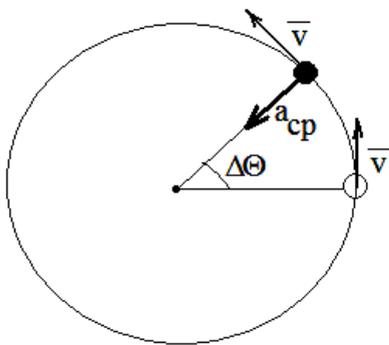
- [A] $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = -\vec{F}_4$.
 [B] $\vec{F}_1 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = \vec{F}_2$.
 [C] $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_4 = -\vec{F}_3$.
 [D] $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_4 = \vec{F}_3$.
 [E] $\vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = \vec{F}_1$.



Desenho Ilustrativo

AULA 07 - MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

O Movimento Circular Uniforme **M.C.U.** é um movimento no qual um corpo descreve uma trajetória circular com uma velocidade constante em módulo. Neste tipo de movimento, a velocidade vetorial da partícula é sempre tangente à trajetória e aponta no sentido do movimento. Como a direção do vetor muda com o tempo, a velocidade muda com o tempo, o que faz com que o MCU seja um movimento **acelerado!!!**



No Movimento circular uniforme o módulo da velocidade linear permanece constante, porém a direção do vetor velocidade varia com o tempo, devido à aceleração centrípeta.

A aceleração atua na direção e sentido da força que faz com que a partícula descreva o movimento circular. Essa aceleração aponta para o centro da curva, e desta forma é chamada de **centrípeta**.

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R}$$

O tempo necessário para que a partícula descreva uma volta completa é denominado **período (T)** e o número de repetições que ela descreve num determinado intervalo de tempo é denominado **frequência (f)** do movimento. A frequência pode ser calculada por:

$$f = \frac{n^\circ \text{ de voltas}}{\text{tempo}}$$

Desta forma, a unidade de frequência pode ser: rotações por minuto, ciclos por hora, voltas por segundo. Na física, chamamos a unidade “por segundo” ou s^{-1} de Hz (Hertz). Podemos ver que a frequência é o inverso do período.

$$T = \frac{1}{f}$$

Ao descrever um movimento circular, a partícula assume dois tipos de velocidade: a linear ou tangencial e a angular.

A velocidade escalar linear pode ser calculada na forma de um M.U. e portanto é dada por:

$$v = \Delta S / \Delta t$$

ou ainda $v = 2\pi R / T$, onde R é o raio da trajetória e T o período.

Já a velocidade angular média (ω), é calculada pela variação angular da partícula num determinado tempo:

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

Para uma volta completa, podemos calcular a velocidade angular média por:

$$\omega = 2\pi / T$$

(dada em radianos por segundo)

Importante: O radiano é o ângulo pelo qual o comprimento do arco é igual ao tamanho do raio da circunferência!

Como a frequência é o inverso do período, a velocidade angular de um corpo descrevendo um MCU também pode ser escrita como sendo:

$$\omega = 2\pi f$$

Podemos associar a velocidade linear de um corpo em um MCU com a velocidade angular, pela expressão:

$$v = \omega \cdot R$$

Vejamos alguns exemplos:

Exemplo 1 – Um antigo toca-discos possui um diâmetro de 40 cm e gira a uma frequência de 48 r.p.m. Determine a velocidade linear e a velocidade angular de um ponto na parte mais externa do disco.

Devemos lembrar que o diâmetro é o dobro do raio. Portanto o raio do disco é 20 cm. Com a informação da frequência, podemos encontrar o período (o tempo necessário para uma volta) e assim teríamos:

$$f = 48 \text{ r.p.m} = \frac{48}{60 \text{ s}} = 0,8 \text{ Hz}$$

Como o período é o inverso da frequência, temos que:

$$T = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ s}$$

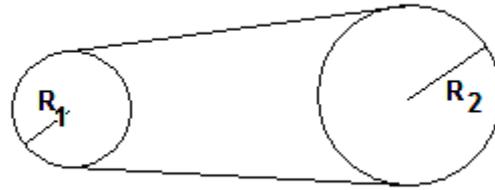
A velocidade angular, pode ser calculada diretamente a partir do período, ou seja, a cada 1,25s o disco percorre uma volta completa, ou um ângulo de 2π radianos. Assim temos:

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 0,8 = 1,6\pi \text{ rad/s}$$

A velocidade linear, pode ser calculada diretamente a partir da velocidade angular, o que nos dá:

$$v = \omega \cdot R = 1,6\pi \cdot 20 = 32\pi \frac{\text{cm}}{\text{s}} \approx 100,5 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \approx 1 \text{ m/s}$$

1) **Exemplo 2** – Uma cinta funciona solidária com dois cilindros de raios $R_1=5 \text{ cm}$ e $R_2=15 \text{ cm}$. Supondo-se que o cilindro maior tenha uma frequência de rotação $f_2= 100 \text{ rpm}$: (a) Qual a frequência de rotação do cilindro menor? (b) qual a velocidade linear da cinta?



a) Podemos encontrar a frequência do cilindro menor lembrando que a cinta deve ter a mesma velocidade em todos os pontos, assim podemos pegar dois pontos quaisquer da cinta e compará-los. De acordo com a figura, temos:

$$\begin{aligned} V_A &= V_B \\ \omega_1 R_1 &= \omega_2 R_2 \\ 2\pi f_1 \cdot R_1 &= 2\pi f_2 \cdot R_2 \end{aligned}$$

$$f_1 \cdot R_1 = f_2 \cdot R_2$$

Substituindo os valores do enunciado, temos:

$$\begin{aligned} f_1 \cdot 5 &= 100 \cdot 15 \\ f_1 &= 300 \text{ rpm} \end{aligned}$$

b) Podemos encontrar a velocidade da cinta usando qualquer uma das polias. Escolhendo a polia 1, temos que:

$$\begin{aligned} v_1 &= \omega_1 R_1 = 2\pi f_1 \cdot R_1 = 2\pi \cdot 300 \cdot 5 \\ &= 3000\pi \text{ cm/min} \end{aligned}$$

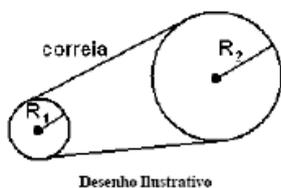
Que podemos converter para m/s apenas modificando cada uma das unidades:

$$v_1 = 3000\pi \text{ cm / min} = 30\pi \text{ m / 60 s} = \frac{\pi}{2} \text{ m/s}$$

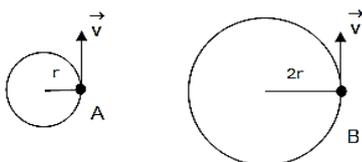
EXERCÍCIOS

1) (ESPCEX) Uma máquina industrial é movida por um motor elétrico que utiliza um conjunto de duas polias, acopladas por uma correia, conforme figura abaixo. A polia de raio $R_1 = 15$ cm está acoplada ao eixo do motor e executa 3000 rotações por minuto. Não ocorre escorregamento no contato da correia com as polias. O número de rotações por minuto, que a polia de raio $R_2 = 60$ cm executa, é de:

- [A] 250
- [B] 500
- [C] 750
- [D] 1000
- [E] 1200



2) (AFA) Dois corpos **A** e **B** giram em movimento circular uniforme presos aos extremos de cordas de comprimentos, respectivamente, r e $2r$. Sabendo que eles giram com a mesma velocidade tangencial, pode-se dizer que

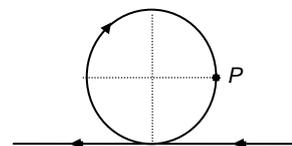


- a) ambos desenvolverão mesma velocidade angular.
- b) ambos estarão submetidos à mesma força centrípeta.
- c) num mesmo intervalo de tempo o corpo **A** dará maior número de voltas que o **B**.
- d) o corpo **A** desenvolve menor aceleração centrípeta que o **B**.

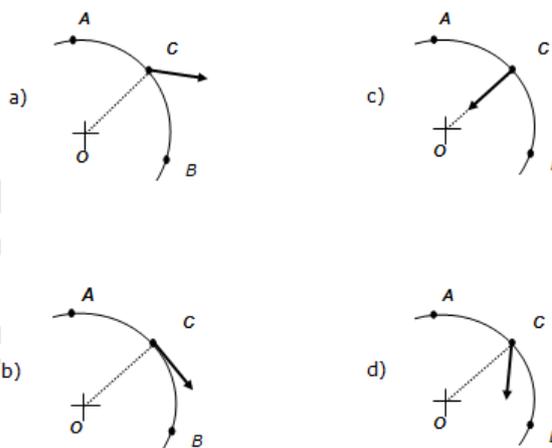
3) (AFA) Um piloto de 80 kg executa um loop perfeito de raio 90 m. Se no ponto **P** do loop, conforme figura, a velocidade do avião é de 216 km/h, o módulo da força com a qual o

piloto comprimirá a poltrona, em newtons, é igual a

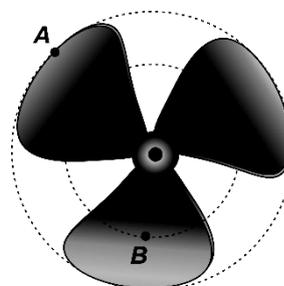
- a) 1800.
- b) 2400.
- c) 2700.
- d) 3200.



4) (AFA) Um corpo desenvolve movimento circular em um plano horizontal. Se no ponto **A** a velocidade escalar tem intensidade menor que no ponto **B**, então a opção em que o vetor aceleração em **C** está **MELHOR** representado é



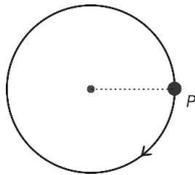
5) (AFA) Observe os pontos **A** e **B** marcados nas pás de um ventilador que gira com frequência constante, conforme a figura abaixo.



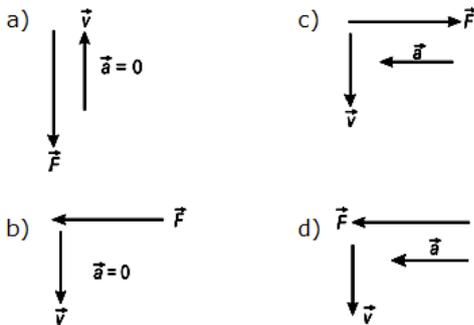
É **INCORRETO** afirmar que em **A**

- a) a velocidade escalar é maior que em B.
- b) a aceleração é menor que em B.
- c) a velocidade angular é a mesma que em B.
- d) o período é o mesmo que em B.

6) (AFA) Uma partícula descreve trajetória circular com movimento uniforme, no sentido horário, como mostra a figura.



O conjunto de vetores que melhor representa a força resultante \vec{F} , a velocidade \vec{v} e a aceleração \vec{a} da partícula, no ponto P indicado na figura é



7) (AFA) Em uma pista circular de raio igual a 600 m um ciclista executa movimento circular uniforme. Admitindo que o mesmo executa uma volta completa em 10 min, qual deve ser, em m/s, a velocidade linear deste ciclista?

- a) 2π .
- b) 3π .
- c) 6π .
- d) 12π .

8) (EEAER) Uma mosca pousa sobre um disco que gira num plano horizontal, em movimento circular uniforme, executando 60 rotações por minuto. Se a distância entre a mosca e o centro do disco é de 10 cm, a aceleração centrípeta, em $\pi^2 \text{ cm/s}^2$, a qual a mosca está sujeita sobre o disco, é de:

- a) 20.
- b) 40.
- c) 60.
- d) 120.

9) (EFOMM) Para explicar como os aviões voam, costuma-se representar o ar por pequenos cubos que deslizam sobre a superfície da asa. Considerando que um desses cubos tenha a direção do seu movimento alterada sob as mesmas condições de um movimento circular uniforme (MCU), pode-se afirmar corretamente que a aceleração _____ do "cubo" é _____ quanto maior for o módulo da velocidade tangencial do "cubo".

- a) tangencial; maior.
- b) tangencial; menor.
- c) centrípeta; menor.
- d) centrípeta; maior.

10) (EFOMM) Devido ao mau tempo sobre o aeroporto, uma aeronave começa a executar um movimento circular uniforme sobre a pista, mantendo uma altitude constante de 1000 m. Sabendo que a aeronave possui uma velocidade linear de 500 km/h e que executará o movimento sob um raio de 5 km, qual será o tempo gasto, em h, para que essa aeronave complete uma volta.

- a) $\pi/50$.
- b) $\frac{10}{4}\pi$.
- c) 10π .
- d) $\frac{50}{4}\pi$.

11) (EEAER) Pilotos de aviões-caça da Segunda Grande Guerra atingiam até a velocidade de 756 km/h em mergulho. A essa velocidade podiam realizar uma manobra em curva com um raio aproximado, em m, de:

- OBS: a aceleração máxima que um ser humano suporta sem desmaiar é de 70 m/s^2 .
- a) 30
 - b) 130
 - c) 330
 - d) 630

AULA 08 - COMPOSIÇÃO DE MOVIMENTOS

Ao considerarmos a velocidade como um vetor, devemos considerar a direção e o sentido do movimento do móvel estudado em relação a um determinado referencial. Nas seções anteriores vimos movimentos compostos como no caso do lançamento horizontal e oblíquo, onde o corpo descreve um movimento ao longo do eixo x simultaneamente a um movimento no eixo y . Estes movimentos são independentes um do outro.

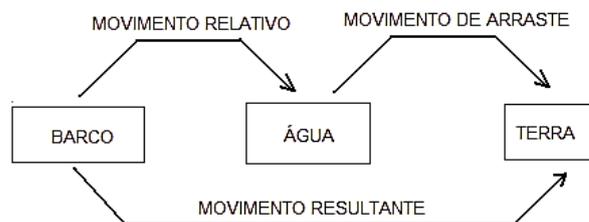
Um barco subindo um rio, por exemplo, pode parecer parado para quem olha da margem. Desta forma, quando temos dois ou mais movimentos ocorrendo simultaneamente, as velocidades relativas entre eles podem ser obtidas, considerando o estudo vetorial.

Num movimento composto, cada um dos movimentos que o compõe, ocorre simultaneamente e independentemente dos demais, podendo ser estudados separadamente (princípio da simultaneidade de Galileu).

Se considerarmos o movimento de um corpo 1 em relação a um referencial 2 e um segundo movimento, o do referencial 2 em relação a um referencial 3, podemos compor esses movimentos por uma relação geral:

$$\vec{v}_{13} = \vec{v}_{12} + \vec{v}_{23}$$

Devemos lembrar de que se trata de uma soma vetorial! Aqui, o primeiro termo da equação refere-se à velocidade do corpo 1 em relação ao referencial 3. Um exemplo prático seria o de uma pessoa caminhando sobre uma esteira. Se a esteira tiver uma velocidade de 3 m/s para trás e o homem caminhar para frente com a mesma velocidade, um observador externo veria a cena como o homem sempre na mesma posição. Um esquema geral pode ser representado da seguinte forma para um barco em movimento num rio:



Vejam um exemplo:

Exemplo 1 – Um rio de 100 m de largura constante, é atravessado por um barco, cuja máxima velocidade própria (barco em relação à água) é de 4 m/s. A correnteza tem velocidade constante de 3 m/s.

- Determine o tempo mínimo de travessia.
 - Em quantos metros o barco é arrastado rio abaixo durante a travessia em tempo mínimo?
 - Calcule a velocidade resultante (barco em relação à terra), nas condições anteriores.
- a) Devemos ter em mente que o movimento do barco e o movimento do rio acontecem simultaneamente porém são completamente independentes, isto é, se pudéssemos “desligar” o rio, o barco seguiria com a mesma velocidade de antes, e levaria o mesmo tempo que levaria para fazer a travessia com a correnteza atuando. Assim, para fazer a travessia no menor tempo, basta escolher a menor distância, atravessando o rio perpendicularmente às margens. Sendo assim, considerando que a velocidade do barco é constante (M.U.) fazemos:

$$V_b = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$4 = \frac{100}{\Delta t}$$

E assim o tempo mínimo de travessia seria de 25s.

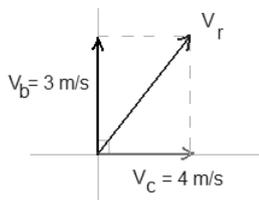
b) Enquanto o barco realiza a travessia, a correnteza o arrasta rio abaixo. Desta forma, a correnteza atuará enquanto durar a travessia, ou seja, durante 25s. Assim:

$$V_c = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$3 = \frac{\Delta S}{25}$$

Assim o barco será arrastado 75m rio abaixo enquanto atravessa o rio.

c) Para um observador externo, o movimento do barco teria a mesma direção e sentido do vetor velocidade resultante. Uma pessoa na margem veria o barco num movimento na diagonal, e sua velocidade resultante seria a soma vetorial dos dois vetores velocidade perpendiculares:



$$v_r = \sqrt{v_b^2 + v_c^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ m/s}$$

EXERCÍCIOS

- 1) (ITA) Um barco, com motor em regime constante, desce um trecho de um rio em 2 h e sobe o mesmo trecho em 4h. Quanto tempo levará o barco para percorrer o mesmo trecho, rio abaixo, com o motor desligado?
 A) 8h
 B) 6h
 C) 2h
 D) 10h
- 2) (ESPCEX) Qual é a velocidade da correnteza de um rio, se um barco se move a 50 km/h rio

abaixo e a 14 km/h rio acima, mantendo-se a mesma velocidade própria?

- a) 18 m/s
- b) 15 m/s
- c) 5 m/s
- d) 5 km/h
- e) 36 km/h

3) (EFOMM) Durante a batalha que culminou no afundamento do encouraçado alemão Bismarck, os ingleses utilizaram aviões biplanos armados com torpedos para serem lançados próximos ao encouraçado. A velocidade horizontal do torpedo, desprezando qualquer resistência por parte da água e do ar, em relação a um observador inercial, logo após atingir a superfície do mar é dada

- a) pela soma da velocidade do avião com a velocidade produzida pelo motor do torpedo.
- b) pela soma das velocidades do motor do torpedo e do navio Bismarck.
- c) somente pela velocidade do avião.
- d) somente pelo motor do torpedo.

4) (ESPCEX) Um bote de assalto deve atravessar um rio de largura igual a 800 m, numa trajetória perpendicular à sua margem, num intervalo de tempo de 1 minuto e 40 segundos, com velocidade constante. Considerando o bote como uma partícula, desprezando a resistência do ar e sendo constante e igual a 6 m/s a velocidade da correnteza do rio em relação à sua margem, o módulo da velocidade do bote em relação à água do rio deverá ser de:

- [A] 4 m/s.
- [B] 6 m/s.
- [C] 8 m/s.
- [D] 10 m/s.
- [E] 14 m/s.



AULA 09 - LEIS DE NEWTON

Na **dinâmica** estudamos os movimentos dos corpos fazendo uma correlação entre suas causas e efeitos. Desta forma nos interessa saber tanto como o movimento está ocorrendo quanto como ele se iniciou.

O agente causador do movimento é denominado **força**. As forças são grandezas vetoriais e podem ser de contato ou de campo, dependendo de sua forma de atuação.

As forças de contato são assim chamadas por atuarem diretamente entre duas superfícies em contato macroscópico. Já as forças de campo, atuam à distância, sem que haja o contato macroscópico direto.

As forças podem causar dois efeitos nos corpos em que são aplicadas: uma deformação e/ou uma aceleração. No SI, as forças são dadas em newtons (N), onde temos que:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Quando várias forças atuam simultaneamente sobre um corpo, a soma vetorial dessas forças é denominada força resultante, e o corpo se comporta como estivesse submetido apenas sob a ação dessa força, sendo acelerado na sua direção.

A dinâmica é regida pelas chamadas Leis de Newton, que estabelecem relações entre causa e efeito, do movimento dos corpos. São elas:

1ª Lei de Newton: Lei da Inércia.

“Um corpo tende a manter o seu estado de movimento até que uma força haja sobre ele”.

Exemplo: Uma pessoa é jogada para frente dentro de um ônibus que freia bruscamente. Isto acontece porque antes da freada a pessoa

possuía uma velocidade na direção de movimento do ônibus, que ao frear, interrompe esse movimento. A pessoa tende a continuar o movimento!

2ª Lei de Newton: Princípio Fundamental da Dinâmica

É uma das mais importantes relações da física, que estabelece uma ligação entre causa e efeito de um movimento. É dada por:

$$F_r = m \cdot a$$

Essa Lei nos diz que toda vez que uma **força resultante** (diferente de força simples) atuar sobre um corpo de massa m , este corpo adquire uma aceleração na direção da força resultante!

3ª Lei de Newton: Lei da ação e reação.

“À toda ação existe uma reação de igual intensidade e direção contrária.”

Uma pessoa ao dar um soco em uma parede, a mesma exerce uma força contrária de igual intensidade na mão da pessoa.

Existem vários tipos de forças, dependendo da sua natureza podem ser mecânicas, elétricas, magnéticas, etc. Dentro das forças mecânicas, temos algumas que são frequentemente aplicadas em problemas na física. Vamos detalhar as mais importantes:

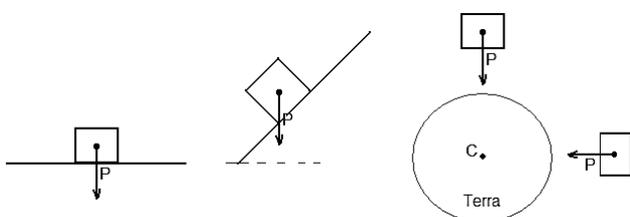
I - Força Peso (P):

Também chamada de força gravitacional, está relacionada com a força que a Terra exerce sobre os corpos em sua superfície, atraindo-os para o seu centro. Desta forma, ela aponta sempre na direção do centro da Terra e deve ser

representada saindo do centro de massa do corpo. Seu valor pode ser calculado pela Expressão:

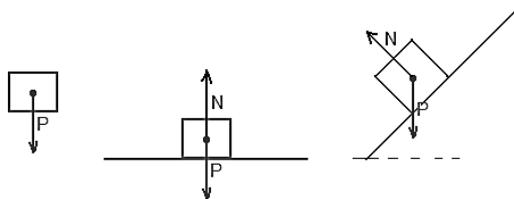
$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

Onde g é a aceleração da gravidade local. Vejamos alguns exemplos de representação da força peso:



II - Força Normal (N):

É a força que a superfície de apoio exerce sobre o corpo. Aponta sempre na direção perpendicular à superfície. Se não tivermos apoio, não teremos a força normal. Vejamos exemplos de representação:



III - Força Elástica (F_{el}):

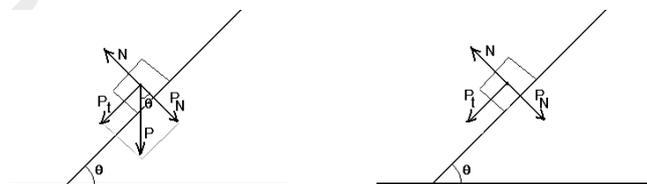
Essa força está presente em corpos elásticos como molas, arcos flexíveis, etc. Sua intensidade é calculada pela Lei de Hooke:

$$F_{el} = -k \cdot x$$

Onde k é a chamada constante elástica da "mola", dada em N/m no SI. Essa constante está relacionada com a dureza da mola, isto é, se o k é grande, isto significa que a mola é dura. Na equação, x representa a elongação ou deformação da mola. É quanto a mola aumentou (distendeu) ou diminuiu (contraiu) o seu comprimento, cuidado para não confundir com o comprimento natural da mola. O sinal negativo na expressão, indica que a força tem o sentido contrário ao do deslocamento da mola, isto é, ao comprimir a mola, a mola exerce em quem a comprime uma força no sentido contrário a esse deslocamento, dificultando esse processo.

IV - Forças num plano inclinado:

Num plano inclinado, podemos decompor a força peso em duas componentes: O peso tangencial (tangente ao plano) e o peso Normal (perpendicular ao plano, na direção da força normal).



Aqui podemos notar que ao decomposmos a força peso, sua componente normal anula a força normal no plano (já que não há movimento nesta direção) e o corpo experimenta uma força resultante dada por P_t (na ausência de outras forças). As componentes tangencial e normal da força peso são dadas por:

$$P_t = P \cdot \text{sen}\theta$$

$$P_n = P \cdot \text{cos}\theta$$

V - Força Centrípeta (F_{cp}):

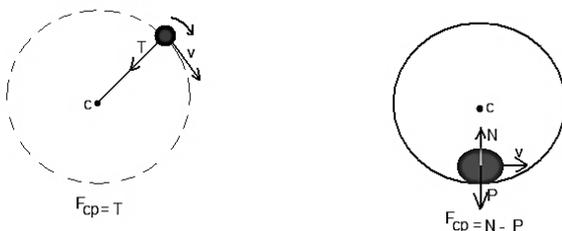
A força centrípeta está presente sempre que temos um movimento curvilíneo. Na verdade não se trata de uma força específica, mas sim da resultante das forças que atuam no corpo para que ele realize o movimento curvilíneo. Para que o movimento curvilíneo como o MCU por exemplo aconteça, é necessário a presença de uma força resultante que aponte para o centro da curva possibilitando o movimento. Caso não exista essa força, o corpo não faria a curva, saindo na direção tangente à curva no ponto de estudo. A resultante centrípeta pode ser calculada por:

$$\vec{F}_{cp} = m \cdot \vec{a}_{cp}$$

Onde a_{cp} é o valor da aceleração centrípeta do movimento. Assim, a resultante centrípeta pode ser calculada por:

$$\vec{F}_{cp} = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

Onde R é o raio da curva. Vejamos dois exemplos:



No primeiro exemplo, temos uma pedra presa a um fio girando num MCU com velocidade v em módulo. A tensão no fio é o que prende o corpo à curva, e portanto a tensão T é a resultante centrípeta neste caso. No segundo exemplo,

temos um corpo dentro de uma esfera, como um globo da morte, ao passar pelo ponto mais baixo, atuam no corpo a força Peso e a força Normal. A resultante dessas forças aponta para o centro da curva, e portanto é a resultante centrípeta neste caso.

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1 – Uma força constante de 80N é aplicada num corpo de massa 2 kg, inicialmente em repouso. Sabendo que essa é a única força atuante e que ela atua paralelamente ao deslocamento do corpo, determine a velocidade do corpo após 5s.

Inicialmente podemos determinar a aceleração adquirida pelo corpo devido à ação da força. Assim teríamos:

$$F_r = m \cdot a$$

$$80 = 2 \cdot a$$

$$a = 40 \text{ m/s}^2$$

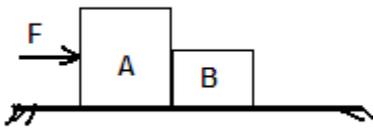
De posse da aceleração, podemos aplicar uma das relações vistas na cinemática para um MUV, e determinar a velocidade do corpo. Sendo assim:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$v = 0 + 40 \cdot 5$$

$$v = 200 \text{ m/s}$$

Exemplo 2 – Os corpos A e B movem-se juntos sobre uma superfície horizontal sem atrito, com aceleração de módulo 4 m/s^2 no sentido indicado pela figura. A força total F horizontal, que produz essa aceleração, tem intensidade de 100 N. A massa de B é 10 kg. Determine: (a) a massa de A (b) a força que A exerce sobre B.



- a) Inicialmente podemos imaginar o sistema como sendo composto por um único bloco de massa $M = M_A + M_B$. Esse bloco possui a aceleração de 4 m/s^2 , e portanto, aplicando a 2ª Lei de Newton, teríamos:

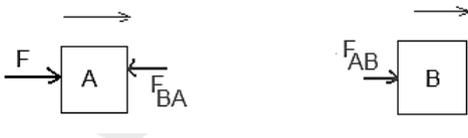
$$F_r = m \cdot a \Rightarrow F = (M_A + 10) \cdot a \Rightarrow 100 = (M_A + 10) \cdot 4$$

Desta forma, isolando M_A , teríamos:

$$M_A + 10 = 100/4 = 25$$

O que nos dá $M_A = 15 \text{ kg}$.

- b) Para encontrar a força que A exerce em B, isolamos os blocos pois se trata de uma força interna. Ao mesmo tempo em que A atua em B, B exerce uma força de igual valor em A no sentido contrário. Desta forma teríamos:

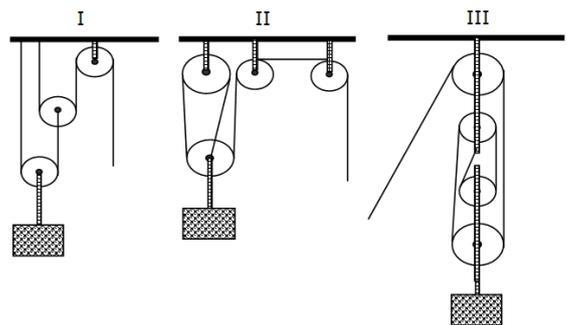


Escolhendo o corpo B, aplicaríamos a 2ª Lei e teríamos:

$$F_r = m \cdot a \Rightarrow F_{AB} = M_B \cdot a_B \Rightarrow F_{AB} = 10 \cdot 4 = 40 \text{ N.}$$

EXERCÍCIOS

- 1) (AFA) Um automóvel com o motorista e um passageiro move-se em movimento retilíneo uniforme. Repentinamente, o motorista faz uma curva para a esquerda, e o passageiro é deslocado para a direita. O fato relatado pode ser explicado pelo princípio da:
 - a) inércia.
 - b) ação e reação.
 - c) conservação de energia
 - d) conservação do momento angular.
- 2) (AFA) Assinale a alternativa correta.
 - a) As forças de ação e reação são duas forças sempre iguais.
 - b) O peso de um corpo é uma grandeza física que é igual a intensidade da força de reação do apoio.
 - c) A condição necessária e suficiente para um corpo permanecer em repouso é que a somatória de forças sobre ele seja zero.
 - d) Um canhão dispara um projétil para a direita e sofre um recuo para a esquerda. A variação da quantidade de movimento do sistema é nula.
- 3) (AFA) Para levantar um pequeno motor até determinada altura, um mecânico dispõe de três associações de polias:



Aquela(s) que exigirá(ão) **MENOR** esforço do mecânico é (são) somente

- a) I.
- b) II.
- c) I e III.
- d) II e III.

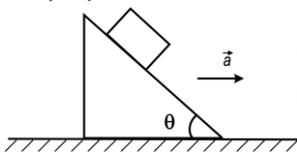
4) (EFOMM) Uma partícula de massa 1 kg se move ao longo do eixo Ox . O módulo da força, em newtons, que atua sobre a partícula é dado por $F(x) = 2x - 2$. Se a partícula estava em repouso na posição $x = 0$, a sua velocidade na posição $x = 4$ m é:

- a) 3,5 m/s.
- b) 4,0 m/s.
- c) 4,5 m/s.
- d) 5,0 m/s.

5) (EEAER) A relação entre o peso aparente P_A e o real P de um astronauta no interior de uma nave espacial que gira em torno da Terra, em órbita circular, é

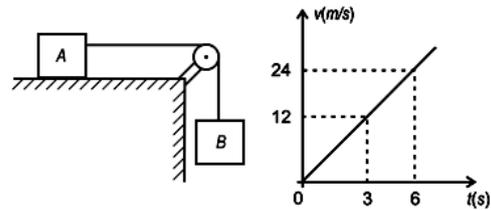
- a) $\frac{P_A}{P} = 0$.
- b) $\frac{P_A}{P} = 1$.
- c) $\frac{P_A}{P} > 1$.
- d) $\frac{P_A}{P} < 1$.

6) (AFA) Um bloco encontra-se em repouso sobre um plano inclinado que se move com aceleração horizontal de intensidade a , como indica a figura. Desprezando-se o atrito entre quaisquer superfícies, o valor de a é proporcional a



- a) $\operatorname{cosec}\theta$
- b) $\cotg\theta$
- c) $\operatorname{tg}\theta$
- d) $\cos\theta$

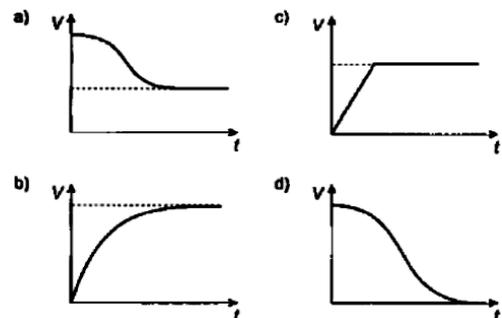
7) O conjunto abaixo, constituído de fio e polia ideais, é abandonado do repouso no instante $t = 0$ e a velocidade do corpo A varia em função do tempo segundo o gráfico dado.



Desprezando o atrito, a razão entre a massa de A e a massa de B é

- a) $\frac{3}{2}$
- b) $\frac{2}{3}$
- c) 2
- d) $\frac{1}{2}$

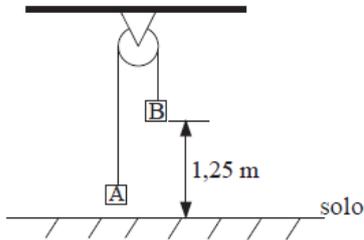
8) (AFA) Um paraquedista, ao saltar na vertical de um avião que se desloca na horizontal em relação ao solo, sofre uma redução crescente da aceleração até atingir a velocidade limite. O gráfico que **MELHOR** representa o módulo da componente vertical da velocidade do paraquedista em função do tempo, a partir do instante em que começa a cair, é



9) (EFOMM) Um sistema, inicialmente em repouso, é constituído por dois blocos A e B, de massas, respectivamente, iguais a 9 kg e 15 kg, que estão unidos por um fio que passa por uma polia presa ao teto, conforme pode ser

observado na figura. Logo após o sistema iniciar o movimento, qual o **tempo mínimo**, em s, necessário para que a parte inferior do bloco B toque o solo? (Considere o fio e a polia como ideais, a aceleração da gravidade

no local igual a 10 m/s^2 e despreze os efeitos da resistência do ar).



- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 2,5
- d) 3,0

10) (EEAER) Um bloco encontra-se em movimento retilíneo uniforme até que ao atingir a posição 2 m passa a estar sob a ação de uma única força, também na direção horizontal. Finalmente, na posição 12 m esse bloco atinge o repouso. O módulo, em newtons, e o sentido dessa força são

Considere que

1- o trabalho realizado por essa força seja igual a -100 J .

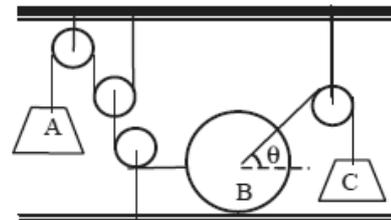
2- o referencial adotado seja positivo a direita.

- a) 20 para esquerda.
- b) 10 para esquerda.
- c) 20 para direita.
- d) 10 para direita.

11) (EFOMM) Considerando o conceito de constante elástica de uma mola (K), exposto na Lei de Hooke, podemos afirmar, corretamente, que

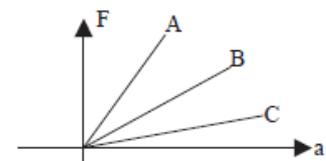
- a) Quanto maior for o valor de K de uma mola, mais fácil será deformá-la.
- b) Quanto maior for o valor de K de uma mola, mais difícil será deformá-la.
- c) O valor de K de uma mola nada tem a ver com a facilidade ou dificuldade em deformá-la.
- d) O valor de K de uma mola varia com a deformação que esta sofre ao ser submetida a uma força.

12) (EFOMM) No equilíbrio do sistema esquematizado, a esfera B está na iminência de sair do plano onde se apóia, isto é, não recebe a reação normal do apoio. Sabe-se que o bloco A e a esfera B pesam, respectivamente, 40 N e 60 N . Considere os fios e as roldanas (ideais) de massas desprezíveis. O peso do bloco C, em N, vale:



- a) 90
- b) 100
- c) 120
- d) 160

13) O gráfico a seguir relaciona as diferentes intensidades de forças que são aplicadas em três corpos diferentes, A, B e C, e as respectivas acelerações que imprimem. Sendo M_A , M_B e M_C as massas dos corpos A, B e C, respectivamente, podemos afirmar, corretamente que



- a) $M_A = M_B = M_C$
- b) $M_A > M_B > M_C$
- c) $M_A < M_B < M_C$
- d) $M_A < M_B > M_C$

14) (ESPCEX) Um bloco parte da posição 1 e desloca-se em movimento retilíneo uniformemente variado sobre uma superfície horizontal com atrito até parar na posição 3, conforme a figura abaixo.

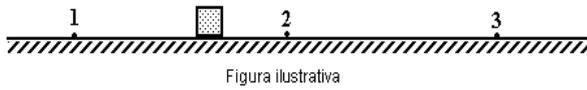
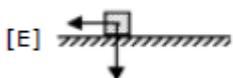
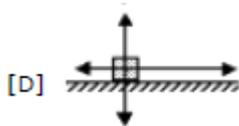
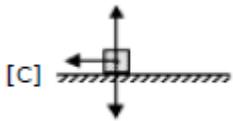
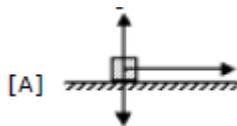


Figura ilustrativa

Desprezando a resistência do ar, o diagrama que melhor representa todas as forças que atuam sobre o bloco, quando ele está passando pelo ponto 2, é:

Obs.: Todas as forças estão representadas no centro de massa do bloco.



15) (ESPCEX) Dois blocos A e B, de massas respectivamente iguais a 8 kg e 6 kg, estão apoiados em uma superfície horizontal e perfeitamente lisa. Uma força horizontal, constante e de intensidade $F = 7 \text{ N}$, é aplicada no bloco A, conforme a figura abaixo.

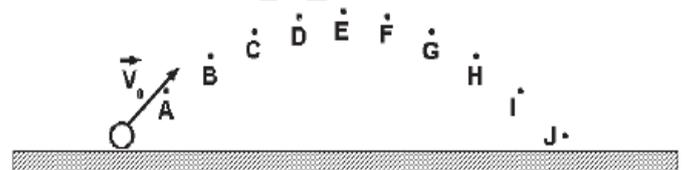


Figura Ilustrativa

Nessas condições, podemos afirmar que o bloco B adquire uma aceleração de:

- [A] $0,50 \text{ m/s}^2$.
- [B] $0,87 \text{ m/s}^2$.
- [C] $1,16 \text{ m/s}^2$.
- [D] $2,00 \text{ m/s}^2$.
- [E] $3,12 \text{ m/s}^2$.

16) (ESPCEX) Uma bola é lançada obliquamente a partir do solo, com velocidade inicial \vec{V}_0 , e descreve uma parábola, conforme representada no desenho abaixo. Os pontos de A até J representam posições sucessivas da bola. A força de resistência do ar é nula e o ponto E é o mais alto da trajetória.



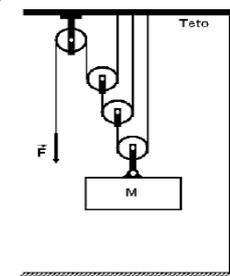
Desenho Ilustrativo

Com base nas informações acima, o desenho que representa corretamente a(s) força(s) que age(m) sobre a bola, no ponto B, quando ela está subindo, é:



17) (ESPCEX) Um trabalhador utiliza um sistema de roldanas conectadas por cordas para elevar uma caixa de massa $M = 60 \text{ kg}$. Aplicando uma força \vec{F} sobre a ponta livre da corda conforme representado no desenho abaixo, ele mantém a caixa suspensa e em equilíbrio. Sabendo que as cordas e as roldanas são ideais e considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , o módulo da força \vec{F} vale:

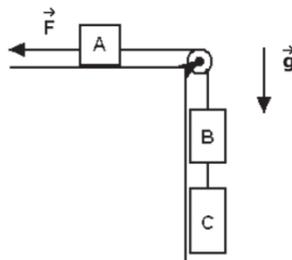
- [A] 10 N.
- [B] 50 N.
- [C] 75 N.
- [D] 100 N.
- [E] 150 N.



Desenho Ilustrativo

18) (EFOMM) Três blocos A, B e C de massas 4 kg, 6 kg e 8 kg, respectivamente, são dispostos, conforme representado no desenho abaixo, em um local onde a aceleração da gravidade g vale 10 m/s^2 . Desprezando todas as forças de atrito e considerando ideais as polias e os fios, a intensidade da força horizontal F que deve ser aplicada ao bloco A, para que o bloco C suba verticalmente com uma aceleração constante de 2 m/s^2 , é de:

- [A] 100 N.
- [B] 112 N.
- [C] 124 N.
- [D] 140 N.
- [E] 176 N.



19) (EFOMM) Deseja-se imprimir a um objeto de 5 kg, inicialmente em repouso, uma velocidade de 15 m/s em 3 segundos. Assim, a força média resultante aplicada ao objeto tem módulo igual a:

- [A] 3 N.
- [B] 5 N.
- [C] 15 N.
- [D] 25 N.
- [E] 45 N.

20) (AFA) Um elevador possui massa de 1500 kg. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , a tração no cabo do elevador, quando ele sobe vazio, com uma aceleração de 3 m/s^2 , é de:

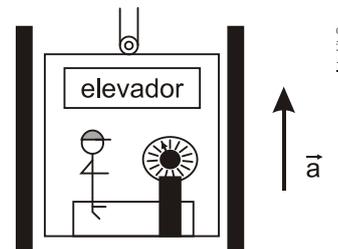
- [A] 4500 N
- [B] 6000 N
- [C] 15500 N
- [D] 17000 N
- [E] 19500 N

21) (ESPCEX) Um corpo de massa igual a 4 kg é submetido à ação simultânea e exclusiva de

duas forças constantes de intensidades iguais a 4 N e 6 N, respectivamente. O maior valor possível para a aceleração desse corpo é de:

- [A] $10,0 \text{ m/s}^2$
- [B] $6,5 \text{ m/s}^2$
- [C] $4,0 \text{ m/s}^2$
- [D] $3,0 \text{ m/s}^2$
- [E] $2,5 \text{ m/s}^2$

22) (ESPCEX) Uma pessoa de massa igual a 80 kg está dentro de um elevador sobre uma balança calibrada que indica o peso em newtons, conforme desenho abaixo. Quando o elevador está acelerado para cima com uma aceleração constante de intensidade $a = 2,0 \text{ m/s}^2$, a pessoa observa que a balança indica o valor de



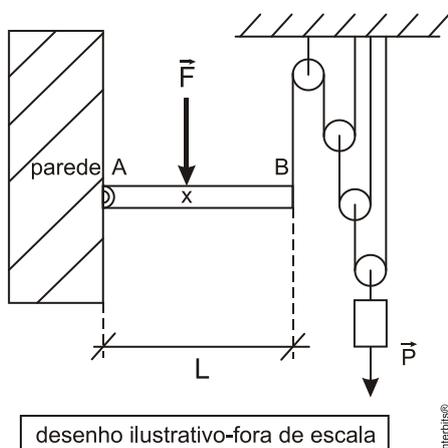
desenho ilustrativo-fora de escala

Dado: intensidade da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 160 N
- b) 640 N
- c) 800 N
- d) 960 N
- e) 1600 N

23) (ESPCEX) O desenho abaixo representa um sistema composto por cordas e polias ideais de mesmo diâmetro. O sistema sustenta um bloco com peso de intensidade P e uma barra rígida AB de material homogêneo de

comprimento L . A barra AB tem peso desprezível e está fixada a uma parede por meio de uma articulação em A . Em um ponto X da barra é aplicada uma força de intensidade F e na sua extremidade B está presa uma corda do sistema polias-cordas. Desprezando as forças de atrito, o valor da distância AX para que a força \vec{F} mantenha a barra AB em equilíbrio na posição horizontal é



- a) $\frac{P \cdot L}{8 \cdot F}$
- b) $\frac{P \cdot L}{6 \cdot F}$
- c) $\frac{P \cdot L}{4 \cdot F}$
- d) $\frac{P \cdot L}{3 \cdot F}$
- e) $\frac{P \cdot L}{2 \cdot F}$

AULA 10 - FORÇAS DE ATRITO

A força de atrito é uma força de natureza microscópica e existe devido ao “contato” entre as partes que deslizam umas sobre as outras. Basicamente o que ocorre é que microscopicamente as partes que realmente se tocam quando duas superfícies polidas se tocam é mínima, algo em torno de 1 parte em 10.000. Desta forma, no ponto de contato real, ocorre uma micro-solda que acaba prendendo as duas partes. Quando uma força maior do que esta de contato é aplicada sobre as partes, essa solda se quebra, liberando som e calor.

A força de atrito desta forma independe da área de contato, e o que realmente importa é a natureza dos materiais que se tocam.

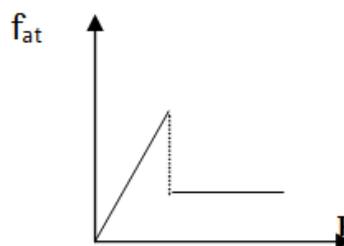
A força de atrito pode ser de dois tipos: **dinâmica** e **estática**.

A força de **atrito estático** ocorre quando dois corpos em contato não deslizam entre si, mesmo quando submetidos à ação de uma força externa. A força de **atrito dinâmico** ocorre quando uma força externa faz com que uma superfície deslize sobre outra e durante esse movimento as soldas vão se formando e se quebrando sucessivamente.

A força de atrito é calculada por:

$$\vec{f}_{at} = \mu \cdot \vec{N}$$

Onde o coeficiente de atrito μ pode ser μ_e (estático) ou μ_d (dinâmico) dependendo do tipo de força. Importante lembrar que $\mu_e > \mu_d$ já que é necessário uma força maior para quebrar as soldas do que para manter o corpo em movimento. O gráfico da força de atrito em função de uma força F aplicada sobre o corpo é dado abaixo:



Podemos notar que em princípio ele é linear com a força (estático). Quando a força F atinge o valor máximo para quebrar as soldas, a força F se torna maior que o atrito estático e o corpo se move com a força de atrito dinâmico sendo constante.

A força de resistência do ar, frequentemente desconsiderada nos exercícios, também é uma força de atrito. Essa força de resistência depende da velocidade do corpo. Ela atua a partir do início do movimento do corpo pelo ar, e vai aumentando sua intensidade na medida em que a velocidade vai aumentando. Quando a resistência do ar assume um valor igual ao da força que está provocando o movimento, a força resultante sobre o corpo passa a ser zero, e desta forma, o corpo desenvolve sua trajetória com velocidade constante, denominada **velocidade limite** ou terminal. A força de resistência do ar é dada por:

$$R = k \cdot v^2$$

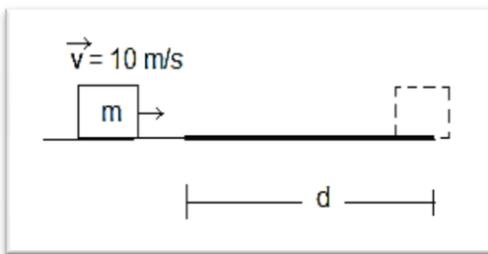
Onde k é uma constante que depende do meio. A constante k é igual a:

$$k = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot C_x$$

Onde ρ é a densidade do meio, A é a área de contato perpendicular ao movimento e C_x é o coeficiente de arrasto aerodinâmico, para os carros é aproximadamente 0,5.

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1 – Um corpo de massa igual a 4 kg desloca-se numa superfície completamente polida, com uma velocidade constante de 10 m/s. Após um certo tempo, ele encontra uma superfície áspera, com coeficiente de atrito cinético entre o corpo e a mesma de 0,2. Supondo ambas as superfícies horizontais, determine a distância em metros, que o corpo percorre na superfície áspera até parar. ($g=10 \text{ m/s}^2$)



Inicialmente podemos determinar a aceleração adquirida pelo corpo devido à ação da força de atrito, que neste caso é a força resultante que atua sobre o corpo. Assim teríamos:

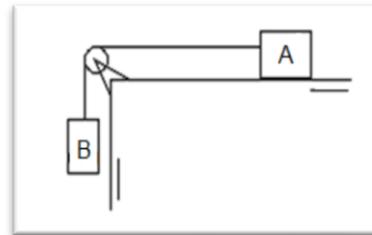
$$\begin{aligned} Fr &= m \cdot a \\ -fat &= m \cdot a \\ -\mu \cdot \vec{N} &= m \cdot a \\ -\mu \cdot \vec{P} &= m \cdot a \\ -\mu \cdot m \cdot g &= m \cdot a \\ a &= -\mu \cdot \frac{g}{m} = -0,2 \cdot \frac{10}{4} = -0,5 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Agora podemos determinar a distância percorrida pelo corpo enquanto a força de atrito atuou sobre ele, assim:

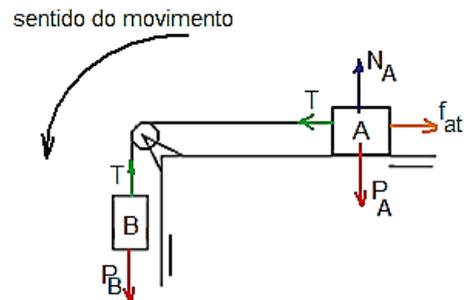
$$\begin{aligned} v^2 &= v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \\ (0)^2 &= (10)^2 + 2 \cdot (-0,5) \cdot d \end{aligned}$$

$$d = 100 \text{ m}$$

Exemplo 2 – A figura representa dois corpos de massa $m_A = 6 \text{ kg}$ e $m_B = 4 \text{ kg}$ ligados por um fio flexível e inextensível, de massa desprezível e o coeficiente de atrito entre o corpo de massa m_A e o plano horizontal é $\mu=0,40$. Sendo $g=10 \text{ m/s}^2$, calcule: (a) a aceleração do sistema (b) a tensão no fio.



a) Inicialmente podemos determinar a aceleração adquirida pelo sistema representando todas as forças que atuam sobre ele, escolhendo um sentido de movimento para o conjunto e aplicando a 2ª Lei de Newton. Assim teríamos:

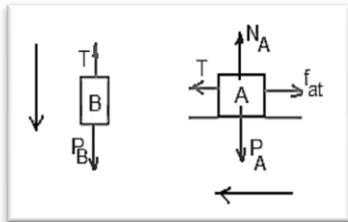


No sentido do movimento, teríamos (desprezando-se a tensão T no fio que é uma força interna):

$$\begin{aligned} Fr &= m \cdot a \\ P_B - fat_A &= (m_A + m_B) \cdot a \\ m_B \cdot g - \mu \cdot N_A &= (m_A + m_B) \cdot a \\ m_B \cdot g - \mu \cdot P_A &= (m_A + m_B) \cdot a \\ 4 \cdot 10 - 0,4 \cdot 60 &= (6 + 4) \cdot a \\ 16 &= 10 \cdot a \\ a &= 1,6 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

b) Para a Tensão no fio, como se trata de uma força interna, devemos isolar os blocos e escolher um deles para aplicar a

2ª Lei de Newton. Escolhendo o corpo B, teríamos:



$$Fr = m \cdot a$$

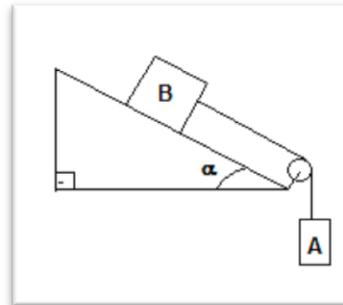
$$P_B - T = m_B \cdot a$$

$$40 - T = 4 \cdot 1,6$$

$$40 - 6,4 = T$$

$$T = 33,6 \text{ N}$$

- c) 0,875
- d) 1,33



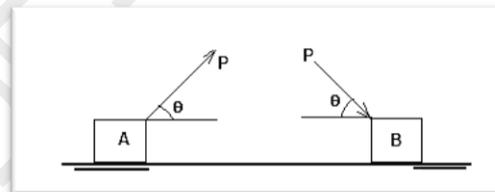
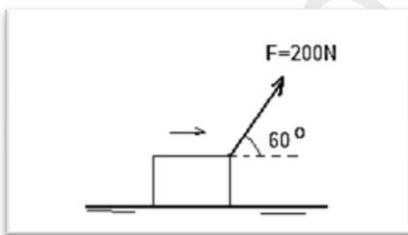
- 3) Dois blocos A e B estão sujeitos a forças de mesma intensidade P, como na figura, sendo que A é puxado e B empurrado. Os corpos se deslocam com velocidade constante. Suas massas são iguais. Entre qual corpo e a superfície de apoio o coeficiente de atrito é maior?

EXERCÍCIOS

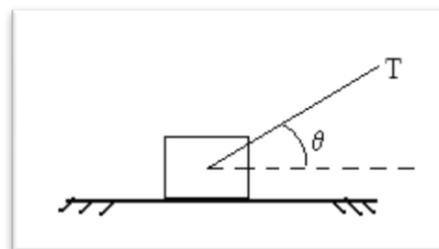
- 1) (ESPCEX) O bloco da figura move-se com velocidade constante, no sentido indicado. A força de atrito em newtons, vale:

Dados: $\cos 60 = 0,5$ $\sin 60 = 0,86$

- a) 100
- b) 116
- c) 150
- d) 172
- e) 86



- 4) (ESPCEX) Um bloco de massa m é arrastado à velocidade constante sobre uma superfície horizontal por uma força aplicada a uma corda, conforme o esquema da figura abaixo. Sendo μ o coeficiente de atrito entre as superfícies, o módulo de fat é:



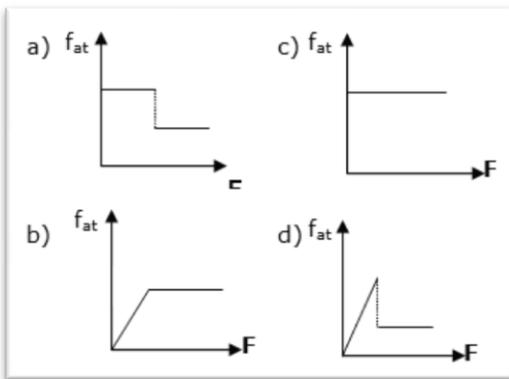
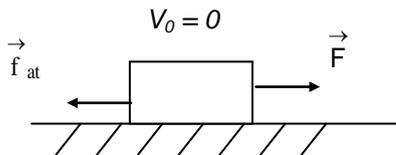
- 2) (AFA) A ilustração abaixo refere-se a uma certa tarefa na qual o bloco B, dez vezes mais pesado que o A, deverá descer pelo plano inclinado com velocidade constante. Considerando que o fio e a polia são ideais, o coeficiente de atrito cinético entre o bloco B e o plano deverá ser:

Dados: $\sin \alpha = 0,6$ $\cos \alpha = 0,8$

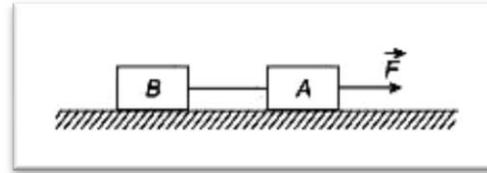
- a) 0,500
- b) 0,750

- a) $\mu(T - mg)$
- b) $\mu(mg + T \sin \theta)$
- c) $T \cos \theta$
- d) $T \sin \theta$
- e) $T (\tan \theta + m)$

- 5) (AFA) Sobre uma partícula situada num plano horizontal aplica-se uma força \vec{F} variável, somente em módulo, cujo valor cresce desde zero. Assinale, dentre os gráficos abaixo, aquele que **MELHOR** representa a intensidade da força de atrito (f_{at}) em função da força (F) aplicada.

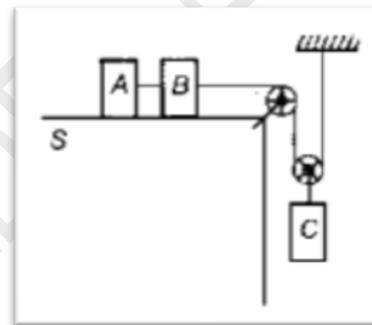


- 6) (EFOMM) Um automóvel desloca-se numa estrada horizontal com velocidade constante de 30 m/s. Num dado instante o carro é freado e, até parar, desliza sobre a estrada numa distância de 75 m. O coeficiente de atrito entre os pneus e a estrada vale
- 0,4.
 - 0,6.
 - 0,5.
 - 0,3.
- 7) (AFA) Os blocos A e B, de massas iguais a 2 kg e 3 kg, respectivamente, ligados por um fio ideal, formam um sistema que submetido a ação de uma força constante F de intensidade 15 N, desloca-se com aceleração de 1 m/s^2 , conforme a figura abaixo. Se a tração no fio que liga os blocos durante o deslocamento é de 9 N, pode-se afirmar que a razão entre os coeficientes de atrito dos blocos A e B com a superfície

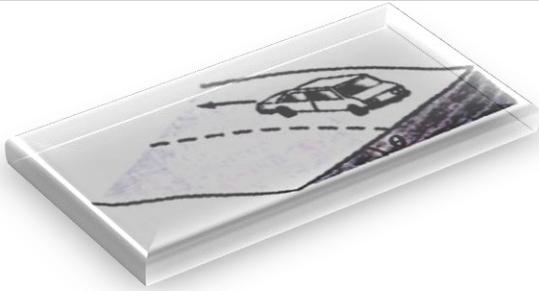


- 1
- $3/2$
- $2/3$
- $1/3$

- 8) (ITA) Três blocos, cujas massas $m_A = m_B = m$ e $m_C = 2m$, são ligados através de fios e polias ideais, conforme a figura. Sabendo-se que C desce com uma aceleração de 1 m/s^2 e que 0,2 é coeficiente de atrito entre B e a superfície S, pode-se afirmar que o coeficiente de atrito entre A e S vale



- 0,10
 - 0,20
 - 0,30
 - 0,40
- 9) (AFA) Com relação à força de atrito, apresentam-se três situações e uma afirmação relativa a cada uma.
- Situação 1: Um automóvel faz uma curva em que o lado interno da pista é mais baixo que o lado externo.



Afirmção 1: A força de atrito entre os pneus e a pista depende do número de passageiros do automóvel.

Situação 2: Duas crianças de diferentes pesos descem um toboágua permanecendo em contato físico.



Afirmção 2: Por efeito da força de atrito, a criança mais leve, que está na frente, será empurrada pela outra.

Situação 3: Uma pessoa se movimenta em relação ao solo.



Afirmção 3: A força de atrito é oposta ao sentido de movimento da sola do sapato.

Estão corretas as afirmações:

- a) 1 e 2 apenas.
- b) 2 e 3 apenas.
- c) 1 e 3 apenas.
- d) 1, 2 e 3.

10) (EFOMM) Das afirmativas a seguir sobre os valores das forças envolvidas no fenômeno de atrito entre um bloco e uma superfície, segundo as Leis de Coulomb, a única que **não** está correta é

- a) A força de atrito de escorregamento depende da natureza das superfícies em contato.
- b) A força de atrito de escorregamento é independente da área de contato entre as superfícies.
- c) A força de atrito estático tem valor máximo igual ao valor do coeficiente de atrito multiplicado pela força normal (perpendicular) às superfícies em contato.
- d) A força de atrito dinâmico é sempre maior que a força de atrito estático máxima.

11) (EEAER) Um corpo de massa m cai de uma altura h , até o chão. Se considerarmos o atrito com o ar, podemos concluir, corretamente, que, nesse caso, a energia mecânica

- a) é nula, pois o atrito é uma força dissipativa.
- b) conserva-se, pois a energia não pode ser destruída e nem criada, apenas transformada.
- c) conserva-se, pois a força peso cancela a existência de atrito e, assim, o corpo cai com velocidade constante.
- d) não se conserva, pois a energia potencial não será convertida totalmente em energia cinética.

12) (EFOMM) Dois estudantes estão alterando a disposição dos móveis na república estudantil onde residem. Ao tentarem arrastar um grande baú que possuem, não conseguem movê-lo. Das alternativas a seguir assinale aquela que indica uma iniciativa, fisicamente correta, dos estudantes para conseguirem deslocar o baú.

- a) Colocar o baú de pé para que, diminuindo a área de contato do baú com o chão, possam minimizar o atrito.
- b) Amarrar uma corda no baú e puxá-la horizontalmente e, dessa forma, somar às suas forças a tração que surge na corda.
- c) Colocar um tapete embaixo do baú para que, dessa forma, haja uma diminuição do

coeficiente de atrito e , conseqüentemente, da força de atrito.

d) Um dos estudantes deverá sentar sobre o baú para que assim, o outro estudante consiga um maior apoio e possa puxar mais facilmente o baú.

- 13) (ESPCEX) Um bloco B sobe a rampa de um plano inclinado, descrevendo um movimento retilíneo uniformemente acelerado. Sobre ele, age uma força \vec{F} constante, conforme a figura abaixo. Há força de atrito entre as superfícies do bloco e da rampa.

Com relação às forças que agem no bloco, podemos afirmar que:

- [A] a força \vec{F} realiza um trabalho negativo.
- [B] a força peso realiza um trabalho positivo.
- [C] a força normal não realiza trabalho.
- [D] a força de atrito não realiza trabalho.
- [E] a força resultante não realiza trabalho.

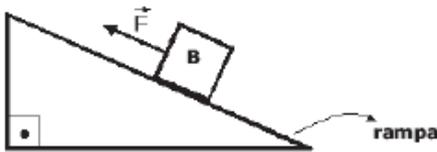
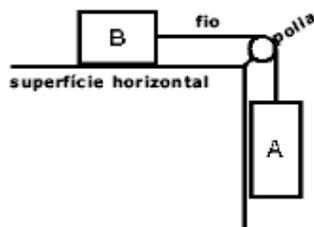


Figura Ilustrativa

- 14) (ESPCEX) Dois blocos A e B, de massas $M_A = 5 \text{ kg}$ e $M_B = 3 \text{ kg}$ estão dispostos conforme o desenho abaixo em um local onde a aceleração da gravidade vale 10 m/s^2 e a resistência do ar é desprezível. Sabendo que o bloco A está descendo com uma velocidade constante e que o fio e a polia são ideais, podemos afirmar que a intensidade da força de atrito entre o bloco B e a superfície horizontal é de:

- [A] 0 N.
- [B] 30 N.
- [C] 40 N.
- [D] 50 N.
- [E] 80 N.



Desenho Ilustrativo

AULA 11 - TRABALHO E ENERGIA MECÂNICA**Trabalho de uma Força**

A palavra trabalho está presente em nossas vidas em diversas oportunidades, sempre lembrando algo que temos de fazer, e que geralmente nos consumirá certa energia. Fisicamente, a palavra trabalho não difere muito desse conceito que trazemos desde criança conosco. Na verdade o trabalho na física pode ser definido como uma energia necessária à realização de determinada atividade, geralmente o deslocamento de um corpo de um ponto a outro.

Para que um corpo altere seu estado de movimento, é necessária a aplicação de uma força resultante sobre ele. Vimos que um dos efeitos da aplicação dessa força é uma aceleração, que por sua vez provoca um deslocamento do corpo por uma determinada distância. O trabalho realizado pode ser determinado pela relação entre essa causa (força) e o efeito (deslocamento) do corpo:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

Onde o ângulo θ é o ângulo entre o vetor força e o vetor deslocamento do corpo. Note que se a força aplicada for perpendicular ao deslocamento do corpo ela não realiza trabalho sobre ele. No SI, a unidade de trabalho é o **Joule**, onde temos que $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \times 1 \text{ m}$.

Quando várias forças atuarem simultaneamente sobre o corpo, o trabalho total pode ser dado pela soma dos trabalhos individuais de cada força, que é equivalente ao trabalho da força resultante.

Um caso interessante é o trabalho realizado pela força peso. Quando elevamos um corpo a uma altura h a partir de uma posição h_0 , o trabalho realizado pela força peso é dado por:

$$\tau = - m \cdot g \cdot \Delta h$$

Note que este trabalho depende somente da diferença de altura imposta ao corpo dentro do campo gravitacional, independentemente do caminho escolhido para esse deslocamento. Isso é uma característica de campos conservativos e podemos resumir da seguinte forma:

“O trabalho da força peso independe do caminho”

Podemos definir o rendimento de um motor por exemplo, através do cálculo do trabalho útil pelo trabalho total realizado, ou seja:

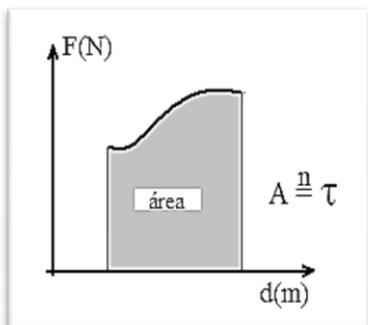
$$\eta = \frac{\tau_{\text{util}}}{\tau_{\text{total}}}$$

A rapidez com que um trabalho é realizado é denominado potência. Quanto mais rápido um trabalho for realizado, mais potente terá sido o agente causador do movimento. A potência é definida por:

$$P = \frac{\tau}{\Delta t}$$

No SI, a potência é dada em **Watts**, onde $1 \text{ W} = 1 \text{ J} / 1 \text{ s}$.

Podemos notar pela definição de trabalho, que para que possamos aplicar a relação, é necessária a presença de uma força constante. Em alguns casos, a força é variável e o trabalho pode ser calculado pela área sob a curva $F \times d$.



Conservação da Energia Mecânica

Na física, podemos definir energia como algo capaz de realizar trabalho. Embora este conceito seja muito simples e certamente vago em alguns pontos, ela define bem o que podemos fazer quando se tem energia: realizar um trabalho.

Na natureza, a energia pode ser encontrada em diversas formas: energia luminosa, sonora, elétrica, etc. No momento estamos interessados em um tipo particular de energia, denominada energia mecânica, relacionada à dinâmica dos corpos.

A energia mecânica é definida como a soma das energias relacionadas ao movimento dos corpos. Podemos defini-la por:

$$E_M = E_C + E_p + E_{pel}$$

Onde E_C é denominada energia cinética, que está diretamente relacionada ao movimento dos corpos. Um corpo só possui energia cinética se estiver em movimento em relação a um referencial inercial definido. É dada por:

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2$$

A energia potencial é uma energia que pode ser "armazenada" nos corpos. Isto se dá dependendo do tipo de campo em que o corpo está imerso. Por exemplo, devido à grande massa

da Terra, nosso planeta cria ao seu redor um campo de atração denominado campo gravitacional, e todo corpo imerso neste campo sente essa atração. Desta forma, um corpo dentro desse campo pode armazenar sob certas condições, energia capaz de realizar um determinado trabalho. Essa energia armazenada devido ao campo gravitacional da Terra é denominada Energia Potencial Gravitacional, e existe desde que haja uma altura em relação a um ponto de referência neste campo, geralmente o solo. É definida por:

$$E_p = m.g.h$$

A energia potencial, também pode ser encontrada em corpos elásticos como uma mola por exemplo. Ao comprimirmos uma mola, estamos dando a ela parte de nossa energia, que fica na mola, e pode ser usada no futuro, por exemplo, para atirar uma flecha. Essa energia potencial de corpos elásticos ou simplesmente energia potencial elástica é definida por:

$$E_{pel} = \frac{1}{2}k.x^2$$

Na expressão acima, k é a chamada constante elástica da mola e x a deformação imposta à mola.

Num sistema conservativo, ou seja, um sistema em que as forças que ali atuam, não dissipam energia, vale um dos principais princípios da física: O princípio da Conservação da Energia Mecânica. Esse princípio nos diz que a energia mecânica em tais condições, não pode ser criada nem destruída, apenas muda de forma. Sendo assim, a energia mecânica se conserva.

$$EM \text{ (antes)} = EM \text{ (depois)}$$

Aqui (antes) e (depois) referem-se a um determinado evento em questão, por exemplo: atirar uma pedra para cima num local onde podemos desprezar todos os atritos.

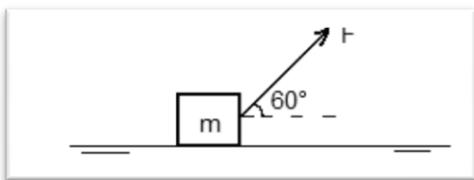
Teorema Trabalho – Energia Cinética

Um importante teorema da física refere-se ao fato de que para alterar a velocidade de um corpo, devemos dar ou retirar energia cinética do corpo, ou seja, realizar trabalho sobre ele. Assim, o trabalho realizado por uma força sobre um corpo (causa), faz com que sua velocidade se altere, ou seja, altera sua energia cinética. Desta forma temos o chamado Teorema trabalho energia:

$$\tau = \Delta E_c = E_c(\text{final}) - E_c(\text{inicial})$$

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1 – Um bloco de 30 kg é puxado por uma força F , de intensidade de $F=40N$, que forma com a horizontal um ângulo de 60° , sofrendo um deslocamento de 20 m. Calcule o trabalho realizado pela força F .



Podemos determinar o trabalho realizado no deslocamento de 20 m usando a definição de trabalho, já que a força é constante. Assim temos:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

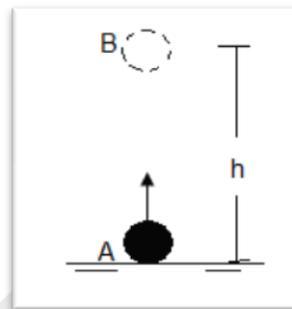
$$\tau = 40 \cdot 20 \cdot \cos 60^\circ$$

$$\tau = 800 \cdot \frac{1}{2} = 400 J$$

Note que o trabalho é positivo, sendo chamado de trabalho motor. O trabalho negativo é chamado de trabalho resistente, ou seja, ele tira energia do corpo durante o deslocamento.

Exemplo 2 – Uma pedra com massa $m= 0,10 \text{ kg}$ é lançada verticalmente para cima com velocidade de 20 m/s. Qual a altura máxima atingida pela pedra? Considere $g =10 \text{ m/s}^2$ e despreze a resistência do ar.

Inicialmente devemos notar que não existe nenhum tipo de atrito no movimento, desta forma a energia mecânica se conserva. Chamando o ponto de lançamento de A, e o ponto de altura máxima de B, temos:



$$EM_A = EM_B$$

$$E_{c_A} + E_{p_A} + E_{PEL_A} = E_{c_B} + E_{p_B} + E_{PEL_B}$$

Podemos simplificar a expressão notando que não temos corpos elásticos envolvidos no problema, portanto nem no ponto A nem no ponto B teríamos o termo de energia potencial. Da mesma forma, no ponto A não existe altura em relação ao solo, ou seja, não temos o termo de energia potencial em A. Já no ponto B, não teríamos o termo de energia cinética, já que no ponto mais alto o corpo para. Sendo assim teríamos:

$$E_{c_A} = E_{p_B}$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v_A^2 = m \cdot g \cdot h$$

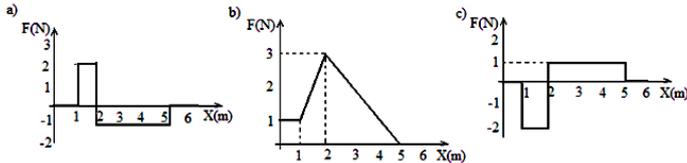
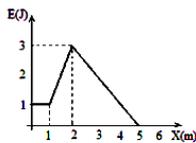
$$\frac{1}{2} v_A^2 = g \cdot h$$

$$\frac{1}{2}(20)^2 = 10 \cdot h$$

$$h = \frac{200}{10} = 20 \text{ m}$$

EXERCÍCIOS

- 1) (UnB) A energia cinética E de um corpo de massa m , que se desloca sobre uma reta, é mostrada na figura em função do deslocamento X . O gráfico da força resultante que atua sobre o corpo, em função do deslocamento X , é:



- 2) (EEAER) Quando um corpo é elevado verticalmente por uma força constante maior que seu peso, há variação
- apenas da energia cinética.
 - apenas da energia potencial.
 - tanto da energia cinética como da potencial.
 - da energia cinética, da energia potencial e do trabalho.

- 3) (ESPCEX) Uma bomba necessita enviar 200 ℓ de óleo a um reservatório colocado a 6 metros de altura, em 25 minutos. A potência média da bomba, em watts, para que isso ocorra, é aproximadamente:

Dado: densidade do óleo = 0,8 kg/l

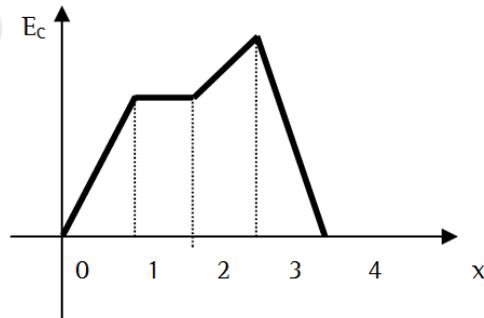
a) 5,15

- 6,40
- 7,46
- 8,58

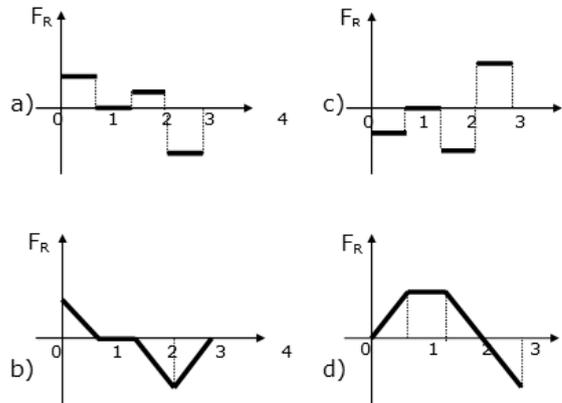
- 4) (AFA) Uma bola de borracha é lançada verticalmente para baixo com energia cinética K_1 , a partir de uma altura h . Após colidir elasticamente com o solo, a bola desloca-se para cima atingindo um ponto cuja altura é 25% maior que a da posição inicial. Considere K_2 a energia cinética da bola imediatamente antes de chocar-se com o solo e calcule a razão K_1/K_2 . Despreze a resistência do ar.

- 0,25
- 0,20
- 0,75
- 1,25

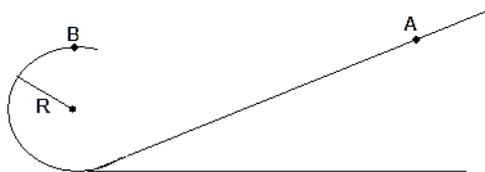
- 5) (AFA) A energia cinética E_C de um corpo de massa m que se desloca sobre uma superfície horizontal e retilínea é mostrada no gráfico em função do deslocamento x .



O gráfico da força resultante F_R que atua sobre o corpo em função do deslocamento x é:

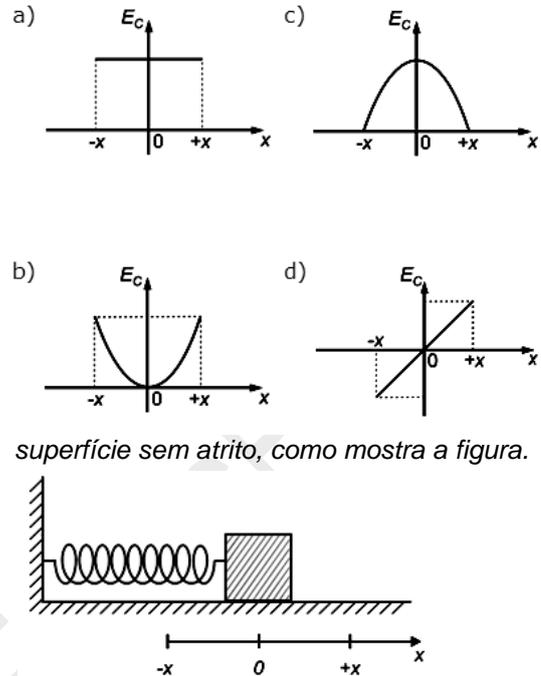


- 6) (EFOMM) A figura abaixo representa uma pista pertencente ao plano vertical. O raio R da parte circular vale 4 m. Um corpo parte do repouso no ponto A. Desprezando o atrito e a resistência do ar e considerando que, em B, a força que comprime o móvel contra a pista vale $1/4$ do seu peso, pode-se afirmar que, a sua velocidade em B vale, em m/s, aproximadamente:

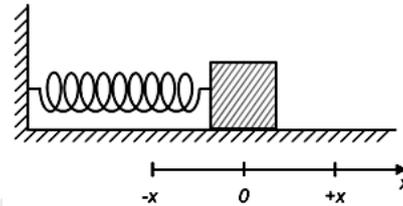


- a) 3,2.
b) 7,1.
c) 5,5.
d) 6,3.
- 7) (ESPCEX) Um homem de dois metros de altura, com peso igual a 900 N, preso por um dos pés a uma corda elástica, pula de uma ponte de 100 m de altura sobre um rio. Sendo a constante elástica da corda equivalente a 300 N/m e seu comprimento igual a 72 m, pode-se afirmar que a menor distância entre a cabeça do homem e a superfície da água foi, em metros:
- a) 0
b) 4
c) 6
d) 2
- 8) (ESPCEX) Um corpo é abandonado em queda livre, a partir do repouso, sob ação da gravidade. Se sua velocidade, depois de perder uma quantidade E de energia potencial gravitacional, é v , pode-se concluir que a massa do corpo é dada por
- a) $2Ev$
b) $2Ev^2$
c) $\frac{2v^2}{E}$
d) $\frac{2E}{v^2}$

- 9) (AFA) Um bloco ligado a uma mola presa a um parede oscila em torno de 0, sobre uma



superfície sem atrito, como mostra a figura.



O gráfico que **MELHOR** representa a energia cinética E_c em função de x é:

- 10) (EEAER) Um guindaste eleva uma carga de 3.103 kg a uma altura de 12 m em 40 s. Se esse guindaste fosse substituído por outro, com o dobro da potência média, qual seria o tempo gasto para realizar o mesmo trabalho? (considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e despreze as perdas)
- a) 10 s
b) 15 s
c) 20 s
d) 30 s
- 11) (EEAER) O motor de um guindaste em funcionamento, consome 1,0 kW para realizar um trabalho de 10^4 J , na elevação de um bloco de concreto durante 20 s. O rendimento deste motor é de
- a) 5 %.
b) 10 %.
c) 20 %.
d) 50 %.
- 12) (EFOMM) Em uma montanha russa, o carrinho é elevado até uma altura de 54,32

metros e solto em seguida. Cada carrinho tem 345 kg de massa e suporta até 4 pessoas de 123 kg cada. Suponha que o sistema seja conservativo, despreze todos os atritos envolvidos e assinale a alternativa que completa corretamente a frase abaixo, em relação à velocidade do carrinho na montanha russa. A velocidade máxima alcançada ...

- a) independe do valor da aceleração da gravidade local.
- b) é maior quando o carrinho está com carga máxima.
- c) é maior quando o carrinho está vazio.
- d) independe da carga do carrinho.

13) Na Idade Média, os exércitos utilizavam catapultas chamadas "trabucos". Esses dispositivos eram capazes de lançar projéteis de 2 toneladas e com uma energia cinética inicial igual a 4000 J. A intensidade da velocidade inicial de lançamento, em m/s, vale

- a) 1.
- b) 2.
- c) 2,3.
- d) 2,2.

14) (AFA) Uma mola, de comprimento igual a 10 cm e constante elástica 10N/m, é comprimida em 2cm pelo peso de um bloco de massa M. A energia potencial elástica acumulada, em J, vale

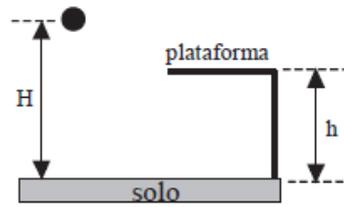
- a) 0,002.
- b) 0,200.
- c) 20,00.
- d) 320,0.

15) Um disco de massa igual a 2,0 kg está em movimento retilíneo sobre uma superfície horizontal com velocidade igual a 8,0 m/s, quando sua velocidade gradativamente reduz para 4,0 m/s. Determine o trabalho, em J, realizado pela força resistente nesta situação.

- a) - 48.
- b) - 60.
- c) + 60.
- d) + 100.

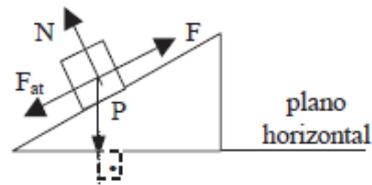
16) (ESPCEX) Um corpo de massa m está a uma altura H em relação ao solo. Considerando uma plataforma de altura h em relação ao solo, conforme a figura, podemos afirmar, corretamente, que a energia potencial

gravitacional do corpo, em relação à plataforma, é dada por



- a) $mg(H - h)$
- b) $mg(h + H)$
- c) mgh
- d) mgH

17) Considere um bloco subindo um plano inclinado que oferece atrito. De todas as forças que atuam no bloco quantas não realizam trabalho?



- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

18) (AFA) Uma mola ideal de constante elástica $k = 256 \text{ N/m}$ está presa a um anteparo fixo e é comprimida de 0,5 m contra ele por um bloco A de massa 2 kg. O bloco A não está preso à mola e se apoia sobre uma superfície horizontal e sem atrito. Soltando-se a mola, esta empurra o bloco ao longo da superfície até perderem o contato entre si. O bloco prossegue deslizando até realizar um choque perfeitamente inelástico com um bloco B de massa 2 kg, inicialmente em repouso, conforme a figura abaixo.

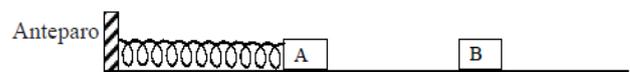


Figura ilustrativa

Desprezando todas as forças dissipativas, pode-se afirmar que a velocidade final dos dois blocos será de:

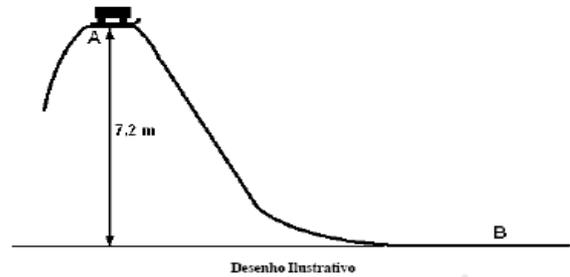
- [A] 4 m/s.
- [B] $2\sqrt{2}$ m/s.
- [C] $4\sqrt{2}$ m/s.
- [D] $\sqrt{2}$ m/s
- [E] $\frac{\sqrt{2}}{2}$ m/s.

19) (ESPCEX) Um menino de 30 kg desce em um escorregador de altura 3 m, a partir do repouso, em um local onde a aceleração da gravidade vale 10 m/s^2 . Sabendo que 40% da sua energia mecânica inicial são dissipados durante a descida, pode-se afirmar que a velocidade do menino ao atingir o solo é de:

- [A] $2\sqrt{15}$ m/s.
- [B] 6 m/s.
- [C] $2\sqrt{6}$ m/s.
- [D] 3 m/s.
- [E] $\frac{\sqrt{15}}{2}$ m/s.

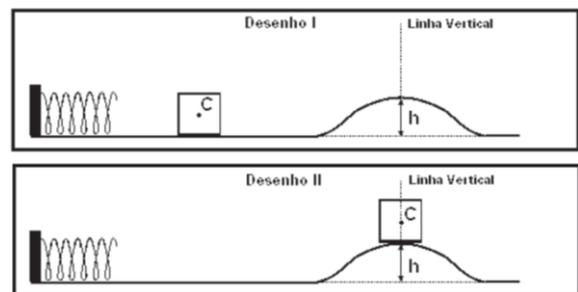
20) (ESPCEX) Um trenó, de massa M , desce uma montanha partindo do ponto A, com velocidade inicial igual a zero, conforme desenho abaixo. Desprezando-se todos os atritos e considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , quando o trenó atingir o ponto B, que se encontra 7,2 m abaixo do ponto A, sua velocidade será de:

- [A] 6 m/s.
- [B] $6\sqrt{2}$ m/s.
- [C] 12 m/s.
- [D] $12\sqrt{2}$ m/s.
- [E] 144 m/s.



21) (AFA) A mola ideal, representada no desenho I abaixo, possui constante elástica de 256 N/m. Ela é comprimida por um bloco, de massa 2 kg, que pode mover-se numa pista com um trecho horizontal e uma elevação de altura $h = 10 \text{ cm}$. O ponto C, no interior do bloco, indica o seu centro de massa. Não existe atrito de qualquer tipo neste sistema e a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s^2 . Para que o bloco, impulsionado exclusivamente pela mola, atinja a parte mais elevada da pista com a velocidade nula e com o ponto C na linha vertical tracejada, conforme indicado no desenho II, a mola deve ter sofrido, inicialmente, uma compressão de:

- [A] $1,50 \cdot 10^{-3} \text{ m}$.
- [B] $1,18 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.
- [C] $1,25 \cdot 10^{-1} \text{ m}$.
- [D] $2,5 \cdot 10^{-1} \text{ m}$.
- [E] $8,75 \cdot 10^{-1} \text{ m}$.



22) (AFA) Um bloco, puxado por meio de uma corda inextensível e de massa desprezível, desliza sobre uma superfície horizontal com atrito, descrevendo um movimento retilíneo e uniforme. A corda faz um ângulo de 53° com a horizontal e a tração que ela transmite ao

bloco é de 80 N. Se o bloco sofrer um deslocamento de 20 m ao longo da superfície, o trabalho realizado pela tração no bloco será de:

(Dados: $\text{sen } 53^\circ = 0,8$ e $\text{cos } 53^\circ = 0,6$)

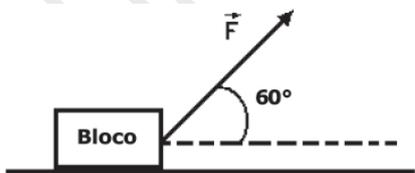
- [A] 480 J.
- [B] 640 J.
- [C] 960 J.
- [D] 1280 J.
- [E] 1600 J.

23) (EFOMM) Um corpo de massa 4 kg está em queda livre no campo gravitacional da Terra e não há nenhuma força dissipativa atuando. Em determinado ponto, ele possui uma energia potencial, em relação ao solo, de 9 J, e sua energia cinética vale 9 J. A velocidade do corpo, ao atingir o solo, é de:

- [A] 5 m/s
- [B] 4 m/s
- [C] 3 m/s
- [D] 2 m/s
- [E] 1 m/s

24) (ESPCEX) Uma força constante de intensidade 25 N atua sobre um bloco e faz com que ele sofra um deslocamento horizontal. A direção da força forma um ângulo de 60° com a direção do deslocamento. Desprezando todos os atritos, a força faz o bloco percorrer uma distância de 20 m em 5 s. A potência desenvolvida pela força é de:

Dados: $\text{sen } 60^\circ = 0,87$
 $\text{cos } 60^\circ = 0,50$



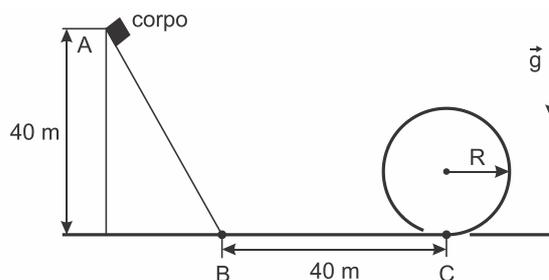
- [A] 87 W
- [B] 50 W
- [C] 37 W
- [D] 13 W
- [E] 10 W

25) (EEAER) Um carrinho parte do repouso, do ponto mais alto de uma montanha-russa. Quando ele está a 10 m do solo, a sua velocidade é de 1 m/s. Desprezando todos os atritos e considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , podemos afirmar que o carrinho partiu de uma altura de

- [A] 10,05 m
- [B] 12,08 m
- [C] 15,04 m
- [D] 20,04 m
- [E] 21,02 m

26) (ESPCEX) Um corpo de massa 300 kg é abandonado, a partir do repouso, sobre uma rampa no ponto A, que está a 40 m de altura, e desliza sobre a rampa até o ponto B, sem atrito. Ao terminar a rampa AB, ele continua o seu movimento e percorre 40 m de um trecho plano e horizontal BC com coeficiente de atrito dinâmico de 0,25 e, em seguida, percorre uma pista de formato circular de raio R, sem atrito, conforme o desenho abaixo. O maior raio R que a pista pode ter, para que o corpo faça todo trajeto, sem perder o contato com ela é de

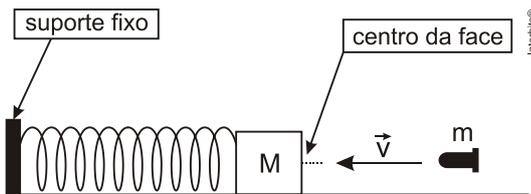
Dado: intensidade da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$



desenho ilustrativo - fora de escala

- a) 8 m
- b) 10 m
- c) 12 m
- d) 16 m
- e) 20 m

27) (ESPCEX) Um bloco de massa $M=180\text{ g}$ está sobre uma superfície horizontal sem atrito, e prende-se a extremidade de uma mola ideal de massa desprezível e constante elástica igual a $2 \cdot 10^3\text{ N/m}$. A outra extremidade da mola está presa a um suporte fixo, conforme mostra o desenho. Inicialmente o bloco se encontra em repouso e a mola no seu comprimento natural, isto é, sem deformação.



desenho ilustrativo - fora de escala

Um projétil de massa $m=20\text{ g}$ é disparado horizontalmente contra o bloco, que é de fácil penetração. Ele atinge o bloco no centro de sua face, com velocidade de $v=200\text{ m/s}$. Devido ao choque, o projétil aloja-se no interior do bloco. Desprezando a resistência do ar, a compressão máxima da mola é de:

- a) 10,0 cm
- b) 12,0 cm
- c) 15,0 cm
- d) 20,0 cm
- e) 30,0 cm

28) (ESPCEX) Um objeto preso por uma mola de constante elástica igual a 20 N/m executa um movimento harmônico simples em torno da posição de equilíbrio. A energia mecânica do sistema é de $0,4\text{ J}$ e as forças dissipativas são desprezíveis. A amplitude de oscilação do objeto é de:

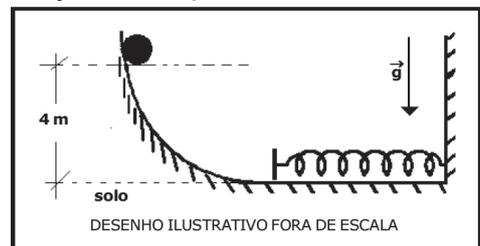
- a) 0,1 m

- b) 0,2 m
- c) 1,2 m
- d) 0,6 m
- e) 0,3 m

29) (Espcex – 2016) Um prédio em construção de 20 m de altura, possui na parte externa da obra, um elevador de carga com massa total de 6 ton , suspenso por um cabo inextensível e de massa desprezível. O elevador se desloca, com velocidade constante, do piso térreo até a altura de 20 m , em um intervalo de tempo igual a 10 s . Desprezando as forças dissipativas e considerando a intensidade da aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , podemos afirmar que a potência média útil desenvolvida por esse elevador é:

- a) 120 kW
- b) 180 kW
- c) 200 kW
- d) 360 kW
- e) 600 kW

30) (Espcex – 2016) Uma esfera, sólida, homogênea e de massa $0,8\text{ kg}$ é abandonada de um ponto a 4 m de altura do solo em uma rampa curva. Uma mola ideal de constante elástica $k=400\text{ N/m}$ é colocada no fim dessa rampa, conforme desenho abaixo. A esfera colide com a mola e provoca uma compressão. Desprezando as forças dissipativas, considerando a intensidade da aceleração da gravidade $g=10\text{ m/s}^2$ e que a esfera apenas desliza e não rola, a máxima deformação sofrida pela mola é de:



- a) 8 cm
- b) 16 cm
- c) 20 cm
- d) 32 cm
- e) 40 cm

AULA 12 - IMPULSO E MOVIMENTO LINEAR

Quantidade de Movimento

Quando um corpo está em movimento, ele transporta consigo uma quantidade deste “movimento”, que na Física pode ser também chamado de **Momento Linear** ou simplesmente **Momento**. O momento é uma grandeza vetorial que depende basicamente de duas outras grandezas: a massa e a velocidade do corpo. O momento linear de um corpo é definido como sendo:

$$\vec{Q} = m \cdot \vec{v}$$

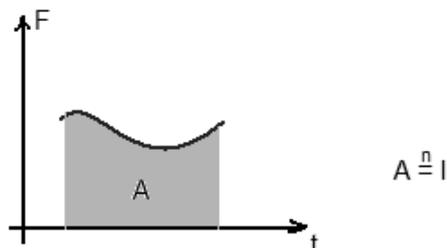
Onde m é a massa do corpo, geralmente em Kg e v é a velocidade em m/s. A quantidade de movimento de um corpo está diretamente relacionada ao **impacto** que esse corpo produz ao se chocar contra um obstáculo, quanto maior **Q**, maior o impacto sentido. Para variarmos **Q**, devemos variar a velocidade do corpo, e isso pode ser conseguido aplicando-se no corpo uma força F , capaz de realizar trabalho sobre ele e desta forma, alterar sua velocidade e conseqüentemente, alterar a sua quantidade de movimento. Chamamos de impulso (**I**) essa variação na quantidade de movimento de um corpo:

$$\vec{I} = \Delta \vec{Q}$$

Também podemos relacionar o impulso com a força aplicada no corpo durante um certo tempo de interação, que pode ser escrito como:

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

O impulso pode ser dado tanto em kg.m/s ou em N.s. Na relação acima, a força F representa a força média durante a interação. Para o caso de uma força variável atuar no sistema, podemos determinar o impulso graficamente.



A área sob a curva num gráfico $F \times t$ é numericamente igual ao impulso da força F neste tempo.

Para um sistema isolado, ou seja, livre da ação de forças externas ou mesmo que essas forças sejam desprezíveis para o estudo, a quantidade de movimento do sistema como um todo se conserva e portanto:

$$\vec{Q}_{antes} = \vec{Q}_{depois}$$

Colisões

Chamamos de colisões, qualquer interação de contato entre dois corpos. Durante a colisão, os corpos interagem durante certo tempo e transferem momento entre si. As colisões podem ser descritas como:

I- Perfeitamente elásticas: São aquelas em que não há perda de energia mecânica.

$$e = 1.$$

II- Parcialmente elásticas: Existe uma perda parcial de energia mecânica durante a interação.

$$0 < e < 1.$$

III- Inelásticas: São aquelas em que a energia mecânica se transforma em outro tipo de energia, fazendo com que os corpos permaneçam unidos após o choque. Nestas colisões:

$$e = 0.$$

Em todos os casos, o momento linear se conserva, ou seja, para o sistema, $Q_{antes} = Q$

depois. Aqui, e é o coeficiente de restituição da colisão, definido por:

$$e = \frac{| \text{velocidade relativa entre os corpos após a colisão} |}{| \text{velocidade relativa entre os corpos antes da colisão} |}$$

Vejamos três exemplos:

Exemplo 1 – Um veículo de 300 kg parte do repouso com aceleração constante e 10s após, encontra-se a 40 m da posição inicial. Qual o valor da quantidade de movimento nesse instante

Para determinarmos a quantidade de movimento final do veículo devemos ter o valor da massa e da velocidade final do veículo. Como não temos a velocidade final do veículo, devemos primeiro determiná-la. Desta forma, vamos determinar a aceleração do veículo nesse deslocamento:

$$\Delta s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$40 = 0 + \frac{1}{2} \cdot a \cdot (10)^2$$

$$40 = 50 \cdot a$$

$$a = 0,8 \text{ m/s}^2$$

De posse da aceleração, podemos determinar a velocidade final do móvel através da relação:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$v = 0 + 0,8 \cdot 10$$

$$v = 8 \text{ m/s}$$

Agora finalmente podemos determinar a quantidade de movimento final do móvel através da relação:

$$\vec{Q} = m \cdot \vec{v}$$

$$Q = 300 \cdot 8$$

$$Q = 2400 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Note que esse é o valor do módulo da quantidade de movimento do veículo após 10s de movimento. A quantidade de movimento é um vetor, e portanto, possui também direção e sentido que neste caso são os mesmos do vetor velocidade nesse instante.

Exemplo 2 – Um homem de 80 kg está em repouso e segura uma mochila de 10 kg sobre um skate em uma superfície perfeitamente lisa. Ao atirar a mochila para frente com uma velocidade de 8m/s o que acontece com o homem?

Como não existem forças externas atuando sobre o sistema homem-mochila, a quantidade de movimento do sistema se conserva. Desta forma:

$$\vec{Q}_{\text{antes}} = \vec{Q}_{\text{depois}}$$

Como inicialmente nem o homem nem a mochila possuíam movimento, a quantidade de movimento inicial do sistema era igual a zero.

Assim:

$$0 = m_H \cdot v_H + m_M \cdot v_M$$

$$0 = 80 \cdot v_H + 10 \cdot 8$$

$$80 \cdot v_H = -80$$

$$v_H = -1 \text{ m/s}$$

Note que o valor da velocidade do homem é negativo, significando que o homem recua no sentido contrário ao da mochila. Podemos notar ainda que a massa do homem era oito vezes maior que a da mochila e portanto, sua velocidade é oito vezes menor em módulo, que a da mochila após o lançamento.

Exemplo 3 – Dois corpos A ($m_A=2$ kg) e B ($m_B=6$ kg), chocam-se frontalmente conforme a figura. As velocidades de A e B em módulo antes da colisão são respectivamente iguais a 10 m/s e 2 m/s. Considerando a colisão perfeitamente elástica, determine as velocidades dos corpos após a colisão.



Como não existem forças externas atuando sobre o sistema, a quantidade de movimento do sistema se conserva. Desta forma:

$$\vec{Q}_{antes} = \vec{Q}_{depois}$$

Devemos levar em consideração o sinal das velocidades e “chutar” um sentido para o movimento dos corpos após a colisão. Neste caso, vamos supor que após a colisão os corpos retornam em suas direções iniciais. Sendo assim usando a notação “'” para representar os termos após a colisão, temos:

$$m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B = m_A \cdot v'_A + m_B \cdot v'_B$$

$$2 \cdot 10 + 6 \cdot (-2) = 2 \cdot (-v'_A) + 6 \cdot v'_B$$

$$8 = -2 v'_A + 6 \cdot v'_B$$

$$-v'_A + 3 v'_B = 4$$

Chegamos a uma relação entre as velocidades finais dos corpos, mas são duas incógnitas e somente uma equação, assim, temos que encontrar outra equação. Note que o enunciado diz que a colisão foi perfeitamente elástica, e portanto, $e=1$. Assim temos:

$$e = \frac{| \text{velocidade relativa entre os corpos após a colisão} |}{| \text{velocidade relativa entre os corpos antes da colisão} |}$$

$$e = \frac{| v'_A + v'_B |}{| v_A + v_B |}$$

Estamos somando as velocidades porque tanto antes como depois da colisão, os corpos se deslocam em sentidos contrários, devendo então somarmos as suas velocidades para encontrarmos a velocidade relativa entre eles. Desta forma:

$$1 = \frac{| v'_A + v'_B |}{| 10 + 2 |}$$

$$v'_A + v'_B = 12$$

Que é a segunda equação que precisávamos para resolver o problema. Assim, temos um sistema:

$$\begin{cases} v'_A + v'_B = 12 \\ -v'_A + 3v'_B = 4 \end{cases}$$

Podemos somar as equações acima encontrando:

$$4 v'_B = 16$$

$$v'_B = 4 \text{ m/s}$$

E assim substituindo em qualquer das equações encontramos:

$$v'_A = 8 \text{ m/s}$$

Note que ambos os valores são positivos, o que indica que o nosso “chute” sobre a direção do movimento ao final da colisão estava certo. Caso encontrássemos um valor negativo para algum dos corpos, significaria apenas que a direção do chute para aquele corpo estaria invertida com a direção real.

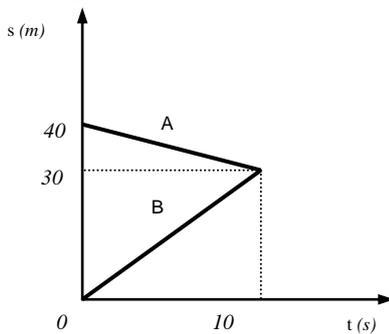
EXERCÍCIOS

1) (AFA) Uma partícula de massa m e velocidade v , colide com outra de massa $3m$ inicialmente em repouso. Após a colisão elas permanecem juntas, movendo-se com velocidade V . Então, pode-se afirmar que

- a) $V = v$.
- b) $2V = v$.
- c) $3V = v$.
- d) $4V = v$.

2) (AFA) Dois carrinhos A e B, de massa 2 kg cada, movem-se sobre trilhos retilíneos horizontais e sem atrito. Eles se chocam e passam a se mover grudados. O gráfico

representa a posição de cada carrinho em função do tempo, até o instante da colisão.



A energia dissipada com o choque, em joules, é igual a

- a) 8.
- b) 32.
- c) 0.
- d) 40.

3) (AFA) Um atirador utiliza alvos móveis. Em um treinamento, deixa cair um bloco de massa M , a partir de uma altura h . Ao final do primeiro segundo de queda, o bloco é atingido horizontalmente por uma bala de massa m e velocidade v . A bala se aloja no bloco e observa-se um desvio horizontal x na sua trajetória em relação ao ponto que tocaria o chão, caso não houvesse acontecido a colisão. O valor de x é dado por

- a) $\left(\frac{2h}{g}\right)^{\frac{1}{2}} \left[\frac{m}{(M+m)}\right]v$
- b) $\left[\left(\frac{2h}{g}\right)^{\frac{1}{2}} - 1\right] \left[\frac{m}{(M+m)}\right]v$
- c) $\left[\left(\frac{2h}{g}\right)^{\frac{1}{2}} - 1\right] \left[\frac{(M+m)}{m}\right]v$
- d) $\left(\frac{2h}{g}\right)^{\frac{1}{2}} (M+m)v$

4) (AFA) Um lavador de carros segura uma mangueira do modo que aparece na figura abaixo:

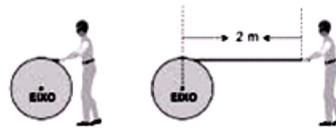


Qual a força necessária para manter o bico da mangueira estacionário na horizontal, sabendo que a vazão da água é de 0,60

kg/s, com a velocidade de saída na mangueira de 25 m/s?

- a) 15,0 N
- b) 10,0 N
- c) 20,0 N
- d) 5,0 N

5) (AFA) Um operário puxa a extremidade de um cabo que está enrolado num cilindro. À medida que o operário puxa o cabo o cilindro vai rolando sem escorregar. Quando a distância entre o operário e o cilindro for igual a 2 m (ver figura abaixo), o deslocamento do operário em relação ao solo será de:



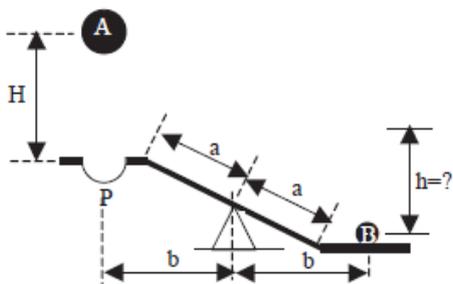
- a) 1 m
- b) 2 m
- c) 6 m
- d) 4 m

6) (EEAER) Um soldado lança verticalmente para cima uma granada que é detonada ao atingir a altura máxima. Considerando que a granada, após a explosão seja um sistema isolado, pode-se afirmar que

- a) os fragmentos da granada movem-se todos na vertical.
- b) os fragmentos da granada movem-se todos na horizontal.
- c) a soma vetorial da quantidade de movimento de todos os fragmentos da granada é diferente de zero.
- d) a soma vetorial da quantidade de movimento de todos os fragmentos da granada é igual a zero.

7) (EFOMM) Considere a figura abaixo, que representa uma gangorra apoiada em seu centro. Admita que a esfera A, cuja massa é o dobro da massa da esfera B, é solta de uma altura H , igual a 20 cm. Ao se chocar com a gangorra, a esfera A transfere totalmente a quantidade de movimento para a esfera B que é imediatamente lançada para cima. Desconsiderando a massa da gangorra e qualquer tipo de atrito, admitindo que a aceleração da gravidade local seja igual a 10m/s^2 e que a articulação da gangorra seja

ideal, a altura h , em metros, alcançada pela esfera B, vale:



- a) 0,2
- b) 0,4
- c) 0,8
- d) 2,0

8) (ESPCEX) Na figura abaixo, um projétil de massa $m = 10\text{ g}$ bate em um pêndulo balístico de massa $M = 1\text{ kg}$ e se aloja dentro dele. Depois do choque, o conjunto atinge uma altura máxima $h = 80\text{ cm}$. Os fios que compõem o pêndulo são inextensíveis, têm massa desprezível, permanecem paralelos entre si e não sofrem qualquer tipo de torção. Considerando que a resistência do ar é desprezível e que a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s^2 , a intensidade da velocidade \vec{v} com que o projétil atingiu o pêndulo vale:

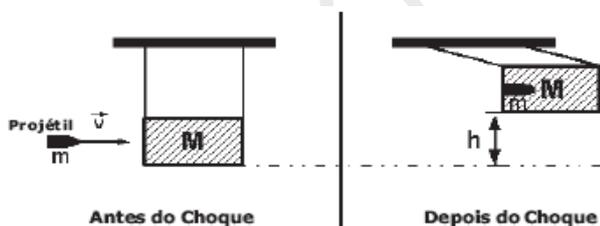


Figura Ilustrativa

- [A] 4,4 m/s.
- [B] 17,6 m/s.
- [C] 244 m/s.
- [D] 404 m/s.
- [E] 1616 m/s.

9) (EFOMM) Um móvel movimenta-se sob a ação de uma força resultante de direção e

sentido constantes, cuja intensidade (F_R) varia com o tempo (t) de acordo com o gráfico abaixo. O módulo do impulso dessa força resultante, no intervalo de tempo de 0 s a 12 s, é de:

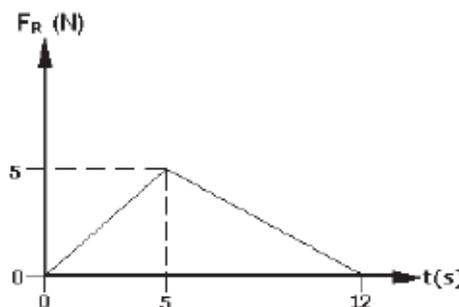
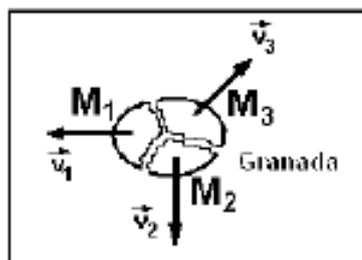


Gráfico Fora de Escala

- [A] 5 Ns.
- [B] 12 Ns.
- [C] 25 Ns.
- [D] 30 Ns.
- [E] 60 Ns.

10) (EFOMM) Uma granada de mão, inicialmente em repouso, explodiu sobre uma mesa, de superfície horizontal e sem atrito, e fragmentou-se em três pedaços de massas M_1 , M_2 e M_3 que adquiriram velocidades coplanares e paralelas ao plano da mesa, conforme representadas no desenho abaixo. Imediatamente após a explosão, a massa $M_1 = 100\text{ g}$ adquire uma velocidade $v_1 = 30\text{ m/s}$ e a massa $M_2 = 200\text{ g}$ adquire uma velocidade $v_2 = 20\text{ m/s}$, cuja direção é perpendicular à direção de v_1 . A massa $M_3 = 125\text{ g}$ adquire uma velocidade inicial v_3 igual a:



mesa vista de cima

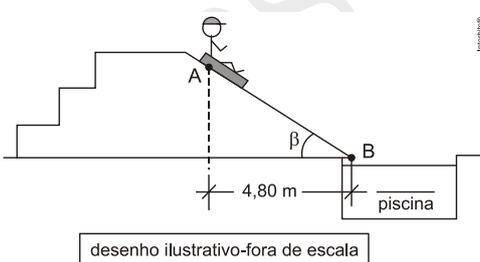
Desenho Ilustrativo

- [A] 45 m/s.
- [B] 40 m/s.
- [C] 35 m/s.
- [D] 30 m/s.
- [E] 25 m/s.

11) (ESPCEX) Um canhão, inicialmente em repouso, de massa 600 kg, dispara um projétil de massa 3 kg com velocidade horizontal de 800 m/s. Desprezando todos os atritos, podemos afirmar que a velocidade de recuo do canhão é de:

- [A] 2 m/s
- [B] 4 m/s
- [C] 6 m/s
- [D] 8 m/s
- [E] 12 m/s

12) (ESPCEX) Em um parque aquático, um menino encontra-se sentado sobre uma prancha e desce uma rampa plana inclinada que termina em uma piscina no ponto B, conforme figura abaixo. O conjunto menino-prancha possui massa de 60 kg, e parte do repouso do ponto A da rampa. O coeficiente de atrito cinético entre a prancha e a rampa vale 0,25 e β é o ângulo entre a horizontal e o plano da rampa. Desprezando a resistência do ar, a variação da quantidade de movimento do conjunto menino-prancha entre os pontos A e B é de



Dados: intensidade da aceleração da gravidade $g=10 \text{ m/s}^2$

considere o conjunto menino-prancha uma partícula

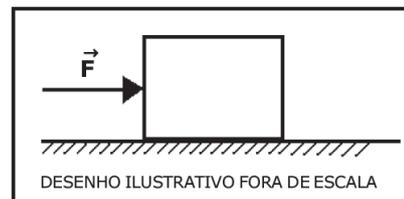
$\cos \beta = 0,8$ e $\sin \beta = 0,6$

- a) $40\sqrt{3} \text{ N}\cdot\text{s}$
- b) $60\sqrt{3} \text{ N}\cdot\text{s}$
- c) $70\sqrt{3} \text{ N}\cdot\text{s}$
- d) $180\sqrt{3} \text{ N}\cdot\text{s}$
- e) $240\sqrt{3} \text{ N}\cdot\text{s}$

13) (ESPCEX) Deseja-se imprimir a um objeto de 5 kg, inicialmente em repouso, uma velocidade de 15 m/s em 3 segundos. Assim, a força média resultante aplicada ao objeto tem módulo igual a:

- a) 3 N
- b) 5 N
- c) 15 N
- d) 25 N
- e) 45 N

14) (Espcex – 2016) Um cubo de massa 4 kg está inicialmente em repouso sobre um plano horizontal sem atrito. Durante 3s, aplica-se sobre o cubo uma força constante F , horizontal e perpendicular no centro de uma de suas faces, fazendo com que ele sofra um deslocamento retilíneo de 9 m, nesse intervalo de tempo, conforme representado no desenho abaixo. No final do intervalo de tempo de 3s, os módulos do impulso da força F e da quantidade de movimento do cubo são respectivamente:



- a) 36 N.s e 36 kg. m/s
- b) 24 N.s e 36 kg. m/s
- c) 24 N.s e 24 kg. m/s
- d) 12 N.s e 36 kg. m/s
- e) 12 N.s e 12 kg. m/s

AULA 13 - GRAVITAÇÃO**Leis de Kepler**

A contemplação das estrelas é uma das coisas que mais fascinam os humanos desde os tempos mais remotos. Os antigos se perguntavam o que eram e o que significavam os pontos que visualizavam no céu e tentavam achar correlação entre as estrelas e as suas vidas aqui na Terra, e o fazem até hoje, basta abrir o jornal de domingo e ler o seu horóscopo.

Hoje já sabemos muito mais do que há um século atrás. Sabemos que em no nosso “infinito” universo, existem bilhões de galáxias, cada uma com bilhões de estrelas de todos os tipos e tamanhos, buracos negros, etc. Já entendemos como o nosso planeta está inserido nesse universo, sua idade, como ele se relaciona com outros planetas entre outras coisas. Temos telescópicos e sondas que podem explorar o universo numa escala nunca antes vista, e computadores capazes de modular e prever a trajetória de astros localizados a distâncias inimagináveis.

Para os antigos, nada disto era conhecido. Imagine olhar para o céu todas as noites, ficar fascinado com o “movimento” de alguns pontos no céu, e não entender sequer o que eram. Nossa humanidade já deu longos passos para o entendimento do nosso sistema solar. Mas como todo esse conhecimento foi formado?

Os povos antigos acreditavam que a Terra era plana e que as estrelas pertenciam a uma grande esfera sustentada por deuses. Ao observar o céu, criteriosamente, os povos antigos perceberam que alguns pontos se moviam na esfera celeste enquanto que outros pareciam imóveis. Esses pontos que vagavam pelo céu com o passar das noites, foram chamados de planetas (errantes) e da observação dessas trajetórias surgiu um primeiro modelo que tentava explicar o movimento desses astros. Esse modelo

sugerido por Pitágoras por volta do século VI a.c., foi chamado de modelo geocêntrico, ou seja, a Terra era o centro do Universo, e a trajetória de cada planeta conhecido, do Sol e da Lua, era representada por 10 esferas concêntricas onde a última seria a esfera das estrelas. Por volta do século IV a.c. Aristóteles reformulou o modelo pitagórico para um modelo de 54 esferas, divididas entre dois campos o sublunar onde tudo era feito dos 4 elementos: fogo, ar, terra e água; e o campo divino, constituído pela 5ª essência ou elemento. No século II, Ptolomeu introduziu os epiciclos, pequenos círculos efetuados pelos planetas durante a sua órbita, que corrigiam algumas distorções dos antigos modelos.

Embora simples, o modelo geocêntrico de Ptolomeu explicava razoavelmente o movimento dos planetas observados, mas falhava em explicações simples como eclipses. Nele também, a Terra era considerada imóvel. Somente séculos depois, é que surgiu um modelo que melhorava e corrigia as distorções observadas no modelo de Ptolomeu. Esse modelo sugerido por Copérnico era o modelo heliocêntrico, onde a Terra não mais era o centro do Universo. Justamente por isso, a igreja foi severamente contra essa ideia e perseguiu durante anos qualquer um que se atrevesse a defendê-la. No modelo sugerido por Copérnico, o Sol era o centro do universo (finito) com os planetas girando ao seu redor em órbitas circulares, a lua girando ao redor da Terra e as estrelas numa esfera mais externa chamada esfera celeste.

No entanto, Copérnico sugeriu que a Terra também não estava imóvel, ela se movia. Durante séculos, esse modelo funcionou perfeitamente, explicando com clareza vários fenômenos observados. Foi combatido pela igreja, mas defendido por pessoas de grande importância como Galileu Galilei (1564-1642), o inventor do telescópio. Com a invenção deste instrumento, Galileu pode melhorar o modelo de Copérnico e pode enfim provar que a Terra se movia também. Embora o modelo funcionasse para explicar como se dava o movimento no céu, ele não explicava o mecanismo, entendendo que

para isso, anjos empurravam os planetas através de um universo de éter.

Somente séculos depois, com mais de 20 anos de anotações bem detalhadas a respeito do movimento dos planetas no céu, realizada por um astrônomo muito criterioso, porém com uma vida completamente mundana, chamado Tycho Brahe (1546-1601), que se pôde catalogar esse movimento. Embora tenha estudado e observado durante décadas os astros, faltava a ele um conhecimento matemático para retirar desses dados as Leis que regiam o movimento desses astros. Coube ao seu aluno, Johannes Kepler (1571-1630) essa tarefa, já que possuía um conhecimento matemático apurado e com os dados de Tycho na mão após a sua morte, conseguiu extrair três leis importantíssimas para a evolução da humanidade. São elas:

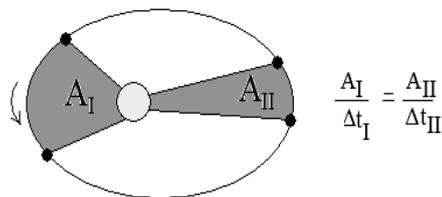
1ª Lei de Kepler: Lei das Órbitas

“Os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol que ocupa um dos focos da elipse”.

2ª Lei de Kepler: Lei das Áreas

“Os planetas varrem áreas iguais em tempos iguais”.

O raio vetor que liga o planeta ao sol, descreve um movimento que num certo tempo varre uma área A_I . Como a trajetória é elíptica, no mesmo tempo o planeta varreria uma área A_{II} igual à área A_I . Como consequência desta lei, quando o planeta está mais próximo do Sol (periélio) sua velocidade é maior do que quando está mais afastado do Sol (afélio).



3ª Lei de Kepler: Lei dos Períodos

Compreende uma relação entre o período de translação do planeta em relação à distância que está do Sol. Kepler percebeu que independente do planeta, a razão do quadrado do período pelo cubo do raio de órbita é uma constante:

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3} = \text{constante}$$

Lei da Gravitação Universal

A partir da descoberta das três leis de Kepler, a ciência deu um passo importante em direção ao conhecimento do cosmos. Mas ainda faltava explicar o porque as coisas funcionavam desse jeito. Coube a Isaac Newton (1642-1727), o gênio da ciência, exprimir a relação que fazia com que as coisas funcionassem desta forma. Essa relação foi denominada Lei da Gravitação Universal, que exprime as condições e a forma em que dois corpos que possuem massa exercem força entre si. Esta relação vale tanto para planetas e estrelas como para pessoas ou objetos aqui na Terra. Ela é exprimida por:

$$F_g = \frac{G \cdot M \cdot m}{d^2}$$

Onde G é a chamada constante de Gravitação Universal, que vale no SI, $6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$. M e m são as massas dos corpos envolvidos e d é a distância entre os corpos. Cabe ressaltar que essa força é de interação entre dois corpos, e no caso gravitacional, de atração.

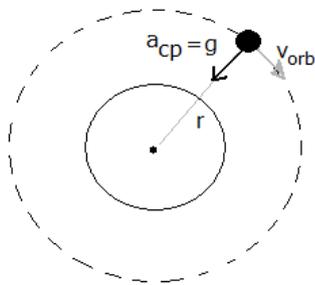
Como veremos adiante, a forma geral, força = campo x partícula, cabe também nesse caso, sendo o campo gravitacional dado pela expressão:

$$g = \frac{G \cdot M}{R^2}$$

Onde: g é denominada aceleração da gravidade ou simplesmente campo gravitacional, e R é o raio da circunferência do planeta.

Corpos em órbita

Para colocar um corpo em órbita ao redor de outro corpo de massa M , este deve possuir uma velocidade que é proporcional ao raio de órbita. Um corpo em órbita possui como aceleração centrípeta a própria aceleração da gravidade. Sendo assim temos que a velocidade de órbita pode ser dada por:



$$v_{orb} = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

Aqui r é a distância do centro do planeta até o centro do corpo em órbita. Caso a órbita seja rasante, a distância r é o próprio raio do planeta R .

Para que um corpo consiga escapar da gravidade de um planeta ele deve possuir uma velocidade mínima de lançamento tal que sua energia cinética e potencial sejam iguais a zero no infinito. Desta forma, a velocidade de escape pode ser definida por:

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Onde R é o raio do planeta de que se pretende lançar o corpo.

A energia potencial gravitacional de um corpo de massa m em relação a um corpo de massa M , é tomada como sendo zero no infinito e depende da distância r do centro do corpo de massa m e do centro do corpo de massa M . Ela é dada por:

$$E_{pot} = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r}$$

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1 – De quantos anos terrestres seria o período de um planeta que, girando em torno do Sol, tivesse o raio médio de sua órbita 9 vezes maior do que o raio médio de órbita da Terra?

Podemos determinar o período do planeta utilizando a terceira Lei de Kepler, ou Lei dos Períodos. Aqui R é o raio médio de órbita do planeta em torno do Sol. Desta forma temos:

$$\frac{T_T^2}{R_T^3} = \frac{T_P^2}{R_P^3}$$

$$\frac{(1)^2}{R_T^3} = \frac{T_P^2}{(9R_T)^3}$$

Onde usamos 1 para o período da Terra (1 ano) e substituímos o raio de órbita do planeta por 9 vezes o raio de órbita da Terra. Assim:

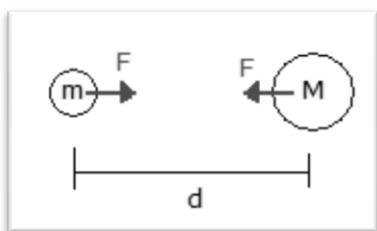
$$\frac{1}{R_T^3} = \frac{T_P^2}{9^3 R_T^3}$$

$$T_P^2 = 9^3$$

$$T_P = \sqrt{9^3} = \sqrt{9^2 \cdot 9^1} = 9 \cdot 3 = 27 \text{ anos}$$

Exemplo 2 – A força de atração entre dois corpos esféricos de massas M e m , separados por uma distância d é F . Qual seria a nova força de atração em função de F se dobrássemos a massa de um deles e diminuíssemos a distância entre eles pela metade?

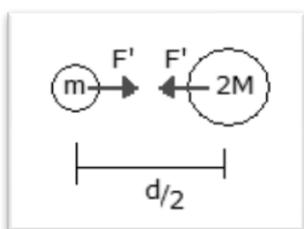
Para a situação inicial temos a seguinte configuração:



Desta forma, a força de interação gravitacional entre eles será dada por:

$$F = \frac{G \cdot M \cdot m}{d^2}$$

Para a nova situação temos a seguinte configuração:



Nessa nova situação, a força de interação gravitacional F' entre eles será dada por:

$$F' = \frac{G \cdot 2M \cdot m}{\left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

$$F' = \frac{2 \cdot G \cdot M \cdot m}{\frac{d^2}{4}}$$

$$F' = \frac{4 \cdot 2 \cdot G \cdot M \cdot m}{d^2} = 8 \frac{G \cdot M \cdot m}{d^2}$$

Podemos notar na última relação, que o termo após o oito é exatamente o valor da força inicial, e portanto:

$$F' = 8 \cdot F$$

Ou seja, a força entre os corpos aumenta oito vezes!

EXERCÍCIOS

- (AFA) A razão entre os diâmetros dos planetas Marte e Terra é $\frac{1}{2}$ e entre as respectivas massas é $\frac{1}{10}$. Sendo de 160 N o peso de um garoto na Terra, pode-se concluir que seu peso em Marte será de: (Despreze a aceleração centrípeta que age sobre o garoto).
 - 160 N
 - 80 N
 - 64 N
 - 32 N
- (ESPCEX) Se a Lua tivesse o triplo de massa que tem e se sua órbita fosse a mesma, o seu período de revolução em torno da Terra teria:
 - o triplo do valor atual.
 - $\frac{1}{3}$ do valor atual.
 - 9 vezes o valor atual.
 - $\frac{1}{9}$ do valor atual.
 - o mesmo valor atual.
- Um determinado sistema planetário é composto por uma estrela e 5 planetas orbitando em torno dela. A massa da estrela é igual a $3,2 \times 10^{33}$ kg e a do 3º planeta é de $1,6 \times 10^{26}$ kg. Sabendo-se que a distância do planeta à estrela vale $3,3 \times 10^8$ km e que sua órbita é aproximadamente circular, a sua quantidade de movimento, em kg m/s, vale, aproximadamente

Dado: $G = 6,6 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$

- a) $1,28 \times 10^{32}$
- b) $3,20 \times 10^{32}$
- c) $6,48 \times 10^{31}$
- d) $8,00 \times 10^{31}$

4) (AFA) A partir da superfície da Terra, um foguete, sem propulsão, de massa m , é lançado verticalmente, com velocidade \vec{v}_0 e atinge uma altitude máxima igual ao raio R da Terra. Sendo M a massa da Terra e G a constante de gravitação universal, o módulo de \vec{v}_0 é dado por:

- a) $\sqrt{\frac{GM}{R}}$
- b) $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$
- c) $\sqrt{\frac{3GM}{4R}}$
- d) $\sqrt{\frac{3GM}{2R}}$

5) (AFA) A relação entre o peso aparente P_A e o real P de um astronauta no interior de uma nave espacial que gira em torno da Terra, em órbita circular, é

- a) $\frac{P_A}{P} = 0.$
- b) $\frac{P_A}{P} = 1.$
- c) $\frac{P_A}{P} > 1.$
- d) $\frac{P_A}{P} < 1.$

6) (AFA) Considere a Terra um planeta de raio R estacionário no espaço. A razão entre os períodos de dois satélites, de mesma massa, em órbitas circulares de altura R e $3R$, respectivamente, é

- a) $\frac{1}{2}$
- b) $\frac{3}{4}$
- c) $\frac{\sqrt{2}}{4}$

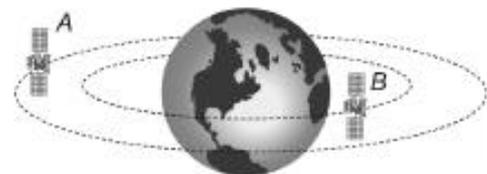
d) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

7) (AFA) Em telecomunicações são utilizados satélites geoestacionários que se mantêm imóveis em relação a um observador na Terra. Um destes satélites é colocado em órbita circular, a uma altura $5R$, onde R é o raio da Terra, acima da linha do Equador. A velocidade linear do satélite é

- a) $\pi R/2$
- b) R
- c) $R/2$
- d) πR

8) (AFA) Os satélites de comunicação são operados normalmente em órbitas cuja velocidade angular ω é igual à da Terra, de modo a permanecerem imóveis em relação às antenas receptoras. Na figura abaixo, estão representados dois destes satélites, A e B, em órbitas geoestacionárias e em diferentes alturas. Sendo a massa de A maior que a de B, pode-se afirmar que as relações entre os módulos das velocidades v_A e v_B e os períodos de rotação T_A e T_B dos satélites A e B estão representados corretamente na alternativa

- a) $v_A = v_B$ e $T_A = T_B$
- b) $v_A < v_B$ e $T_A < T_B$
- c) $v_A > v_B$ e $T_A > T_B$
- d) $v_A > v_B$ e $T_A = T_B$



9) (EEAER) Em uma galáxia muito distante, dois planetas de massas iguais a $3 \cdot 10^{24}$ kg e $2 \cdot 10^{22}$ kg, estão localizados a uma distância de $2 \cdot 10^5$ km um do outro. Admitindo que a constante de gravitação universal G vale $6,7 \cdot 10^{-11}$ N . m²/kg², determine a intensidade, em N, da força gravitacional entre eles.

- a) $20,1 \cdot 10^{27}$

- b) $20,1 \cdot 10^{43}$
- c) $10,05 \cdot 10^{19}$
- d) $10,05 \cdot 10^{25}$

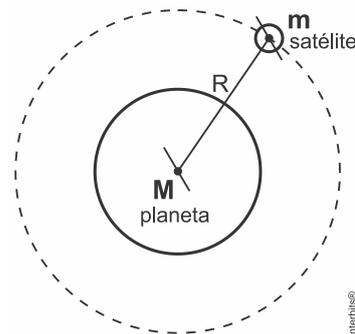
- 10) (AFA) Um astronauta afirmou que dentro da estação orbital a melhor sensação que ele teve foi a ausência de gravidade. Com relação a essa afirmação, pode-se dizer que está
- a) correta, pois não há presença de massa no espaço.
 - b) correta, pois a estação está tão longe que não há ação do campo gravitacional.
 - c) incorreta, pois o módulo da aceleração da gravidade não se altera com a altitude.
 - d) incorreta, pois mesmo a grandes distâncias existe ação do campo gravitacional.

- 11) (ESPCEX) O campo gravitacional da Terra, em determinado ponto do espaço, imprime a um objeto de massa de 1 kg a aceleração de 5 m/s^2 . A aceleração que esse campo imprime a um outro objeto de massa de 3 kg, nesse mesmo ponto, é de:
- [A] $0,6 \text{ m/s}^2$.
 - [B] 1 m/s^2 .
 - [C] 3 m/s^2 .
 - [D] 5 m/s^2 .
 - [E] 15 m/s^2 .

- 12) (ESPCEX) Consideramos que o planeta Marte possui um décimo da massa da Terra e um raio igual à metade do raio do nosso planeta. Se o módulo da força gravitacional sobre um astronauta na superfície da Terra é igual a 700 N, na superfície de Marte seria igual a:
- [A] 700 N
 - [B] 280 N
 - [C] 140 N
 - [D] 70 N
 - [E] 17,5 N

- 13) (ESPCEX) Um satélite esférico, homogêneo e de massa m , gira com

velocidade angular constante em torno de um planeta esférico, homogêneo e de massa M , em uma órbita circular de raio R e período T , conforme figura abaixo. Considerando G a constante de gravitação universal, a massa do planeta em função de R , T e G é:



desenho ilustrativo - fora de escala

- a) $\frac{4\pi^2 R^3}{T G}$
- b) $\frac{4\pi^2 R^2}{T G}$
- c) $\frac{4\pi^2 R^2}{T^2 G}$
- d) $\frac{4\pi^2 R}{T^2 G}$
- e) $\frac{4\pi^2 R^3}{T^2 G}$

AULA 14 - ESTÁTICA

Estática de um Ponto Material

A estática é a parte da física que estuda as condições necessárias para que os corpos permaneçam em equilíbrio. Existem dois tipos de equilíbrio: **estático e dinâmico**.

O **equilíbrio estático** é aquele em que o corpo permanece em repouso mesmo quando submetido à ação de um conjunto de forças.

O **equilíbrio dinâmico** é aquele em que o corpo possui uma velocidade constante numa trajetória retilínea. Um exemplo é um pára-quedista caindo com velocidade constante ao abrir o seu pára-quedas.

Em ambos os casos, a condição fundamental para a existência do equilíbrio é que o somatório das forças que atuam sobre o corpo seja igual a zero, isto é, a força resultante que atua sobre o corpo seja nula.

Para um ponto material essa condição de que a força resultante que atua sobre o ponto seja nula é suficiente para garantir o equilíbrio, assim:

$$Fr = 0$$

Ou de outra forma:

$$\sum F_x = 0$$

e também:

$$\sum F_y = 0$$

Que significa que o somatório de todas as forças que atuam na direção x (e y) deve ser simultaneamente igual a zero!

Caso o corpo não seja pontual, a condição acima ainda será válida, mas não é suficiente.

Estática de um Corpo Extenso

No caso de um corpo extenso, mesmo que a força resultante atuante sobre ele seja zero, ele ainda pode não estar em equilíbrio, podendo girar por exemplo. Nestes casos, a condição de equilíbrio suficiente é a que o somatório dos momentos das forças que atuam sobre o corpo seja nulo. Definimos Momento ou Torque por:

$$M = \pm F \cdot d$$

Onde F é a intensidade da força aplicada e d é a distância do ponto de aplicação desta força até o eixo de rotação do sistema. Nesta definição, F e d são sempre perpendiculares entre si. Os sinais \pm na equação, referem-se à tendência de giro do corpo no sentido horário (+) ou anti-horário (-) devido à ação da força F . Desta forma, o Torque pode ser entendido como uma "facilidade" ao movimento de rotação do corpo. Sua unidade é o N.m no S.I.

Desta forma, para corpos extensos a condição de equilíbrio pode ser expressa por:

$$\sum M = 0$$

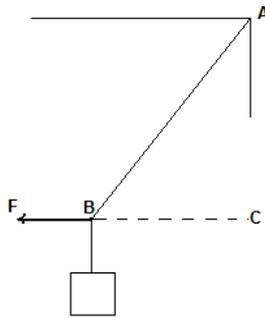
Que é a somatória de todos os momentos das forças ser igual a zero, isso garante que o corpo estará em equilíbrio.

Vejamos dois exemplos:

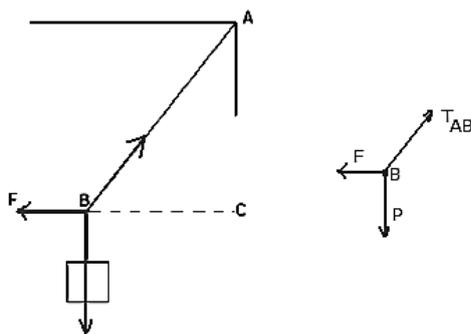
Exemplo 1 – O bloco da figura tem peso de 80 N e é mantido em equilíbrio por meio do fio ideal AB de 1,0 m de comprimento e pela força F horizontal. Sendo $AC = 80$ cm, qual é a intensidade:

a) da tração no fio AB?

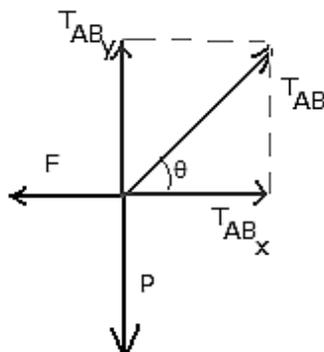
b) de F ?



Inicialmente, como o sistema está em equilíbrio, escolhamos um ponto do sistema (geralmente onde as forças estão aplicadas em sua maioria, no nosso caso o ponto B), e representamos todas as forças que atuam no ponto, desta forma teríamos:



Como o ponto B se encontra em equilíbrio, podemos aplicar as condições de equilíbrio vistas acima para um corpo pontual e determinar a tração em AB e o valor de F. Assim temos:



$$\sum F_x = 0 \text{ e } \sum F_y = 0$$

Aqui decomparamos a tração no fio AB em suas componentes x e y. Se o ponto B permanece em equilíbrio, na direção x F deve ser igual a T_{ABx} e na direção y P deve ser igual a T_{ABy} . Sendo assim, na direção y:

$$T_{ABy} = P$$

$$T_{AB} \cdot \text{sen}\theta = P$$

$$T_{AB} \cdot \frac{CO}{HIP} = P$$

$$T_{AB} \cdot \frac{0,80}{1} = 80$$

$$T_{AB} = \frac{80}{0,80} = 100 \text{ N}$$

Aqui usamos o cateto oposto CO como sendo o comprimento do trecho AC e a hipotenusa HIP como sendo o comprimento do fio. Podemos usar a direção x agora para determinar o valor de F. Sendo assim:

$$T_{ABx} = F$$

$$T_{AB} \cdot \text{cos}\theta = F$$

$$T_{AB} \cdot \frac{CA}{HIP} = F$$

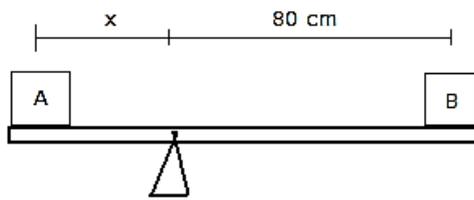
$$100 \cdot \frac{CA}{1} = F$$

$$F = 100 \cdot CA$$

Onde CA é o cateto adjacente ao ângulo θ . Como não sabemos seu valor, podemos usar Pitágoras e determinar o valor desse cateto, encontrando 60 cm. Assim, temos que a força F será igual a:

$$F = 100 \times 0,60 = 60 \text{ N}$$

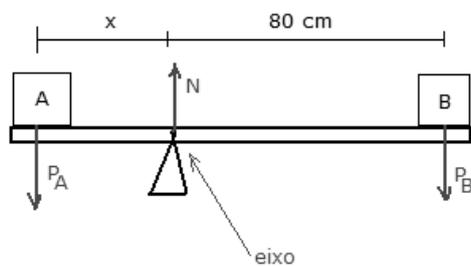
Exemplo 2 – Dois corpos de massas $m_A = 60 \text{ kg}$ e $m_B = 40 \text{ kg}$ estão sobre uma gangorra de massa desprezível, conforme figura. Sabendo que o sistema encontra-se em equilíbrio estático, determine o valor da distância x. Use $g = 10 \text{ m/s}^2$.



$$600 \cdot x = 32000$$

$$x = \frac{32000}{600} = 53,3 \text{ cm}$$

Inicialmente devemos notar que não se trata de um equilíbrio de ponto material. O comprimento da gangorra ajuda a manter o equilíbrio. Nestes casos devemos usar a condição de que a somatória dos torques ou momentos sobre a barra deve ser nula. Sendo assim, primeiramente estabelecemos um ponto como sendo o eixo do sistema (no nosso caso o ponto de apoio da gangorra) e em seguida representamos todas as forças que atuam na barra:



Agora aplicamos a condição de equilíbrio sobre a barra. Sendo assim:

$$\sum M = 0$$

$$M_{PA} + M_N + M_{PB} = 0$$

$$P_A \times d_A + N \times d_N + P_B \times d_B = 0$$

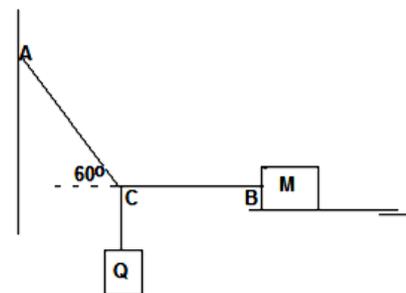
$$-600 \cdot x + N \cdot 0 + 400 \cdot 80 = 0$$

Aqui o sinal negativo no primeiro termo, refere-se à tendência de giro da barra (sentido anti-horário) caso apenas o peso de A atuasse sobre ela. O valor zero no segundo termo é a distância do ponto de aplicação da força Normal ao eixo (como ela está sobre o eixo sua distância é zero!); e o terceiro termo é positivo, pois se somente o peso de B atuasse sobre a barra ela giraria no sentido horário. Assim, temos:

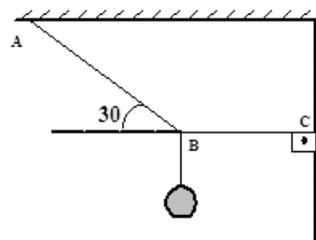
$$-600 \cdot x + 400 \cdot 80 = 0$$

EXERCÍCIOS

- 1) Uma corda AB tem a sua extremidade A fixa, enquanto a B está ligada ao bloco M em forma de paralelepípedo de peso 120 N. Esse bloco repousa sobre um plano horizontal. O coeficiente de atrito entre o plano e o bloco é 0,30. Em um ponto C da corda é pendurado um peso Q, tal que o ângulo formado pelo trecho AC com a horizontal seja 60°; o trecho CB é horizontal. (a) qual a força de atrito exercida pelo plano sobre o bloco quando o mesmo estiver na iminência de movimento? (b) qual o peso máximo que se pode pendurar em C?



- 2) (AFA) Um corpo é sustentado por duas cordas inextensíveis, conforme a figura.

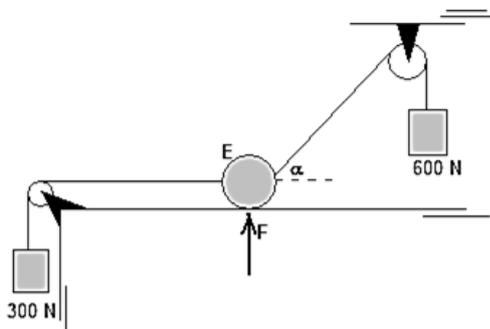


Sabendo-se que a intensidade da tração na corda AB é de 80 N, a intensidade da tração na corda BC será:

- a) 60 N.

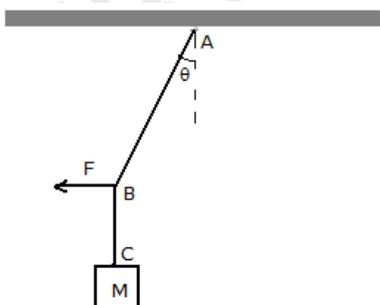
- b) 40 N.
- c) $40\sqrt{3}$ N.
- d) $60\sqrt{3}$ N.

- 3) (AFA) Na figura, E é uma esfera de peso $400\sqrt{3}$ N, em equilíbrio, apoiada sobre um plano horizontal indeformável. Desprezando-se os pesos dos fios e das roldanas, bem como todos os atritos, quais os valores da reação do apoio F e do ângulo α ?



- 4) (AFA) Na figura, os fios são ideais, o corpo tem massa M e a aceleração da gravidade no local tem módulo g. A intensidade da tração no fio AB e a intensidade da força \vec{F} que mantém o sistema em equilíbrio, valem, respectivamente:

- a) $\frac{Mg}{\cos \theta}$; $Mg \sin \theta$
- b) $\frac{Mg}{\cos \theta}$; $Mg \tan \theta$
- c) $Mg \cos \theta$; $Mg \sin \theta$
- d) $Mg \sin \theta$; $Mg \cos \theta$



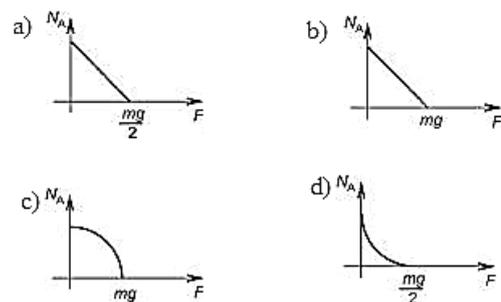
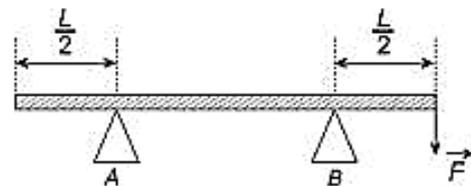
- 5) (AFA) Uma prancha de comprimento 4m e de massa 2kg está apoiada nos pontos A e B, conforme a figura. Um bloco de massa igual a 10kg é colocado sobre a prancha à distância

$x = 1$ m da extremidade da direita e o sistema permanece em repouso. Nessas condições, o módulo da força que a prancha exerce sobre o apoio no ponto B é, em newtons,

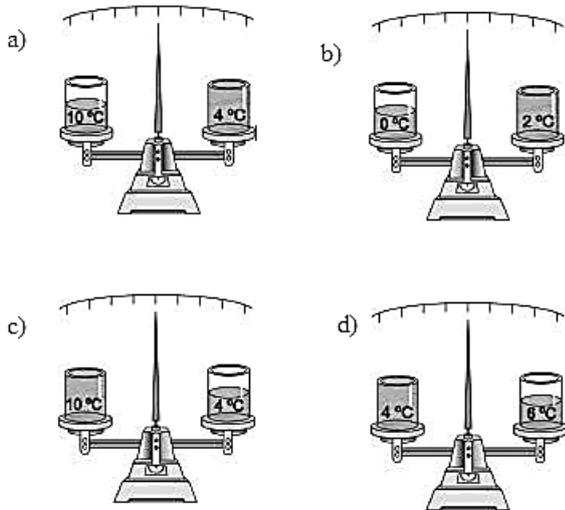
- a) 340
- b) 100
- c) 85
- d) 35



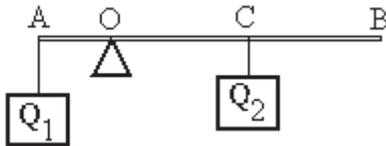
- 6) (AFA) Uma barra rígida homogênea de comprimento 2L e massa m está apoiada em dois suportes A e B, como mostra a figura abaixo. O gráfico que melhor indica a intensidade N_A da reação que o apoio A exerce sobre a barra, em função da intensidade da força F aplicada na extremidade é:



- 7) (AFA) Dispõe-se de uma balança de braços iguais e recipientes idênticos contendo água cuja temperatura está indicada na figura de cada alternativa. Aquela que mostra corretamente a situação de equilíbrio é:

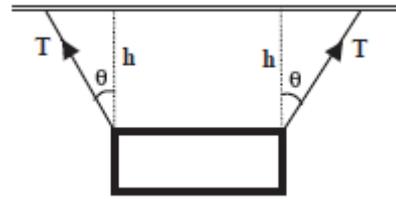


8) (AFA) Uma barra AB, rígida e homogênea, medindo 50 cm de comprimento e pesando 20 N, encontra-se equilibrada na horizontal, conforme a figura abaixo. O apoio, aplicado no ponto O da barra, está a 10 cm da extremidade A, onde um fio ideal suspende a carga $Q_1 = 50$ N. A distância, em cm, entre a extremidade B e o ponto C da barra, onde um fio ideal suspende a carga $Q_2 = 10$ N, é de:



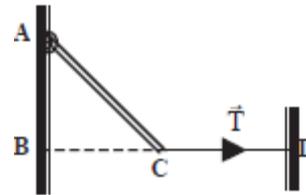
- a) 5.
- b) 10.
- c) 15.
- d) 20.

9) (AFA) A figura representa uma placa de propaganda, homogênea e uniforme, pesando 108 kgf, suspensa por dois fios idênticos, inextensíveis e de massas desprezíveis, presos ao teto horizontal de um supermercado. Cada fio tem 2 metros de comprimento e a vertical (h), entre os extremos dos fios presos na placa e o teto, mede 1,8 metros. A tração (T), em Kgf, que cada fio suporta para o equilíbrio do sistema, vale:



- a) 48,6
- b) 54,0
- c) 60,0
- d) 80,0

10) (EEAER) Uma barra rígida, uniforme e homogênea, pesando 720 N tem uma de suas extremidades articulada no ponto A da parede vertical $AB = 8$ m, conforme a figura. A outra extremidade da barra está presa a um fio ideal, no ponto C, que está ligado, segundo uma reta horizontal, no ponto D da outra parede vertical. Sendo a distância $BC = 6$ m, a intensidade da tração (T), em N, no fio CD, vale:



- a) 450
- b) 360
- c) 300
- d) 270

11) (EFOMM) Considere as seguintes afirmações:

- I- O equilíbrio de um corpo rígido ocorre se a resultante das forças sobre o corpo for nula;
- II- O equilíbrio de um corpo rígido ocorre se a soma dos momentos que atuam sobre o corpo, em relação a qualquer ponto do mesmo, for nula.

Assinale a alternativa que relaciona **incorretamente** as afirmações com as definições físicas de alguns movimentos.

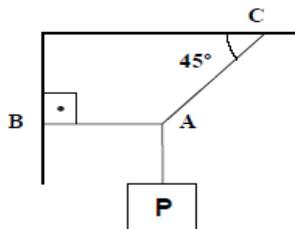
- a) no MRU ocorre a afirmação I.
- b) no MRUV ocorre afirmação I.
- c) no MCU sempre ocorre a afirmação II.

d) as afirmações I e II não ocorrem em qualquer movimento.

- 12) (ESPCEX) Um corpo P de peso 80 N é sustentado por fios ideais e encontra-se em equilíbrio estático no vácuo, conforme a figura abaixo. Pode-se afirmar que a tensão no fio AB vale:

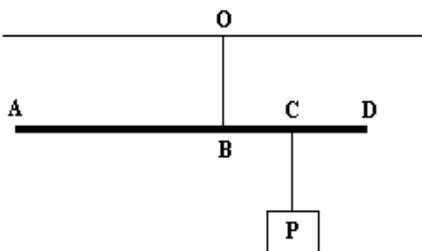
Dados: $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$.

- [A] 80 N.
- [B] $40\sqrt{2}$ N.
- [C] 40 N.
- [D] 20 N.
- [E] $10\sqrt{2}$ N.



Obs.: desenho fora de escala

- 13) (ESPCEX) Uma haste AD homogênea e rígida encontra-se em equilíbrio estático, na posição horizontal, sustentada pela corda ideal OB. No ponto C, que dista 5 m do ponto A, está pendurado um peso P, conforme o desenho abaixo.



Obs.: desenho fora de escala

Sabendo que o peso da haste é igual a 4P, que o seu comprimento é igual a 6 m e que o sistema está no vácuo, podemos afirmar que a distância do ponto A ao ponto B vale:

- [A] 2,4 m.
- [B] 2,5 m.
- [C] 3,2 m.
- [D] 3,4 m.
- [E] 4,2 m.

- 14) (ESPCEX) Uma barra rígida e homogênea, de massa desprezível, está na posição horizontal e apoiada sobre dois cones nos pontos A e B. A distância entre os pontos A e B é de 2,0 m. No ponto C, a uma distância $d = 0,4$ m do ponto A, encontra-se apoiada, em repouso, uma esfera homogênea de peso 80 N, conforme o desenho abaixo. Podemos afirmar que, para que todo o sistema acima esteja em equilíbrio estático, a força de reação do cone sobre a barra, no ponto B, é de

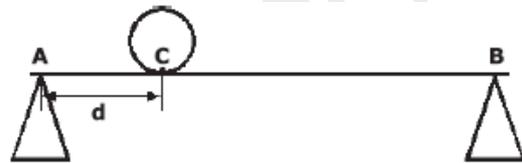
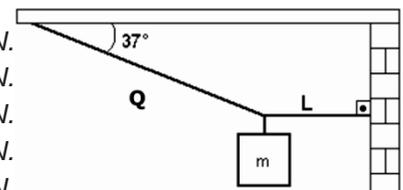


Figura Ilustrativa

- [A] $2,5 \times 10^{-3}$ N.
- [B] $1,0 \times 10^{-2}$ N.
- [C] $1,6 \times 10$ N.
- [D] $3,2 \times 10^2$ N.
- [E] $4,0 \times 10^2$ N.

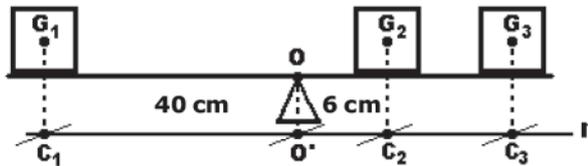
- 15) (ESPCEX) Um bloco de massa $m = 24$ kg é mantido suspenso em equilíbrio pelas cordas L e Q, inextensíveis e de massas desprezíveis, conforme figura abaixo. A corda L forma um ângulo de 90° com a parede e a corda Q forma um ângulo de 37° com o teto. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , o valor da força de tração que a corda L exerce na parede é de:
(Dados: $\cos 37^\circ = 0,8$ e $\sin 37^\circ = 0,6$)

- [A] 144 N.
- [B] 180 N.
- [C] 192 N.
- [D] 240 N.
- [E] 320 N.



- 16) (ESPCEX) Uma barra horizontal rígida e de peso desprezível está apoiada em uma base no ponto O. Ao longo da barra estão distribuídos três cubos homogêneos com

pesos P_1 , P_2 e P_3 e centros de massa G_1 , G_2 e G_3 respectivamente. O desenho abaixo representa a posição dos cubos sobre a barra com o sistema em equilíbrio estático.

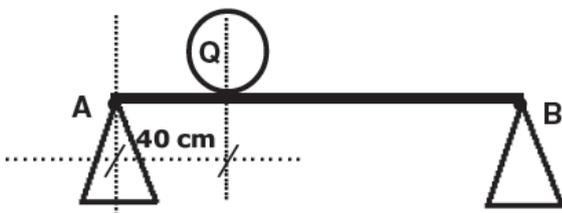


Desenho Ilustrativo

O cubo com centro de massa em G_2 possui peso igual a $4P_1$ e o cubo com centro de massa em G_3 possui peso igual a $2P_1$. A projeção ortogonal dos pontos G_1 , G_2 , G_3 e O sobre a reta r paralela à barra são, respectivamente, os pontos C_1 , C_2 , C_3 e O' . A distância entre os pontos C_1 e O' é de 40 cm e a distância entre os pontos C_2 e O' é de 6 cm. Nesta situação, a distância entre os pontos O' e C_3 representados no desenho, é de:

- [A] 6,5 cm
- [B] 7,5 cm
- [C] 8,0 cm
- [D] 12,0 cm
- [E] 15,5 cm

17) (EFOMM) Uma barra homogênea de peso igual a 50 N está em repouso na horizontal. Ela está apoiada em seus extremos nos pontos A e B, que estão distanciados de 2 m. Uma esfera Q de peso 80 N é colocada sobre a barra, a uma distância de 40 cm do ponto A, conforme representado no desenho abaixo:

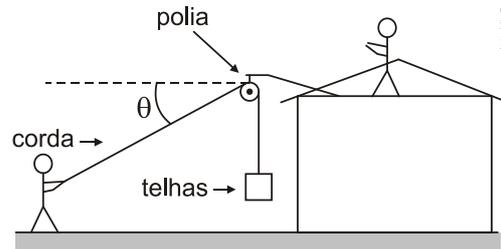


A intensidade da força de reação do apoio sobre a barra no ponto B é de:

- [A] 32 N
- [B] 41 N
- [C] 75 N

- [D] 82 N
- [E] 130 N

18) (ESPCEX) Um trabalhador da construção civil tem massa de 70 kg e utiliza uma polia e uma corda ideais e sem atrito para transportar telhas do solo até a cobertura de uma residência em obras, conforme desenho abaixo.



desenho ilustrativo - fora de escala

O coeficiente de atrito estático entre a sola do sapato do trabalhador e o chão de concreto é $\mu_e = 1,0$ e a massa de cada telha é de 2 kg. O número máximo de telhas que podem ser sustentadas em repouso, acima do solo, sem que o trabalhador deslize, permanecendo estático no solo, para um ângulo θ entre a corda e a horizontal, é:

Dados:

Aceleração da gravidade : $g = 10 \text{ m/s}^2$

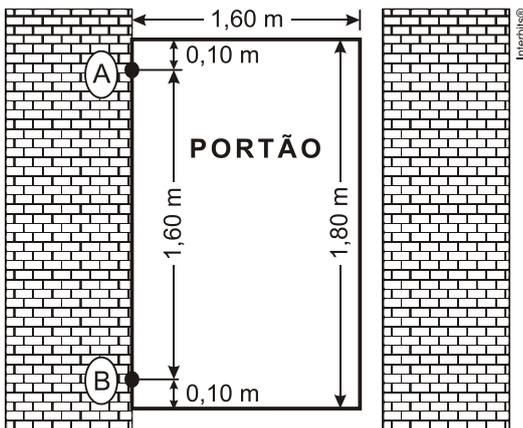
$\cos \theta = 0,8$

$\sin \theta = 0,6$

- a) 30
- b) 25
- c) 20
- d) 16
- e) 10

19) (ESPCEX) Um portão maciço e homogêneo de 1,60 m de largura e 1,80 m de comprimento, pesando 800 N, está fixado em

um muro por meio das dobradiças “A”, situada a 0,10 m abaixo do topo do portão, e “B”, situada a 0,10 m de sua parte inferior. A distância entre as dobradiças é de 160 m, conforme o desenho abaixo.



desenho ilustrativo - fora de escala

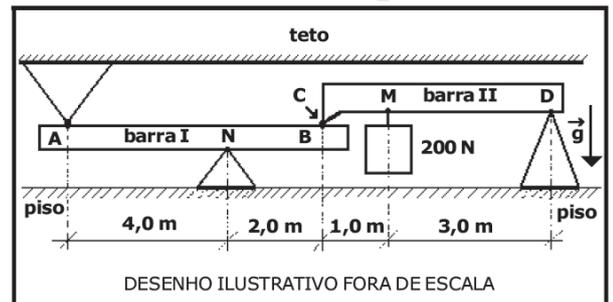
Elas têm peso e dimensões desprezíveis, e cada dobradiça suporta uma força cujo módulo da componente vertical é metade do peso do portão.

Considerando que o portão está em equilíbrio, e que o seu centro de gravidade está localizado em seu centro geométrico, o módulo da componente horizontal da força em cada dobradiça “A” e “B” vale, respectivamente:

- a) 130 N e 135 N
- b) 135 N e 135 N
- c) 400 N e 400 N
- d) 450 N e 450 N
- e) 600 N e 650 N

20) (Espcex – 2016) O desenho abaixo representa um sistema composto por duas barras rígidas I e II, homogêneas e de massas desprezíveis na posição horizontal, dentro de uma sala. O sistema está em equilíbrio estático. No ponto M da barra II, é colocado um peso de 200 N suspenso por um cabo de massa desprezível. A barra I está

apoiada no ponto N no vértice de um cone fixo no piso. O ponto A da barra toca o vértice de um cone fixo no teto. O ponto B da barra toca o ponto C, na extremidade da barra II. O ponto D, localizado na outra extremidade da barra II, está apoiado no vértice de um cone fixo no piso. Os módulos das forças de contato sobre a barra I, nos pontos A e N, são respectivamente:



- a) 75 N, 150 N
- b) 150 N, 80 N
- c) 80 N, 175 N
- d) 75 N, 225 N
- e) 75 N, 100 N

AULA 15 - HIDROSTÁTICA

Pressão

A hidrostática é a parte da física que estuda as condições de equilíbrio para corpos imersos em fluidos em geral. Um fluido é um corpo que pode escoar, como um líquido ou um gás por exemplo.

Definimos a pressão como sendo o módulo da força perpendicular aplicada em uma determinada área, ou seja:

$$P = \frac{F}{A}$$

Desta forma, quanto maior a área de aplicação da força, menor será a pressão naquele ponto. A pressão pode ser dada em N/m^2 , PSI, Bar, atm e outras unidades, sendo a usual no SI dado em Pascal (Pa), onde:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Densidade e Massa Específica

A densidade de um corpo é a medida da sua massa pelo seu volume, ou seja, o espaço ocupado pelo corpo. Um corpo maciço e homogêneo, possui sua massa distribuída uniformemente por todo o seu volume. Alguns corpos possuem irregularidades nessa distribuição ou mesmo espaços vazios. Nestes corpos a densidade é calculada da mesma forma, porém se pudéssemos suprimir esses espaços vazios teríamos outro valor para a densidade, levando-se em conta apenas o material de que é feito o corpo. A essa grandeza denominamos massa específica, que relaciona a densidade do material de que é feito o corpo. Para corpos homogêneos, a densidade é igual à massa específica do material, como no caso dos líquidos. Assim temos:

$$D = \frac{m}{V}$$

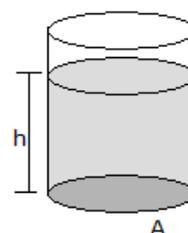
As unidades mais comuns para densidade são: g/cm^3 , kg/m^3 , kg/L . Vale lembrar de algumas relações úteis:

$$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ litros}$$

$$1 \text{ L} = 10^3 \text{ cm}^3$$

Pressão de uma Coluna de Líquido

Podemos definir a pressão que uma coluna de líquido exerce no fundo de um recipiente pela expressão:



$$p_{Liq} = \frac{F}{A} = \frac{P_{Liq}}{A} = \frac{m_{Liq} \cdot g}{A} = \frac{D \cdot V \cdot g}{A} = \frac{D \cdot A \cdot h \cdot g}{A}$$

$$P_{Liq} = D \cdot g \cdot h$$

Onde h é a altura da coluna de líquido e D é a densidade. Na verdade podemos notar que trata-se do peso da coluna de líquido sobre a área do fundo do recipiente.

Teorema de Stevin

Em relação ao caso anterior, vimos que a pressão no fundo do recipiente seria dada por $D \cdot g \cdot h$. Essa pressão é referente apenas à contribuição da coluna líquida. Existe ainda,

acima do líquido, uma porção de ar, que também exerce pressão sobre o fundo do recipiente. Essa pressão do ar, relacionada com a coluna de ar existente sobre a superfície do líquido, é denominada pressão atmosférica.

Toricelli mediu a pressão atmosférica e observou que seu valor era igual a pressão de uma coluna líquida de mercúrio de 76cm de altura. Assim ficou estabelecido que a pressão atmosférica ao nível do mar, seria igual a 76 cmHg ou como também usamos, 1 atmosfera (1 atm).

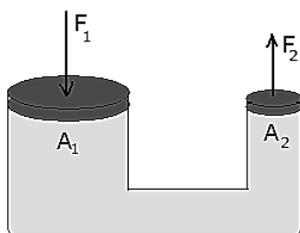
Desta forma, a pressão em um ponto do líquido seria dada pela pressão referente à coluna líquida somada à pressão atmosférica acima da superfície do líquido. A essa relação denominamos Teorema de Stevin:

$$P_{\text{ponto}} = P_{\text{atm}} + D \cdot g \cdot h$$

O Teorema de Stevin mostra que a pressão num ponto de um líquido depende diretamente da profundidade (altura da coluna líquida), ou seja, pontos que estejam à mesma profundidade no mesmo líquido teriam a mesma pressão.

Princípio de Pascal

Também conhecido como princípio da prensa hidráulica ele nos diz que quando exercemos uma força num ponto de um líquido, essa força é transmitida a todos os pontos do líquido mantendo constante a pressão num mesmo nível. Assim, temos:



$$p_1 = p_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Assim, podemos notar que ao aplicarmos uma força pequena em uma área pequena (2), essa força seria maior numa área maior (1) para manter a proporção. Esse princípio é largamente utilizado em macacos hidráulicos para elevar carros.

Teorema de Arquimedes

Quando um corpo é colocado em um líquido, devido à diferença de pressão existente entre diferentes níveis de profundidade do líquido, surge uma força sobre o corpo, exercida pelo líquido, sempre de baixo para cima, que tende a diminuir o peso aparente do corpo imerso. Isto vale para qualquer fluido.

A essa força denominamos Empuxo, e seu valor é igual ao peso do volume de líquido deslocado pelo corpo. Desta forma:

$$E = P_{\text{liq}}$$

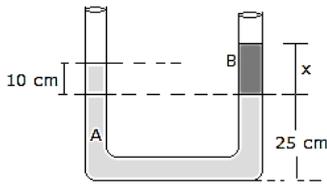
$$E = m_{\text{liq}} \cdot g$$

$$\vec{E} = D_{\text{liq}} \cdot V_{\text{liq}} \cdot g$$

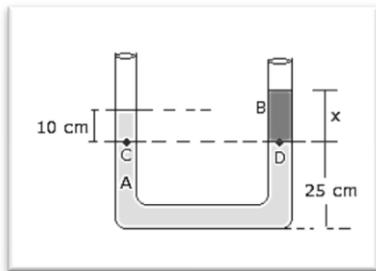
Aqui V_{liq} é o volume de líquido deslocado pelo corpo. Caso o corpo esteja totalmente imerso no fluido, o volume de líquido será o próprio volume do corpo. Note que o empuxo é uma força!

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1 – Dois líquidos imiscíveis A e B de densidades respectivamente iguais a $0,4 \text{ g/cm}^3$ e $0,2 \text{ g/cm}^3$, são colocados em um tubo em forma de U com extremidades abertas (figura) e se encontram em equilíbrio. Determine o valor da altura x do líquido B.



Inicialmente, como os líquidos estão em equilíbrio, todos os pontos de um mesmo líquido terão a mesma pressão a um determinado nível. Sendo assim, escolhemos dois pontos dentro do líquido A à um mesmo nível horizontal, neste caso, os pontos C e D da figura abaixo, e partimos do pressuposto que suas pressões são iguais. Assim:



$$p_C = p_D$$

$$p_{atm} + D_A \cdot g \cdot h_A = p_{atm} + D_B \cdot g \cdot h_B$$

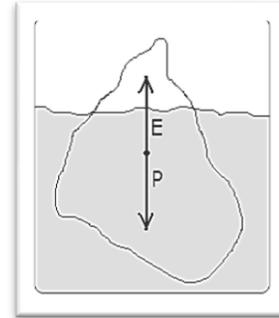
$$D_A \cdot h_A = D_B \cdot h_B$$

$$0,4 \cdot 10 = 0,2 \cdot x$$

$$4 = 0,2 \cdot x$$

$$x = 20 \text{ cm}$$

Exemplo 2 – Um iceberg possui densidade de $0,9 \text{ g/cm}^3$ e está em equilíbrio estático imerso na água do mar. Considerando a densidade da água do mar igual a 1 g/cm^3 , determine a porção do iceberg que fica fora da água.



Inicialmente, como o iceberg se encontra em equilíbrio estático, a força resultante sobre ele é nula. Desta forma, a força peso do iceberg deve ser igual ao empuxo sobre ele (aqui vamos considerar somente o empuxo devido ao mar e desprezar o empuxo devido ao ar sobre a porção que fica fora d'água por ser muito pequeno). Assim temos:

$$E = P$$

$$D_{liq} \cdot V_{liq} \cdot g = m \cdot g$$

$$D_{liq} \cdot V_{liq} = m$$

$$D_{liq} \cdot V_{liq} = D_g \cdot V_g$$

$$1 \cdot V_{liq} = 0,9 \cdot V_g$$

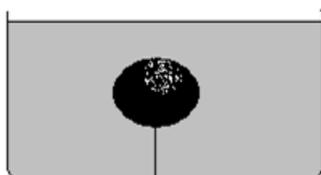
$$V_{liq} = 0,9 \cdot V_g$$

Como o volume de líquido deslocado é igual a 0,9 vezes o volume do gelo (90%), isto significa que o volume que fica fora d'água corresponde a 10% do volume total do gelo.

EXERCÍCIOS

1) (AFA) Uma esfera, cujo peso vale P , flutua sobre um líquido, mantendo imersa somente metade do seu volume. Através de um fio, essa esfera é totalmente submersa no líquido, conforme mostra o esquema. A tração exercida pelo fio tem valor:

- a) $P/3$
- b) $P/2$
- c) P
- d) $2P$



2) (AFA) O empuxo, em newtons, que a atmosfera exerce sobre uma pessoa de massa 60 kg é aproximadamente.

Dados:

densidade média do corpo humano = $1,08 \text{ g/cm}^3$

densidade do ar = $1,22 \text{ kg/m}^3$

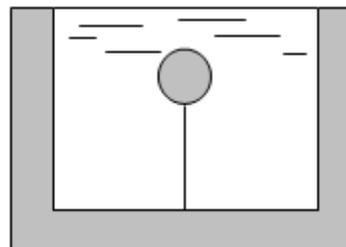
- a) $4,22 \times 10^{-1}$
- b) $5,34 \times 10^{-3}$
- c) $6,77 \times 10^{-1}$
- d) $7,28 \times 10^{-3}$

3) (AFA) Misturando-se massas iguais de duas substâncias, obtém-se densidade igual a $2,4 \text{ g/l}$, misturando-se volumes iguais dessas substâncias, a densidade é $2,5 \text{ g/l}$. As densidades das substâncias, em g/l , são:

- a) 2 e 3
- b) 3 e 5
- c) 5 e 7
- d) 7 e 9

4) (AFA) Uma bola de peso P é mantida totalmente submersa em uma piscina por

meio de um fio inextensível submetido a uma tensão T , como mostra a figura.



A intensidade do empuxo sobre a bola pode ser calculada por

- a) P
- b) T
- c) $P + T$
- d) $P - T$

5) (AFA) Um garoto segura uma bexiga de 10 g, cheia de gás, exercendo sobre o barbante uma força para baixo de intensidade 0,1 N. Nessas condições, pode-se afirmar que

- a) a densidade média da bexiga é menor que a do ar que a envolve.
- b) a pressão no interior da bexiga é menor que a pressão atmosférica local.
- c) o empuxo que a bexiga sofre vale 0,1 N.
- d) o empuxo que a bexiga sofre tem a mesma intensidade que seu peso.

6) (AFA) Um estudante tendo encontrado um líquido estranho em sua casa, tentou descobrir o que era. Inicialmente observou que esse era miscível em água, cuja densidade ele conhecia ($d_{\text{água}} = 1 \text{ g/cm}^3$), mas imiscível em óleo. Logo depois, colocou em vasos comunicantes, uma coluna de 10 cm de óleo sobre água, obtendo o equilíbrio mostrado na figura 1. Por fim derramou sobre o óleo, conforme figura 2, uma coluna de 5 cm do líquido estranho, alcançando novamente o equilíbrio.

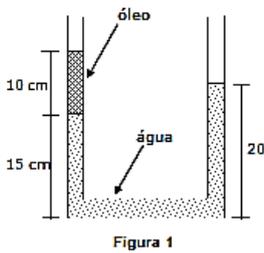


Figura 1

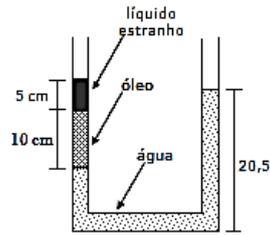


Figura 2

Depois de fazer seus cálculos descobriu que a densidade do líquido estranho valia, em g/cm^3 ,

- a) 0,30.
 - b) 0,40
 - c) 0,20.
 - d) 0,50
- 7) (AFA) Um barril flutua na superfície de um lago, deslocando 30 litros de água. Colocando-se esse mesmo barril para flutuar sobre um líquido 1,5 vezes mais denso que a água, quantos litros desse líquido ele irá deslocar?
- a) 20.
 - b) 30.
 - c) 15.
 - d) 45.
- 8) (AFA) Uma vela acesa, flutuando em água, mantém-se sempre em equilíbrio, ocupando a posição vertical. Sabendo-se que as densidades da vela e da água são respectivamente, $0,8 \text{ g/cm}^3$ e $1,0 \text{ g/cm}^3$, qual a fração da vela que permanecerá sem queimar, quando a chama se apagar ao entrar em contato com a água?
- a) 0
 - b) 1/5
 - c) 1/4
 - d) 4/5
- 9) (AFA) Uma pessoa deita-se sobre uma prancha de madeira que flutua mantendo sua face superior no mesmo nível da superfície da água. A prancha tem 2 m de comprimento, 50 cm de largura e 15cm de espessura. As densidades da água e da madeira são, respectivamente, 1000 kg/m^3 e 600 kg/m^3 .

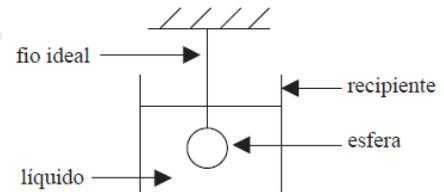
Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, pode-se afirmar que o peso da pessoa é:

- a) 700 N
- b) 600 N
- c) 400 N
- d) 500 N



- 10) (EEAER) Uma esfera metálica de massa igual a 500 g e volume de 50 cm^3 está presa por um fio ideal e imersa em um líquido dentro de um recipiente, conforme o desenho. Nessas condições, a tração no fio é de _____ newtons. Considere:

- 1- que a esfera está em equilíbrio;
- 2- a densidade do líquido igual a 1 g/cm^3 ;
- 3- a aceleração da gravidade local igual a 10 m/s^2 .



- a) 5,0
 - b) 4,5
 - c) 5,5
 - d) 0,0
- 11) (EFOMM) Assinale a alternativa que completa corretamente a lacuna do texto a seguir. Um aluno afirma que uma amostra de 10 g de água pura sempre terá uma densidade igual a 1 g/cm^3 . O seu professor de física procura corrigi-lo afirmando, corretamente, que a densidade dessa amostra é sempre 1 g/cm^3 _____
- a) devido à gravidade ser constante.
 - b) devido à massa ser sempre constante.
 - c) independente da temperatura e pressão.
 - d) para um determinado valor de pressão e temperatura.

- 12) (EEAER) Um pescador de ostras mergulha a 40m de profundidade da superfície da água do mar. Que pressão absoluta, em 10^5 Pa , o

citado mergulhador suporta nessa profundidade? Dados:

Pressão atmosférica = 10^5 N/m^2

Densidade da água do mar = $1,03 \text{ g/cm}^3$

Aceleração da gravidade no local = 10 m/s^2

- a) 4,12
- b) 5,12
- c) 412,0
- d) 512,0

13) (EFOMM) Alguns balões de festa foram inflados com ar comprimido, e outros com gás hélio. Assim feito, verificou-se que somente os balões cheios com gás hélio subiram. Qual seria a explicação para este fato?

- a) O gás hélio é menos denso que o ar atmosférico.
- b) O ar comprimido é constituído, na sua maioria, pelo hidrogênio.
- c) O gás hélio foi colocado nos balões a uma pressão menor que a do ar comprimido.
- d) Os balões com gás hélio foram preenchidos a uma pressão maior que a do ar comprimido.

14) (EFOMM) Uma substância desconhecida apresenta densidade igual a 10 g/cm^3 . Qual o volume, em litros, ocupado por um cilindro feito dessa substância cuja massa é de 200 kg ?

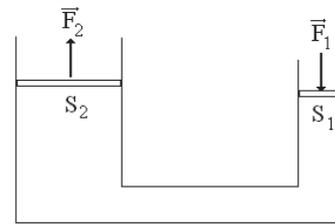
- a) 0,2
- b) 2,0
- c) 20,0
- d) 200,0

15) (EEAER) Um cubo, com aresta de 3 cm , tem massa igual a 81 g . Portanto, o material do qual esse cubo é constituído tem densidade, em kg / m^3 , igual a:

- a) 3.
- b) 60.
- c) 3000.
- d) 6000.

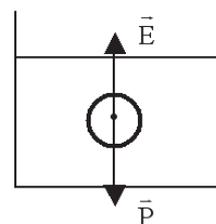
16) (AFA) Os ramos de uma prensa hidráulica tem áreas iguais a S_1 e S_2 , conforme pode ser visto na figura. Sendo $S_2=8$ e $S_1=1$, qual deve ser a intensidade da força F_1 aplicada ao êmbolo de área S_1 para resultar no

êmbolo de área S_2 uma força F_2 de intensidade igual a 800 N ?



- a) 8 N
- b) 80 N
- c) 100 N
- d) 1000 N

17) Uma esfera se encontra totalmente imersa no interior de um tanque com água, conforme a figura. Admitindo P como o vetor força peso e E representando o vetor empuxo, utilizando os conceitos físicos de empuxo e vetor, assinale a única alternativa que apresenta uma afirmação **incorreta**.

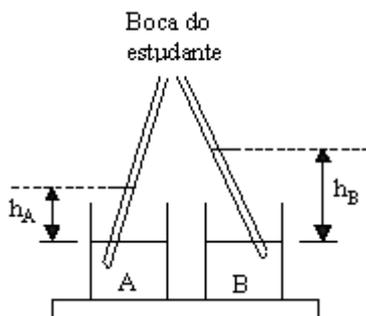


- a) Se o módulo do vetor força peso for maior que o módulo do empuxo, a esfera irá afundar.
- b) Se o módulo do vetor força peso for igual o módulo do vetor empuxo, a esfera permanecerá em equilíbrio na posição que se encontra.
- c) O vetor empuxo e o vetor força peso sempre terão sentidos opostos, mesmo se a esfera estiver em equilíbrio.
- d) Para que a esfera possa emergir, o módulo do vetor empuxo deve ser menor que o módulo do vetor força peso.

18) (AFA) Um bloco de massa m , em formato de paralelepípedo, está apoiado sobre uma superfície exercendo sobre esta uma pressão P . Se esse bloco for apoiado sobre outra face com o dobro da área anterior, a nova pressão exercida por ele será igual a

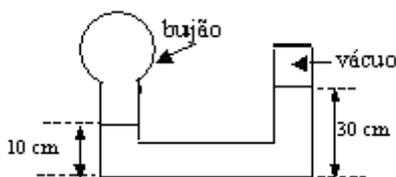
- a) P/4 .
- b) P/2 .
- c) 2P .
- d) 4P .

19) (EFOMM) Num local sob ação da pressão atmosférica, um estudante equilibra os líquidos A e B, em alturas diferentes, sugando a parte do ar dentro dos canudinhos de refrigerantes, como está indicado na figura a seguir. Sabendo-se que a densidade do líquido B é 0,8 vezes a densidade do líquido A, podemos afirmar, corretamente, que



- a) $h_B = 0,80 h_A$.
- b) $h_B = 0,75 h_A$.
- c) $h_B = 1,25 h_A$.
- d) $h_B = 2,55 h_A$.

20) (EFOMM) Desejando medir a pressão de um gás contido em um bupão, um técnico utilizou um barômetro de mercúrio de tubo fechado, como indica a figura a seguir. Considerando a pressão atmosférica local igual a 76 cmHg, a pressão do gás, em cmHg, vale:



- a) 20.
- b) 30
- c) 40.
- d) 96.

21) (AFA) Num recipiente cilíndrico, cuja área da base é igual a 3 cm^2 , coloca-se 408 gramas de mercúrio. Sabendo-se que a densidade do

mercúrio vale $13,6 \text{ g/cm}^3$ e que a aceleração da gravidade vale 10 m/s^2 , determine, em pascal (Pa), a pressão no fundo do recipiente, desconsiderando a pressão atmosférica local. Dado: Considere o mercúrio um líquido ideal e em repouso.

- a) 13600.
- b) 22300.
- c) 33400.
- d) 62000.

22) (EEAER) Em hidrostática, pressão é uma grandezafísica

- a) escalar, diretamente proporcional à área.
- b) vetorial, diretamente proporcional à área.
- c) escalar, inversamente proporcional à área.
- d) vetorial, inversamente proporcional à área.

23) Um mergulhador submerso no oceano, constata, mediante consulta a um manômetro, preso em seu pulso, que está submetido a uma pressão absoluta de 276 cmHg. Sendo assim, a profundidade, em relação à superfície do oceano na qual o mergulhador se encontra submerso vale _____ metros. Observações:

- 1 – Considere a água do oceano um fluido ideal e em repouso;
 - 2 – Admita a pressão atmosférica na superfície do oceano igual a 76 cmHg;
 - 3 – Adote a densidade do mercúrio igual a $13,6 \text{ g/cm}^3$;
 - 4 – Considere a densidade da água do oceano igual a 1 g/cm^3 ; e
 - 5 – Admita a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .
- a) 13,6.
 - b) 22,4.
 - c) 27,2.
 - d) 36,5.

24) (AFA) Desejando conhecer a altitude de sua cidade, em relação ao nível do mar, um estudante de Física acoplou na extremidade de uma câmara de gás de um pneu, cuja pressão é conhecida e vale 152 cmHg, um barômetro de mercúrio de tubo aberto. Com a experiência o aluno percebeu um desnível da

coluna de mercúrio do barômetro de exatamente 1 metro. Admitindo a densidade do ar, suposta constante, igual a $0,001 \text{ g/cm}^3$ e a densidade do mercúrio igual a $13,6 \text{ g/cm}^3$, a altitude, em metros, da cidade onde o estudante mora em relação ao nível do mar vale

- a) 864
- b) 1325
- c) 2500
- d) 3264

25) (EEAER) Na experiência de Torricelli, para determinar a pressão atmosférica, a coluna barométrica tem altura maior quando o líquido é a água, e menor quando o líquido for o mercúrio, por que

- a) o mercúrio é mais denso que a água.
- b) a água é transparente e o mercúrio não.
- c) o mercúrio se congela a uma temperatura menor que a da água.
- d) a água é um solvente universal e o mercúrio só pode ser utilizado em ocasiões específicas.

26) (EEAER) Um copo de volume "V", altura "h" e área da base "A" é colocado em um recipiente contendo água. Mergulha-se na água até que o líquido começa a transbordar. Posteriormente, coloca-se esse copo sobre uma balança cuja mola é comprimida de um valor igual a "x". Considerando a aceleração da gravidade igual a "g" e a densidade da água igual a μ , a expressão que determina a constante elástica da mola é dada por:

OBS: Despreze o peso do copo.

- a) $\mu g V x$
- b) $x / \mu g V$
- c) $\mu g V / x$
- d) $\mu g / V x$

27) (AFA) Um garoto percebeu que seu barômetro acusava 76 cmHg, quando se encontrava na parte térrea de um prédio. Ao subir no telhado desse prédio constatou que o barômetro acusava 75 cmHg. Dessa forma é possível considerar corretamente que a

altura, em metros, do prédio vale: Considere: A aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .

A densidade do ar, suposta constante, igual a $0,00136 \text{ g/cm}^3$.

A densidade do mercúrio igual a $13,6 \text{ g/cm}^3$.

- a) 50
- b) 100
- c) 150
- d) 10000

28) (EEAER) Das afirmações a seguir, assinale aquela que é **IMPOSSÍVEL** para um ambiente sem pressão atmosférica.

- a) Ocorrer o congelamento de água.
- b) Tomar refrigerante de canudinho.
- c) Um ser humano manter-se de pé sem flutuar.
- d) Evaporar água por intermédio de um aquecedor elétrico.

29) (EFOMM) Um corpo apresenta 80N de peso aparente quando mergulhado totalmente na água. Se o peso real desse corpo vale 120N, então sua densidade em kg/l , é igual a Dado: densidade da água igual a 1 kg/l .

- a) 3,0
- b) 0,3
- c) 0,03
- d) 0,003

30) (EFOMM) Uma bola de papel amassado flutua em equilíbrio na superfície de um lago. Considerando que a água está em repouso e que o papel seja impermeável, podemos afirmar corretamente, que

- a) o peso da bola de papel é maior que o empuxo recebido por parte do líquido.
- b) o empuxo exercido por parte do líquido sobre a bola de papel, é menor que o peso da mesma.
- c) a bola de papel apresenta um peso de igual valor, ao empuxo exercido pelo líquido sobre a mesma.
- d) a flutuação da bola de papel não depende do seu peso, ou do empuxo recebido por parte do líquido, mas tão somente do material de que é feito o papel.

- 31) (EEAER) Os jogadores de futebol dos times brasileiros, via de regra, sentem mais dificuldade em jogar em cidades localizadas em altitudes maiores, do que aquelas a que estão adaptados. Por isso é mais fácil para eles jogarem no Rio de Janeiro, do que em La Paz na Bolívia. Assinale entre as alternativas, aquela que indica uma possível causa
- a) a gravidade em La Paz é igual a do Rio de Janeiro.
 - b) a gravidade em La Paz é maior do que no Rio de Janeiro.
 - c) a pressão atmosférica em La Paz é maior do que no Rio de Janeiro
 - d) a pressão atmosférica em La Paz é menor do que no Rio de Janeiro.

- 32) (ESPCEX) Um estudante de Física observa o comportamento de três objetos de mesmo peso e densidades diferentes abandonados na superfície de um recipiente com água. Após a água e os objetos atingirem o equilíbrio estático, ele observa que o objeto 1 está boiando com a metade do seu volume submerso; que o objeto 2 está totalmente submerso e não toca o fundo do recipiente e que o objeto 3 submerge totalmente ficando apoiado no fundo, pressionando-o. Considerando a densidade da água constante em todos os pontos no interior do recipiente, pode-se afirmar que a intensidade:

- do empuxo no objeto 1 é a metade do empuxo no objeto 2.
- do empuxo no objeto 2 é igual ao empuxo no objeto 3.
- do empuxo no objeto 1 é maior do que o empuxo no objeto 2.
- do empuxo no objeto 3 é menor do que o empuxo no objeto 1.
- dos empuxos nos três objetos são iguais.

- 33) (ESPCEX) A figura abaixo representa um elevador hidráulico. Esse elevador possui dois pistões circulares 1 e 2, de massas desprezíveis, sendo o menor com raio R_1 e o maior com raio $R_2 = 5 R_1$. O líquido que

movimenta os pistões é homogêneo e incompressível.

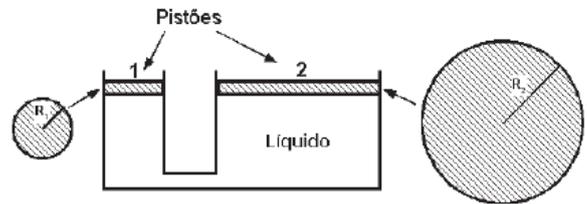


Figura Ilustrativa

Colocamos um corpo de massa M sobre o pistão maior e, para que o conjunto fique em equilíbrio estático, será necessário colocar sobre o pistão menor um outro corpo cuja massa vale:

- $M/5$.
- $M/25$.
- M .
- $5 M$.
- $25 M$.

- 34) (ESPCEX) Um bloco maciço flutua, em equilíbrio, dentro de um recipiente com água. Observa-se que $2/5$ do volume total do bloco estão dentro do líquido. Desprezando a pressão atmosférica e considerando a densidade da água igual a $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, pode-se afirmar que a densidade do bloco vale:

- $1,2 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$.
- $1,6 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$.
- $2,4 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$.
- $3,0 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$.
- $4,0 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$.

- 35) (ESPCEX) A pressão (P) no interior de um líquido homogêneo, incompressível e em equilíbrio, varia com a profundidade (X) de acordo com o gráfico abaixo.

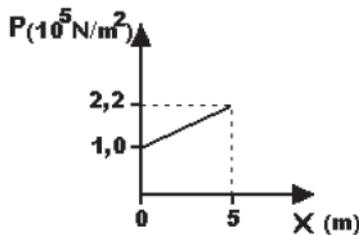


Gráfico fora de escala

Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , podemos afirmar que a densidade do líquido é de:

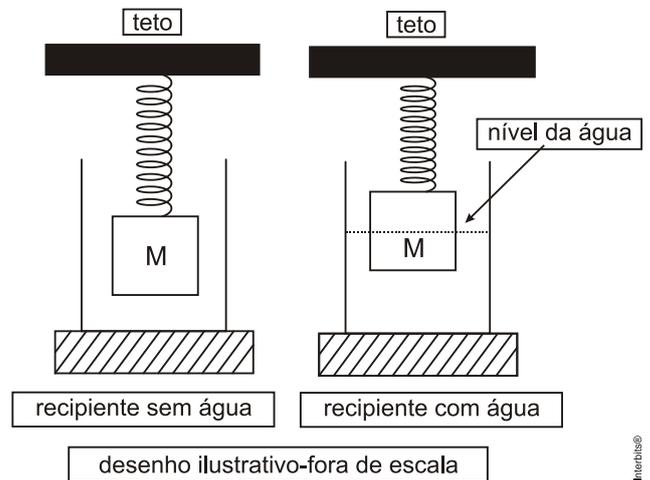
- [A] $1,1 \cdot 10^5 \text{ kg/m}^3$
- [B] $6,0 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$
- [C] $3,0 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$
- [D] $4,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
- [E] $2,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

36) (ESPCEX) Um elevador hidráulico de um posto de gasolina é acionado por um pequeno êmbolo de área igual a $4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. O automóvel a ser elevado tem peso de $2 \cdot 10^4 \text{ N}$ e está sobre o êmbolo maior de área $0,16 \text{ m}^2$. A intensidade mínima da força que deve ser aplicada ao êmbolo menor para conseguir elevar o automóvel é de:

- [A] 20 N
- [B] 40 N
- [C] 50 N
- [D] 80 N
- [E] 120 N

37) (ESPCEX) No interior de um recipiente vazio, é colocado um cubo de material homogêneo de aresta igual a $0,40 \text{ m}$ e massa $M = 40 \text{ kg}$. O cubo está preso a uma mola ideal, de massa desprezível, fixada no teto de modo que ele fique suspenso no interior do recipiente, conforme representado no desenho abaixo. A mola está presa ao cubo no centro de uma de suas faces e o peso do cubo provoca uma deformação de 5 cm na mola. Em seguida, coloca-se água no recipiente até que o cubo fique em equilíbrio com metade de seu volume submerso. Sabendo que a densidade da água é de

1000 kg/m^3 , a deformação da mola nesta nova situação é de

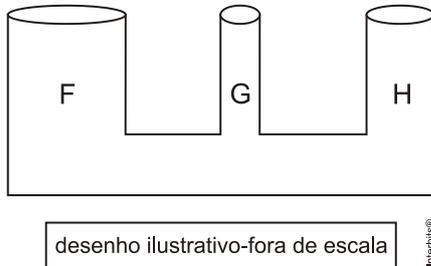


Dado: intensidade da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 3,0 cm
- b) 2,5 cm
- c) 2,0 cm
- d) 1,5 cm
- e) 1,0 cm

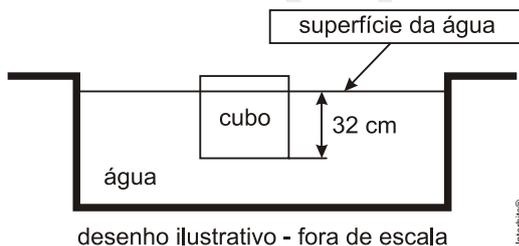
38) (ESPCEX) Pode-se observar, no desenho abaixo, um sistema de três vasos comunicantes cilíndricos F, G e H distintos, abertos e em repouso sobre um plano horizontal na superfície da Terra. Coloca-se um líquido homogêneo no interior dos vasos de modo que não haja transbordamento por nenhum deles. Sendo h_F , h_G e h_H o nível das alturas do líquido em equilíbrio em relação à base nos respectivos vasos F, G e H, então, a relação entre as alturas em cada

vaso que representa este sistema em equilíbrio estático é:



- a) $h_F = h_G = h_H$
- b) $h_G > h_H > h_F$
- c) $h_F = h_G > h_H$
- d) $h_F < h_G = h_H$
- e) $h_F > h_H > h_G$

39) (ESPCEX) Um cubo maciço e homogêneo, com 40 cm de aresta, está em equilíbrio estático flutuando em uma piscina, com parte de seu volume submerso, conforme desenho abaixo.

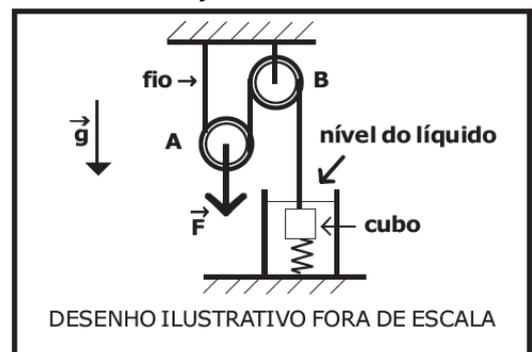


Sabendo-se que a densidade da água é igual a 1 g/cm^3 e a distância entre o fundo do cubo (face totalmente submersa) e a superfície da água é de 32 cm, então a densidade do cubo:

- a) $0,20 \text{ g/cm}^3$
- b) $0,40 \text{ g/cm}^3$
- c) $0,60 \text{ g/cm}^3$

- d) $0,70 \text{ g/cm}^3$
- e) $0,80 \text{ g/cm}^3$

40) (Espcex – 2016) Um cubo homogêneo de densidade ρ e volume V encontra-se totalmente imerso em um líquido homogêneo de densidade ρ_0 contido em um recipiente que está fixo a uma superfície horizontal. Uma mola ideal, de volume desprezível e constante elástica k , tem uma de suas extremidades presa ao centro geométrico da superfície inferior do cubo e a outra extremidade presa ao fundo do recipiente de modo que ela fique posicionada verticalmente. Um fio ideal vertical está preso ao centro geométrico da superfície superior do cubo e passa por duas roldanas idênticas e ideais A e B. A roldana A é móvel a roldana B é fixa e estão montadas conforme o desenho abaixo. Uma força vertical de intensidade F é aplicada ao eixo central da roldana A fazendo com que a distensão na mola seja x e o sistema todo fique em equilíbrio estático, com o cubo totalmente imerso no líquido. Considerando a intensidade da aceleração da gravidade igual a g , o módulo da força F é:

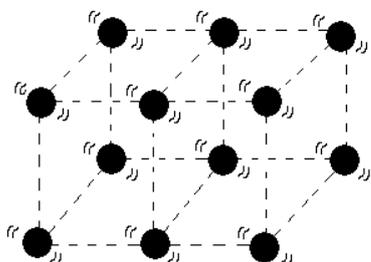


- a) $[Vg(\rho_0 - \rho) + kx]$
- b) $2 [Vg(\rho - \rho_0) - kx]$
- c) $2 [Vg(\rho_0 + \rho) + kx]$
- d) $[Vg(\rho_0 - \rho) - kx]$
- e) $2 [Vg(\rho - \rho_0) + kx]$

AULA 16 - TERMOMETRIA

Escalas Termométricas

Num sólido, os átomos se agrupam por meio de ligações elétricas e químicas, formando o que chamamos de estrutura cristalina. Nesta estrutura, os átomos não ficam parados numa determinada posição, eles possuem um estado de vibração em torno de uma posição de equilíbrio, possuindo desta forma certa energia cinética de vibração. Ao receber energia, um átomo em geral, passa a vibrar mais rapidamente e mais distante da posição de equilíbrio.



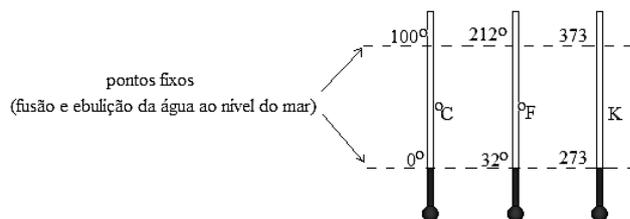
Modelo de uma estrutura cristalina. Os pontos pretos representam os átomos da estrutura que vibram em torno de posições fixas de equilíbrio.

É a partir desse estado de vibração que medimos a energia interna de um corpo e alguns dos conceitos fundamentais como:

- **Temperatura:** Medida do estado de agitação das partículas de um corpo. Quanto mais agitado estiverem os átomos do corpo, maior a temperatura.
- **Calor:** Energia em trânsito, que flui do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura, até que seja atingido o equilíbrio térmico.

O valor 0K, (Zero Kelvin) também chamado Zero Absoluto, é o menor valor de temperatura que pode existir. Ele representa o estado em que os átomos de um corpo estariam “congelados”. Fisicamente, este valor é inatingível!!

Podemos medir a temperatura de um corpo usando um dispositivo chamado termômetro. No termômetro a temperatura é medida de forma indireta, a partir da altura de uma coluna de mercúrio. Quando um corpo é colocado em contato com o bulbo do termômetro, calor passa do corpo mais quente para o bulbo, que ao receber este calor (energia), transfere para os átomos do mercúrio (substância termométrica). Estes por sua vez, se agitam e se distanciam uns dos outros, fazendo com que o volume do mercúrio aumente e a coluna suba. O valor referente à altura atingida pelo mercúrio depende da calibração do aparelho e pode variar dependendo da escala termométrica adotada. Existem três escalas principais: Celsius, Fahrenheit e Kelvin. Estas escalas se relacionam da seguinte forma:



$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

Se quisermos estabelecer uma relação entre as variações de temperatura entre essas escalas chegaremos à relação:

$$\frac{\Delta C}{5} = \frac{\Delta F}{9} = \frac{\Delta K}{5}$$

Vejamos alguns exemplos:

Exemplo 1 – Existe alguma temperatura que possua o mesmo valor nas escalas Celsius e Fahrenheit?

Aqui queremos saber se um valor de temperatura possui o mesmo valor nas escalas Celsius e Fahrenheit, ou seja, se uma das escalas marcar 5° a outra também deve marcar 5°. Como não sabemos que valor seria este, chamemos tal valor de X. Desta forma temos na comparação entre as escalas Celsius e Fahrenheit:

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\frac{X}{5} = \frac{X - 32}{9}$$

$$9X = 5X - 160$$

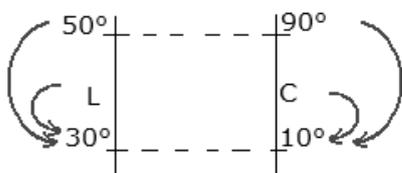
$$4X = -160$$

$$X = -\frac{160}{4} = -40 \text{ } ^\circ\text{C ou } ^\circ\text{F.}$$

Exemplo 2 – Uma escala termométrica, que mede a temperatura em graus L, indica 30° L e 50° L, respectivamente, para as temperaturas de 10° C e 90° C. Determine quantos graus L a escala indica para o ponto de vapor da água ao nível do mar.

- a) 52,5
- b) 75,0
- c) 100,0
- d) 105,0

Aqui queremos estabelecer uma correspondência entre uma escala L e a escala Celsius. Desta forma, primeiramente devemos descobrir qual a relação entre elas. Assim, escolhemos como pontos fixos os pontos dados no enunciado:



Como as alturas das colunas de mercúrio são iguais (mesmas temperaturas), podemos usar a relação de proporcionalidade para cada termômetro. Assim:

$$\frac{L - 30}{50 - 30} = \frac{C - 10}{90 - 10}$$

$$\frac{L - 30}{20} = \frac{C - 10}{80}$$

$$L - 30 = \frac{C - 10}{4}$$

$$4L - 120 = C - 10$$

$$L = \frac{C + 110}{4}$$

Substituindo C por 100, ponto de vapor da água na escala Celsius, temos o valor correspondente na escala L:

$$L = \frac{100 + 110}{4} = \frac{210}{4} = 52,5 \text{ } ^\circ\text{L}$$

Resposta letra (a).

EXERCÍCIOS

- 1) (ESPCEX) Um sistema A está em equilíbrio térmico com outro B e este não está em equilíbrio térmico com um outro C. Então podemos dizer que:
 - a) Os sistemas A e C possuem a mesma quantidade de calor.
 - b) A temperatura de A é diferente da de B.
 - c) Os sistemas A e B possuem a mesma temperatura.
 - d) A temperatura de B é diferente da de C, mas C pode ter a temperatura igual à de A.
 - e) Nda
- 2) (EFOMM) A indicação de uma temperatura na escala Fahrenheit excede em 2 unidades o

dobro da correspondente indicação na escala Celsius. Essa temperatura é em graus Celsius:

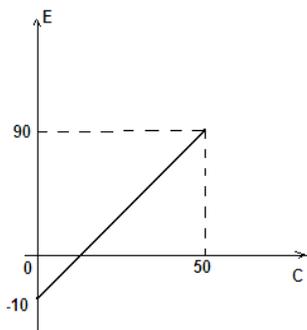
- a) 300
- b) 170
- c) 150
- d) 100

3) (AFA) A antiga escala Réaumur adotava $0^{\circ}R$ e $80^{\circ}R$ para os pontos fixos fundamentais. A que temperatura as escalas Réaumur e Fahrenheit fornecem temperaturas iguais?

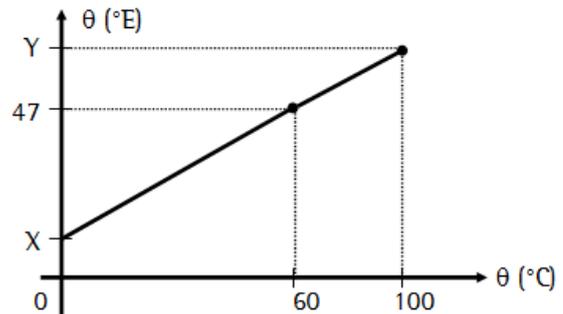
- a) $-18,4^{\circ}F$
- b) $-25,6^{\circ}F$
- c) $-14,3^{\circ}F$
- d) $-20,4^{\circ}F$

4) (EFOMM) Comparando-se a escala E de um termômetro com a escala C (Celsius), obteve-se o seguinte gráfico de correspondência entre as medidas. Quando o termômetro Celsius estiver registrando $90^{\circ}C$, o termômetro E estará marcando:

- a) $100^{\circ}E$
- b) $120^{\circ}E$
- c) $150^{\circ}E$
- d) $170^{\circ}E$
- e) $200^{\circ}E$



5) (AFA) O gráfico abaixo, representa a relação entre a temperatura medida numa escala arbitrária E e a temperatura na escala Celsius.



A equação que representa corretamente a relação entre Y e X é

- a) $\gamma = \frac{235 - 2X}{3}$
- b) $\gamma = \frac{141 + 2X}{3}$
- c) $\gamma = \frac{235 + 8X}{5}$
- d) $\gamma = \frac{141 - 8X}{5}$

6) (EFOMM) Um equipamento eletrônico foi entregue na Sala de Física da Escola de Especialistas de Aeronáutica, porém, na etiqueta da caixa estava escrito que o equipamento deveria funcionar sob uma temperatura de $59^{\circ}F$. Logo, os professores providenciaram um sistema de refrigeração, que deveria ser ajustado em valores na escala Celsius. Portanto, a temperatura correta que o sistema deve ser ajustado, em $^{\circ}C$, é de:

- a) 15,0
- b) 32,8
- c) 42,8
- d) 59,0

7) (EEAER) Antes de embarcar, rumo aos Estados Unidos da América, Pedro ligou para um amigo que lhe informou que a temperatura na cidade onde desembarcaria estava $59^{\circ}F$ abaixo dos $35^{\circ}C$ do aeroporto de São Paulo. Logo, na cidade onde Pedro deverá desembarcar, a temperatura, no momento do telefonema, é de ___ $^{\circ}F$.

- a) 15
- b) 24
- c) 36
- d) 95

8) (EEAER) Considere o seguinte enunciado: "Se um corpo 1 está em equilíbrio térmico com um corpo 2 e este está em equilíbrio térmico com um corpo 3, então, pode-se concluir corretamente que o corpo 1 está em

equilíbrio térmico com o corpo 3". Esse enunciado refere-se

- a) ao ponto triplo da água.
- b) a Lei zero da Termodinâmica.
- c) às transformações de um gás ideal.
- d) à escala Termodinâmica da temperatura.

- 9) (ESPCEX) Um cientista dispõe de um termômetro de mercúrio com a escala totalmente ilegível. Desejando medir a temperatura de uma substância X com o termômetro, ele adotou o seguinte procedimento: sob a condição de pressão normal (1 atm), mergulhou o termômetro na água em ebulição e observou que a coluna de mercúrio atingiu o comprimento de 10 cm; posteriormente, colocando o termômetro em gelo fundente, o comprimento da coluna de mercúrio passou a ser de 2 cm. Após esse procedimento, ele colocou o termômetro em contato com a substância X e encontrou o comprimento de 5,2 cm para a coluna de mercúrio. Baseado nessas informações, a temperatura da substância X medida pelo cientista, em graus Celsius, é de:

- [A] 65° C.
- [B] 52° C.
- [C] 48° C.
- [D] 40° C.
- [E] 32° C.

- 10) (ESPCEX) Um termômetro digital, localizado em uma praça da Inglaterra, marca a temperatura de 10,4 °F. Essa temperatura, na escala Celsius, corresponde a

- [A] – 5 °C
- [B] – 10 °C
- [C] – 12 °C
- [D] – 27 °C
- [E] – 39 °C

- 11) (ESPCEX) A utilização do termômetro, para a avaliação da temperatura de um determinado corpo, é possível porque, após algum tempo de contato entre eles, ambos adquirem a mesma temperatura.

Neste caso, é válido dizer que eles atingem a (o)

- a) equilíbrio térmico.
- b) ponto de condensação.
- c) coeficiente de dilatação máximo.
- d) mesma capacidade térmica.
- e) mesmo calor específico.

AULA 17 - CALORIMETRIA

O calor, por ser uma forma de energia, ao ser absorvido pelo sistema, deve provocar algum efeito. Basicamente, os efeitos sobre um corpo que absorve calor podem ser basicamente de dois tipos:

- 1- A energia absorvida faz com que as partículas do corpo vibrem com mais intensidade e cada vez mais distante de suas posições de equilíbrio. Caso isto ocorra, o corpo aumenta sua temperatura e o seu volume. Tal calor absorvido é chamado de **calor sensível**.
- 2- A energia absorvida é usada para quebrar as ligações entre os átomos, mudando dessa forma, o estado físico do corpo de maneira gradual. Tal calor absorvido é chamado de **calor latente**.

Assim:

Calor sensível: é o calor dado a um corpo, responsável pela mudança em sua temperatura. Pode ser medido pela relação:

$$\Delta Q = m.c.\Delta\theta$$

Onde m é a massa do corpo, c é o calor específico sensível do corpo e $\Delta\theta$ é a variação de temperatura do corpo.

Aqui, o calor específico sensível é a quantidade de calor que um corpo deve receber ou ceder para que a temperatura de um grama deste material varie 1°C .

Calor latente: é o calor dado a um corpo, responsável pela mudança em seu estado físico.

$$\Delta Q = mL$$

Onde L é o calor latente da substância, que é a quantidade de calor necessária para mudar o

estado físico de 1g da substância. Durante a mudança de estado físico, a temperatura do corpo permanece constante.

Capacidade Térmica: é a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de um corpo em 1°C .

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

O calor por ser uma forma de energia pode ser dado em Joules. Entretanto, dependendo do sistema de unidades usado, pode ser medido em calorias (cal). A equivalência entre as duas unidades é dada por:

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

Devemos lembrar ainda que para alimentos existe a unidade de energia Kcal ou Cal (C maiúscula) que equivale a 1000 cal (minúscula).

Princípio das Trocas de Calor

Em um sistema isolado, a quantidade de calor perdida por um ou mais corpos é numericamente igual à quantidade de calor absorvida pelos demais corpos envolvidos na mistura.

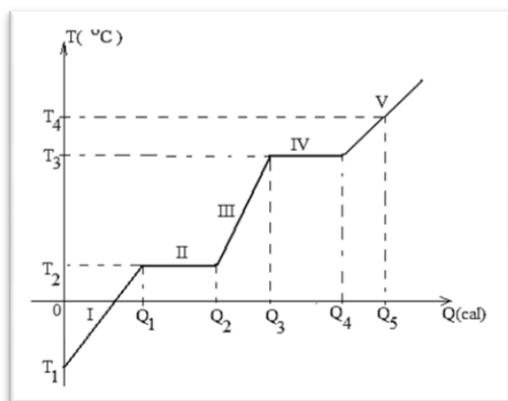
$$Q_{\text{recebido}} + Q_{\text{cedido}} = 0$$

Curvas de Aquecimento

Vimos que um dos tipos de calor que um corpo pode receber ou ceder, é o chamado calor latente, onde a energia absorvida é usada para quebrar as ligações entre os átomos, mudando dessa forma, o estado físico do corpo de maneira gradual. Durante tal mudança, a temperatura do corpo não varia, até que todo o corpo tenha

mudado de estado físico, e novamente, sua temperatura volte a subir.

O processo de transformação de um sólido em um gás por absorção de calor pode ser representado graficamente pela chamada curva de aquecimento do corpo. A forma geral dessa curva é a seguinte:



Podemos notar pelo gráfico, 5 etapas distintas:

Na etapa I o corpo encontrava-se à temperatura T_1 e recebeu uma quantidade de calor igual a Q_1 , passando a apresentar ao final do aquecimento a temperatura T_2 .

Na etapa II, ele continuou a receber calor numa quantidade igual a $Q_2 - Q_1$, sem que, no entanto, sua temperatura se alterasse, o que só voltou a acontecer na etapa III, quando ao receber uma quantidade de calor igual a $Q_3 - Q_2$, sua temperatura saltou para T_3 .

Podemos observar que nas etapas II e IV a temperatura permanece constante mesmo com absorção de calor. Nessas etapas o calor fornecido é latente!!

Nas etapas em que há mudança de temperatura quando da absorção de calor, temos calor sensível.

Cada substância possui a sua curva de aquecimento específica, que também depende da

massa. O principal é reconhecer onde temos calor sensível e onde temos calor latente, usando dessa forma a expressão mais adequada para cada caso.

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1 – Uma garrafa térmica contém 0,6 L de um líquido a uma temperatura de 40°C . São derramados mais 0,2 L a 20°C na garrafa. Se a capacidade calorífica da garrafa for desprezível, qual será a temperatura final da mistura?

- a) 25°C
- b) 30°C
- c) 40°C
- d) 50°C
- e) 60°C

Como não há mudança de estado físico nessa mistura, temos somente a transferência de calor sensível. Assim, todo o calor cedido pelo líquido que estava inicialmente na garrafa (quente) será absorvido pelo líquido adicionado (frio). Usando o princípio das trocas de calor temos:

$$Q_A + Q_B = 0$$

$$m_A \cdot c_A \cdot \Delta\theta + m_B \cdot c_B \cdot \Delta\theta = 0$$

Substituindo as massas pelo volume multiplicado pela densidade e, sabendo que se trata do mesmo líquido $c_A=c_B=c$ e $D_A=D_B=D$, temos:

$$D_A \cdot V_A \cdot c \cdot \Delta\theta + D_B \cdot V_B \cdot c \cdot \Delta\theta = 0$$

$$D \cdot V_A \cdot c \cdot \Delta\theta + D \cdot V_B \cdot c \cdot \Delta\theta = 0$$

$$D \cdot 0,6 \cdot c \cdot (\theta_F - 40) + D \cdot 0,2 \cdot c \cdot (\theta_F - 20) = 0$$

$$D \cdot 0,6 \cdot c \cdot (\theta_F - 40) = -D \cdot 0,2 \cdot c \cdot (\theta_F - 20)$$

$$0,6 \cdot (\theta_F - 40) = -0,2(\theta_F - 20)$$

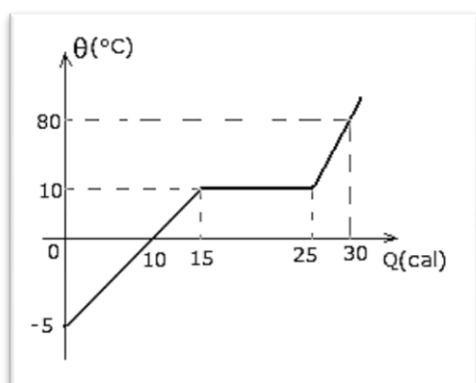
$$0,6\theta_F - 24 = -0,2\theta_F - 4$$

$$0,8\theta_F = 20$$

$$\theta_F = \frac{20}{0,8} = 25\text{ }^\circ\text{C}$$

Resposta: letra (a)

Exemplo 2– A curva de aquecimento de 50g de uma substância X inicialmente no estado líquido é dada abaixo. Determine o calor latente de vaporização desta substância.



Podemos notar pela curva acima que o calor latente ocorre na parte horizontal do gráfico, já que nessa parte a temperatura da substância permanece constante (mudança de fase). Assim, podemos aplicar a expressão para o calor latente nesta parte do gráfico e encontrar o calor latente de vapor da substância X:

$$Q = m \cdot L$$

$$25 - 15 = 50 \cdot L$$

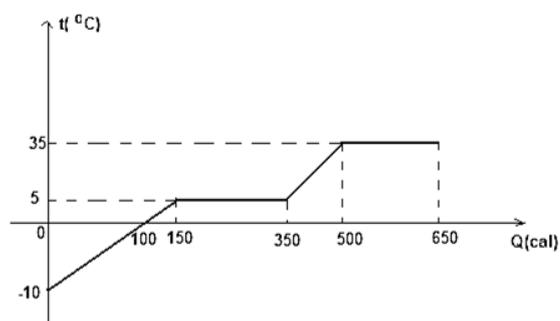
$$10 = 50 \cdot L$$

$$L = \frac{10}{50} = 0,2\text{ cal/g}$$

Que significa que para que 1g da substância X no estado líquido se transforme em vapor, ela deve receber 0,2 cal.

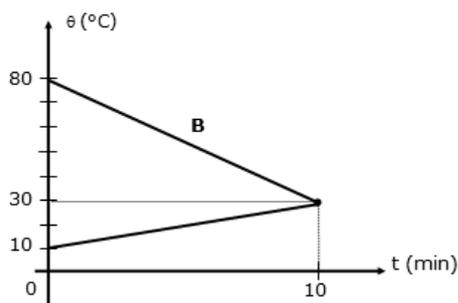
EXERCÍCIOS

- 1) (AFA) O gráfico refere-se à transformação de 20 g de uma substância que se encontra, inicialmente, no estado sólido.



Após analisar o gráfico, assinale a afirmação ERRADA:

- O ponto de vaporização da substância é 35° C.
 - O calor específico da substância no estado sólido é igual a 0,5 cal/g°C.
 - O ponto de fusão da substância é 5° C.
 - O calor latente de fusão da substância é igual a 10 cal/g.
 - A capacidade térmica da substância no estado líquido é igual a 10 cal/°C.
- 2) (EEAER) Um pedaço de gelo de 150 g à temperatura de -20° C é colocado dentro de uma garrafa térmica contendo 400g de água à temperatura de 22° C. Considerando a garrafa térmica como um sistema perfeitamente isolado e com capacidade térmica desprezível, pode-se dizer que ao atingir o equilíbrio térmico o sistema no interior da garrafa apresenta-se como: (dados: $C_{\text{água}} = 1\text{ cal/g }^\circ\text{C}$ e $L_f = 80\text{ cal/g}$)
- um líquido a 10,5° C
 - um líquido a 15,4° C
 - uma mistura sólido/líquido a 0° C
 - um líquido a 0° C
 - um sólido a 0° C.

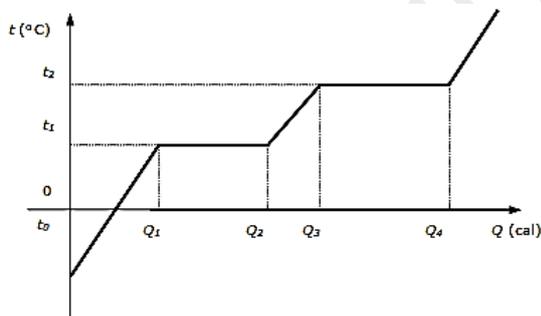


- 3) (AFA) Um corpo **A** foi colocado em contato com outro corpo **B**, e suas temperaturas variam de acordo com o gráfico abaixo.

Sendo a massa de **B** o dobro da massa de **A**, e considerando que as trocas de calor tenham ocorrido apenas entre os dois, a razão entre o calor específico de **A** e o calor específico de **B** (c_A/c_B) vale

- a) 2,5.
- b) 5,0.
- c) 0,4.
- d) 0,2.

- 4) (AFA –2002) Considere o diagrama abaixo que mostra a curva de aquecimento de m gramas de uma substância pura ao receber calor.



É correto afirmar que

- a) O calor específico da substância no estado sólido é $Q_1/(m \cdot t_1)$.
- b) O calor latente de fusão é Q_2/m .
- c) Após o fornecimento da quantidade de calor $(Q_2 - Q_1)/2$ tem-se $m/2$ gramas da substância no estado sólido.
- d) O calor específico da substância no estado líquido é $Q_1/[m(t_2 - t_1)]$.

- 5) (AFA –2002) Duas substâncias, A e B, se encontram à mesma temperatura de 20°C e

cada qual termicamente isolada. Fornecendo a mesma quantidade de calor a cada uma delas, verifica-se que a temperatura de A passa a ser de 60°C e que a temperatura de B passa a ser de 80°C . A partir dessa situação, as substâncias são colocadas em contato térmico. A temperatura final de equilíbrio é, em $^{\circ}\text{C}$,

a) 64.

b) 72.

c) 70.

d) 68.

- 6) (AFA –2002) Um projétil de chumbo ($c = 120 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$) se movimentava horizontalmente com velocidade de 100 m/s e colide com uma parede ficando nela alojado. Durante o choque, 60% da energia cinética se transforma em calor e 80% desse calor é absorvido pelo projétil. A temperatura correspondente ao ponto de fusão do chumbo é 327°C e o projétil se encontra inicialmente à temperatura de 25°C . Nessas condições, pode-se afirmar que o projétil

a) se funde, pois o calor que ele absorve é mais que o necessário para ele atingir 327°C .

b) não se funde, pois sua temperatura não varia.

c) não se funde, mas sua temperatura atinge 327°C .

d) não se funde, pois sua temperatura aumenta apenas 20°C .

- 7) (EEAER) Calorímetros são recipientes termicamente isolados utilizados para estudar a troca de calor entre corpos. Em um calorímetro, em equilíbrio térmico com uma amostra de 100 g de água a 40°C , é colocado mais 60 g de água a 80°C . Sabendo que o sistema atinge uma temperatura de equilíbrio igual a 52°C , qual a capacidade térmica, em $\text{cal}/^{\circ}\text{C}$, deste calorímetro? Dado: calor específico da água $1 \text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$

a) 20

b) 40

c) 100

d) 240

8) (ESPCEX) Um cozinheiro necessita preparar 1,5 litros de café com leite a uma temperatura de 42°C . Ele dispõe de 700 mililitros de café a 82°C . Considerando que somente haja troca de calor entre o café e o leite e que ambos tenham o mesmo calor específico e a mesma densidade, para conseguir o seu intento, a temperatura inicial do leite que será misturado ao café deve ser de:

- [A] 62°C .
- [B] 40°C .
- [C] 35°C .
- [D] 11°C .
- [E] 7°C .

9) (ESPCEX) A utilização do termômetro, para a avaliação da temperatura de um determinado corpo, é possível porque, após algum tempo de contato entre eles, ambos adquirem a mesma temperatura. Neste caso, é válido dizer que eles atingem a (o):

- [A] equilíbrio térmico.
- [B] ponto de condensação.
- [C] coeficiente de dilatação máximo.
- [D] mesma capacidade térmica.
- [E] mesmo calor específico.

10) (EFOMM) Para elevar a temperatura de 200 g de uma certa substância, de calor específico igual a $0,6\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$, de 20°C para 50°C , será necessário fornecer-lhe uma quantidade de energia igual a:

- [A] 120 cal.
- [B] 600 cal.
- [C] 900 cal.
- [D] 1800 cal.
- [E] 3600 cal.

11) (EFOMM) Dois blocos metálicos de materiais diferentes e inicialmente à mesma temperatura são aquecidos, absorvem a mesma quantidade de calor e atingem a mesma temperatura final sem ocorrer mudança de fase. Baseado nessas informações, podemos afirmar que eles possuem o(a) mesmo(a):

- [A] densidade.

[B] calor específico.

[C] volume.

[D] capacidade térmica.

[E] massa.

12) (ESPCEX) Em uma casa moram quatro pessoas que utilizam um sistema de placas coletoras de um aquecedor solar para aquecimento da água. O sistema eleva a temperatura da água de 20°C para 60°C todos os dias. Considere que cada pessoa da casa consome 80 litros de água quente do aquecedor por dia. A situação geográfica em que a casa se encontra faz com que a placa do aquecedor receba por cada metro quadrado a quantidade de $2,016 \cdot 10^8\text{ J}$ de calor do sol em um mês.

Sabendo que a eficiência do sistema é de 50%, a área da superfície das placas coletoras para atender à demanda diária de água quente da casa é de:

Dados:

Considere um mês igual a 30 dias

Calor específico da água: $c=4,2\text{ J/g }^{\circ}\text{C}$

Densidade da água: $d=1\text{ kg/L}$

a) $2,0\text{ m}^2$

b) $4,0\text{ m}^2$

c) $6,0\text{ m}^2$

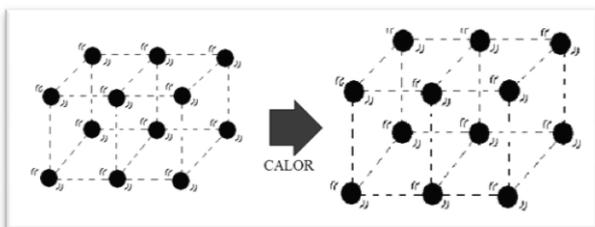
d) $14,0\text{ m}^2$

e) $16,0\text{ m}^2$

AULA 18 - DILATAÇÃO

Dilatação de Sólidos

Sabemos que uma substância pode ser encontrada nos estados sólido, líquido e gasoso, dependendo de sua temperatura e pressão. No caso de um sólido, os átomos se agrupam por meio de ligações elétricas, químicas e etc. de modo a formar uma estrutura cristalina, onde vibram em torno de suas posições de equilíbrio. Ao receber calor (energia), suas vibrações aumentam (temperatura sobe) e ainda passam a oscilar cada vez mais distante de suas posições de equilíbrio, o que macroscopicamente pode ser visto como um aumento de suas dimensões, a dilatação.



Essa dilatação ocorre uniformemente nas três dimensões, e depende basicamente das dimensões iniciais do corpo, do material de que é constituído e da variação de temperatura em que foi submetido, mas para fins didáticos pode ser estudada separadamente em cada direção. Assim temos:

- **Dilatação linear:** Considera apenas a dilatação no comprimento (em 1D).

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

Onde L_0 é o comprimento inicial do corpo, α é o coeficiente de dilatação do corpo e $\Delta \theta$ é a variação de temperatura. O comprimento final do corpo, é a soma do comprimento inicial do corpo com a dilatação sofrida:

$$L_F = L_0 + \Delta L$$

ou ainda podemos escrever

$$L_F = L_0 [1 + \alpha \Delta \theta]$$

- **Dilatação superficial:** Considera a dilatação de sua área (em 2D). Na verdade o estudo ocorre como se calculássemos a dilatação linear em cada direção. Esse efeito é computado no coeficiente de dilatação superficial β . Assim podemos calcular a dilatação superficial por:

$$\Delta S = S_0 \cdot \beta \cdot \Delta \theta$$

onde $\beta = 2\alpha$

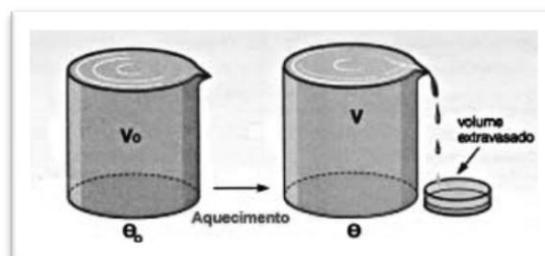
- **Dilatação Volumétrica:** É a dilatação real, nas três dimensões. Todo o volume do corpo é levado em consideração.

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \theta$$

onde $\gamma = 3\alpha$

Dilatação de Líquidos

Os líquidos se dilatam muito mais que os sólidos nas mesmas condições. Para o estudo da dilatação de líquidos, os recipientes que os contém devem ser considerados, já que também sofrem dilatação ao serem aquecidos.



Desta forma, a dilatação real de um líquido não é só a que vemos, e sim a soma do que vemos com o que ficou dentro do recipiente que também dilatou. Assim temos:

$$\Delta V_{liq} = \Delta V_{ap} + \Delta V_{rec}$$

Onde ΔV_{ap} é a dilatação aparente, aquela que vemos (por exemplo: o líquido que derrama de uma panela inicialmente cheia ao ser aquecida) e ΔV_{rec} é a dilatação do recipiente. Aqui também podemos considerar uma importante relação:

$$\gamma_{liq} = \gamma_{ap} + \gamma_{rec}$$

Anomalia da água

A maioria dos corpos quando aquecidos, dilatam-se. A água apresenta um comportamento diferente ao ser aquecida entre 0°C e 4°C. Nessa faixa de temperatura, ao ser aquecida, seu volume diminui. Isto ocorre porque as ligações entre as moléculas de água, chamadas de pontes de hidrogênio, se quebram, fazendo com que as moléculas de água (polares), se atraiam, diminuindo o volume do corpo. Isto explica porque o gelo tem uma densidade menor que a da água líquida, já que mesmo estando a uma temperatura menor, a distância média entre as moléculas acaba sendo maior que a 4°C deixando-o menos denso que a água no estado líquido.

Vejamos alguns exemplos práticos:

Exemplo 1 – O comprimento de uma barra metálica, à temperatura de θ_0 , é igual a L_0 . Produzindo-se uma elevação de 30° C na temperatura da barra, seu comprimento sofre uma variação de 5% em relação ao comprimento inicial L_0 . Nessas condições, calcule o coeficiente de dilatação linear térmico do material, suposto constante.

Como o problema refere-se ao comprimento da barra, temos um caso típico de dilatação linear, ou seja, consideraremos que a barra dilata-se apenas no seu comprimento (sabemos que isso é só uma forma de ver o problema, já que ela dilata-se em todas as direções). Desta forma, podemos usar a expressão para a dilatação linear:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

Como sabemos que a barra sofre uma variação de 5% em relação ao comprimento inicial, $\Delta L = 5\% L_0$. Desta forma:

$$5\%L_0 = L_0 \cdot \alpha \cdot 30$$

$$\frac{5}{100}L_0 = L_0 \cdot \alpha \cdot 30$$

$$\alpha = \frac{5}{3000} = \frac{1}{600} = 0,00167$$

$$\alpha = 1,67 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Exemplo 2 – Suponha um recipiente com capacidade de 5 litros, cheio com um líquido que tem o coeficiente de dilatação volumétrica cinco vezes maior que o coeficiente do material do recipiente. Qual a quantidade de líquido que transbordará quando o conjunto sofrer uma variação de temperatura de 10° C? Dado: coeficiente de dilatação volumétrica do líquido = $2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Como vimos, quando se trata de dilatação de líquidos, devemos considerar a dilatação do recipiente também. Assim, a quantidade de líquido que transborda (extravasa) é a chamada dilatação aparente (o que vemos). Desta forma, podemos calculá-la por:

$$\Delta V_{ap} = V_0 \cdot \gamma_{ap} \cdot \Delta \theta$$

$$\Delta V_{ap} = 5 \cdot \gamma_{ap} \cdot 10$$

Note que não temos o valor do coeficiente de dilatação volumétrica aparente do líquido, mas sabemos que o coeficiente do líquido é 5 vezes maior que o do recipiente. Assim podemos fazer:

$$\gamma_{ap} = \gamma_{liq} - \gamma_{rec}$$

$$\gamma_{ap} = 2.10^{-5} - 0,4.10^{-5}$$

$$\gamma_{ap} = 1,6.10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Usando este valor na primeira equação, temos:

$$\Delta V_{ap} = 5. \gamma_{ap} \cdot 10$$

$$\Delta V_{ap} = 5. 1,6.10^{-5} \cdot 10$$

$$\Delta V_{ap} = 8.10^{-4} \text{ litros}$$

EXERCÍCIOS

- 1) (AFA) Uma chapa metálica feita de um material cujo coeficiente de dilatação superficial vale $\beta = 2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ apresenta um orifício circular de área igual a 1000 cm^2 . Quando a chapa é aquecida e sua temperatura varia $50 \text{ } ^\circ\text{C}$, a área do orifício, em cm^2 , passa a ser:
- 999
 - 1000
 - 1001
 - 1010

- 2) (AFA) Um recipiente de vidro de $200 \text{ m} \ell$ de volume, está completamente cheio de mercúrio, e ambos se encontram a $30 \text{ } ^\circ\text{C}$. Se a temperatura do sistema líquido-recipiente sobe para $90 \text{ } ^\circ\text{C}$, qual é o volume de mercúrio, em $\text{m} \ell$, que transborda do recipiente?

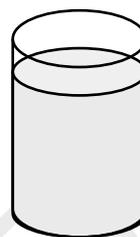
Dados: $\gamma_{Hg} = 1,8 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

$\gamma_{vidro} = 3 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

- 1,8
- 2,6
- 5,0

d) 9,0

- 3) (EEAER) A figura abaixo mostra um recipiente que está com 95% de volume ocupado por um líquido, inicialmente a $10 \text{ } ^\circ\text{C}$. Sendo os coeficientes de dilatação linear do recipiente e volumétrico do líquido, respectivamente, iguais a $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e $5,8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, pode-se afirmar que o



- recipiente estará completamente cheio a $110 \text{ } ^\circ\text{C}$.
 - volume da parte vazia não se altera.
 - recipiente estará com 98% de seu volume ocupado a $110 \text{ } ^\circ\text{C}$.
 - recipiente só estará completamente cheio a $220 \text{ } ^\circ\text{C}$.
- 4) (AFA) O recipiente mostrado na figura apresenta 80% de sua capacidade ocupada por um líquido. Verifica-se que, para qualquer variação de temperatura, o volume da parte vazia permanece constante. Pode-se afirmar que a razão entre os coeficientes de dilatação volumétrica do recipiente e do líquido vale:



- 0,72
 - 1,00
 - 0,92
 - 0,80
- 5) O coeficiente de dilatação linear (α) é uma constante característica do material. Na

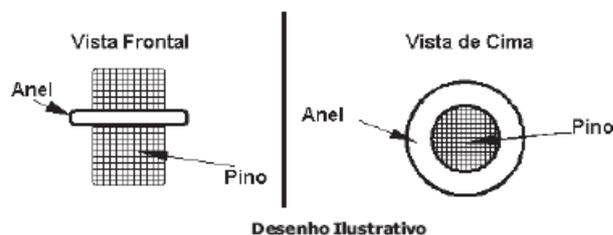
tabela a seguir mostra-se o valor de α de duas substâncias.

Substância	Coefficiente de dilatação linear ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
Alumínio	$24 \cdot 10^{-6}$
Aço	$12 \cdot 10^{-6}$

Considere duas barras separadas, sendo uma de aço e outra de alumínio, ambas medindo 0,5 m a 0°C . Aquecendo as barras ao mesmo tempo, até que temperatura, em $^{\circ}\text{C}$, essas devem ser submetidas para que a diferença de comprimento entre elas seja exatamente de $6 \cdot 10^{-3}$ cm?

- 1
 - 10
 - 20
 - 50
- 6) A maioria das substâncias tende a diminuir de volume (contração) com a diminuição da temperatura e tendem a aumentar de volume (dilatação) com o aumento da temperatura. Assim, **desconsiderando as exceções**, quando diminuimos a temperatura de uma substância, sua densidade tende a
- Obs.: Considere a pressão constante.
- diminuir.
 - aumentar.
 - manter-se invariável.
 - aumentar ou a diminuir dependendo do intervalo de temperatura considerado.
- 7) Uma barra de aço, na temperatura de 59°F , apresenta 10,0 m de comprimento. Quando a temperatura da barra atingir 212°F , o comprimento final desta será de m. Adote: Coeficiente de dilatação linear térmica do aço: $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.
- 10,0102
 - 10,102
 - 11,024
 - 11,112
- 8) (ESPCEX) Quatro metais diferentes X, Y, Z e W possuem, respectivamente, os coeficientes de dilatação superficial β_x , β_y , β_z e β_w , os quais são constantes para a situação a ser considerada a seguir. As relações entre os coeficientes de dilatação são: $\beta_x > \beta_y$,

$\beta_z > \beta_w$ e $\beta_y = \beta_z$. A figura abaixo mostra uma peça onde um anel envolve um pino de forma concêntrica, e o anel e o pino são feitos de metais diferentes.



À temperatura ambiente, o pino está preso ao anel. Se as duas peças forem aquecidas uniforme e simultaneamente, é correto afirmar que o pino se soltará do anel se:

- Y for o metal do anel e X for o metal do pino.
 - Y for o metal do anel e Z for o metal do pino.
 - W for o metal do anel e Z for o metal do pino.
 - X for o metal do anel e W for o metal do pino.
 - Z for o metal do anel e X for o metal do pino.
- 9) (ESPCEX) Um estudante de Física, desejando medir o coeficiente de dilatação volumétrica de uma substância líquida, preenche completamente um recipiente de 400 cm^3 de volume interno com a referida substância. O conjunto encontra-se inicialmente à temperatura de equilíbrio $t_1 = 10^{\circ}\text{C}$ e é aquecido até a temperatura de equilíbrio $t_2 = 90^{\circ}\text{C}$. O coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente é $\gamma = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Sabendo que houve um transbordamento de 20 cm^3 do líquido, o coeficiente de dilatação da substância líquida é de:
- $2,25 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.
 - $5,85 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.
 - $6,25 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.
 - $6,65 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.
 - $1,03 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

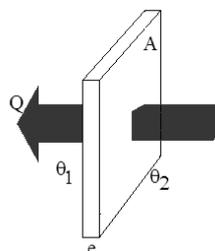
AULA 19 - PROPAGAÇÃO DE CALOR

Vimos que ao receber calor, um corpo direciona este calor para um aumento na agitação molecular (um aumento na temperatura), e/ou um aumento na distância média entre as suas moléculas, fazendo com que o corpo se dilate. O corpo pode ainda mudar de estado físico ao receber calor. Mas como podemos dar calor a um corpo?

Um corpo pode ceder ou receber calor de outro corpo através de três formas diferentes: condução, convecção e irradiação. Vamos detalhar cada forma:

- **Condução:** O calor se propaga pelo contato direto. Ocorre pela transmissão de energia realizado de molécula para molécula vizinha, se espalhando de forma gradual pela estrutura. É comum em sólidos. Ex: Uma faca exposta ao calor da chama do fogão.
- **Convecção:** O calor se propaga através do deslocamento de matéria. Ocorre em meios fluidos como líquidos e gases, onde devido à diferença de temperatura, a densidade do meio muda, fazendo com que partes mais leves tendam a ficar em posições mais elevadas em relação às mais frias (mais densas e portanto mais pesadas). Ex: O resfriamento de uma sala com um ar-condicionado.
- **Irradiação:** O calor se propaga por meio de ondas eletromagnéticas. Não necessita de um meio material, já que ondas eletromagnéticas podem viajar no vácuo. Ex: Uma faca sendo aquecida ao sol, um forno de microondas.

No caso da condução, um corpo pode conduzir calor através de sua estrutura obedecendo a uma relação que leva em conta suas dimensões e o material de que é feito. Desta forma, ao considerarmos uma chapa metálica isolada, a quantidade de calor que flui de uma das faces da chapa para a outra num certo tempo, é denominada **fluxo de calor**, e é dado por:



$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} \quad (\text{cal/s})$$

Este fluxo representa a rapidez com que um sólido conduz calor. Ele pode ser calculado pela expressão:

$$\Phi = \frac{K \cdot A \cdot (\theta_2 - \theta_1)}{e}$$

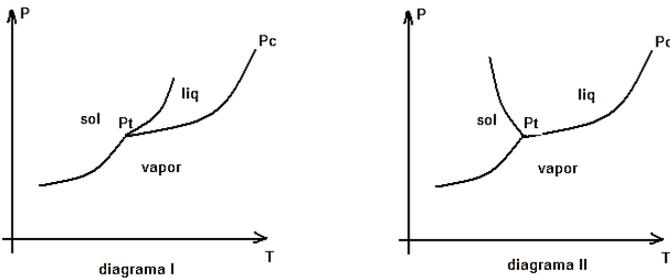
Onde:

- K é a constante de condutividade térmica do material;
- A é a área da superfície;
- Φ é a temperatura de cada face da chapa;
- e é a espessura da chapa.

Diagrama de fases

Um diagrama de fases compreende todos os pontos de temperatura e pressão de uma

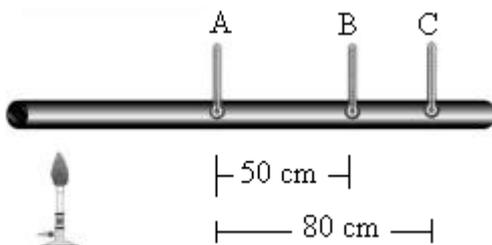
determinada substância, associando a cada par pressão-temperatura, um estado físico correspondente. Para a maioria das substâncias o diagrama de fases corresponde a um diagrama do tipo I. Para substâncias que se contraem na fusão (água), o diagrama correspondente é o II:



Aqui P_t e P_c são os pontos triplo e crítico respectivamente. O ponto triplo corresponde a um estado de pressão e temperatura em que a substância pode ser encontrada nos três estados físicos simultaneamente e o ponto crítico é o ponto a partir do qual, o vapor não pode ser liquefeito por simples compressão, se transformando num gás.

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1 – A figura mostra uma barra metálica de seção reta constante sendo aquecida por uma chama de um fogareiro. Quando se estabelece o regime estacionário de condução do calor, os termômetros A e C registram $200\text{ }^\circ\text{C}$ e $80\text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente. Assim, a leitura no termômetro B será de



- a) $100\text{ }^\circ\text{C}$
- b) $140\text{ }^\circ\text{C}$
- c) $125\text{ }^\circ\text{C}$

d) $155\text{ }^\circ\text{C}$

Como o sistema encontra-se no regime estacionário, isto é, a quantidade de calor que entra no sistema é igual à quantidade que sai do sistema, ou ainda, o fluxo de calor ao longo da barra é constante. Desta forma, o fluxo de calor entre os pontos A e B deve ser igual ao fluxo entre os pontos B e C. Partindo desse raciocínio temos:

$$\phi_{AB} = \phi_{BC}$$

$$k_{AB} \cdot A \cdot \frac{\theta_B - \theta_A}{e_{AB}} = k_{BC} \cdot A \cdot \frac{\theta_C - \theta_B}{e_{BC}}$$

Como se trata da mesma barra, o k é o mesmo em qualquer ponto e também a área de seção reta é a mesma entre os pontos AB e BC. Assim:

$$\frac{\theta_B - \theta_A}{e_{AB}} = \frac{\theta_C - \theta_B}{e_{BC}}$$

$$\frac{\theta_B - 200}{50} = \frac{80 - \theta_B}{30}$$

$$30(\theta_B - 200) = 50(80 - \theta_B)$$

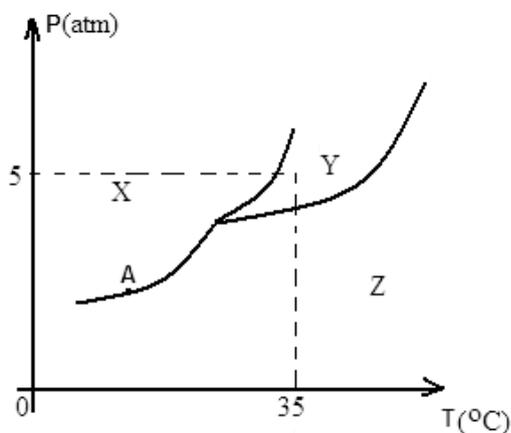
$$30\theta_B - 6000 = 4000 - 50\theta_B$$

$$80\theta_B = 10000$$

$$\theta_B = \frac{10000}{80} = 125^\circ\text{C}$$

Assim, a alternativa correta é a letra “c” !

Exemplo 2 – A figura representa o diagrama de fases de uma substância simples. Julgue os itens a seguir:



- Na passagem do estado X para o estado Y ocorre a vaporização.
- Na passagem do estado Y para o estado Z ocorre a fusão.
- Sob pressão de 5 atm e temperatura de 35 °C, a substância se encontra no estado líquido.
- Se a substância for expandida isotermicamente a partir do estado X, ela poderá sofrer sublimação.
- O ponto A está sobre a curva de sublimação.

Vamos analisar cada uma das afirmações separadamente:

A afirmação (a) refere-se à passagem do estado X para o estado Y. Podemos notar que em X a substância encontra-se no estado sólido, e em Y no estado líquido. Portanto a passagem de X para Y refere-se a uma fusão. **(falso)**

A afirmação (b) refere-se à passagem de Y para Z. Note que em Z a substância encontra-se no estado de vapor. Desta forma, de Y para Z teríamos uma vaporização. **(falso)**

A afirmação (c) diz que a substância seria líquida sob pressão de 5 atm e temperatura de 35°C. Note que pelo gráfico, esse par pressão-temperatura se encontra na região Y, portanto a

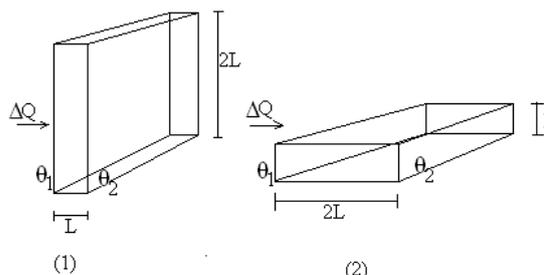
substância realmente está em sua forma líquida. **(verdadeiro)**

A afirmação (d) afirma que se expandirmos isotermicamente a substância a partir do estado X ela sofreria sublimação. Isotermicamente significa manter a temperatura constante, ou seja, seria uma expansão (aumento no volume) sem modificar a temperatura, o que faz com que a pressão diminua. Assim, tome um ponto dentro da região X e trace uma reta diminuindo a sua pressão. Note que em dado momento sua reta corta a curva do gráfico e passa para a região Z, ou seja muda de sólido para vapor diretamente. Isto é uma sublimação. **(verdadeiro)**

A afirmação (e) localiza o ponto A sobre a curva que divide os estados sólido e líquido da substância. Portanto ele se encontra sobre a curva de sublimação da substância. **(verdadeiro)**

EXERCÍCIOS

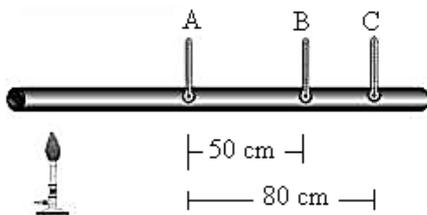
- (AFA) Suponha que uma determinada quantidade de calor ΔQ flua em regime estacionário através de uma barra de uma superfície mantida à temperatura θ_1 para a superfície oposta mantida à temperatura θ_2 nas situações 1 e 2 abaixo ilustradas. A mesma quantidade de calor ΔQ gasta tempos ΔT_1 e ΔT_2 para atravessar a barra nas situações 1 e 2 respectivamente. A razão $\Delta T_2 / \Delta T_1$ vale:



- a) $\frac{1}{4}$

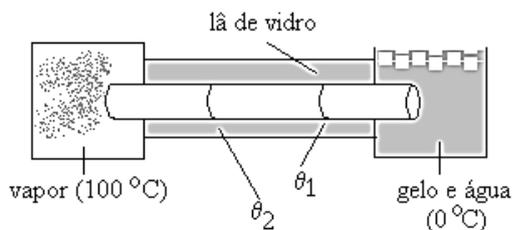
- b) $\frac{1}{2}$
- c) 2
- d) 4

2) (AFA) A figura mostra uma barra metálica de secção reta constante sendo aquecida por uma chama de um fogareiro. Quando se estabelece o regime estacionário de condução do calor, os termômetros A e C registram 40°C e 16°C , respectivamente. Assim, a leitura no termômetro B será de



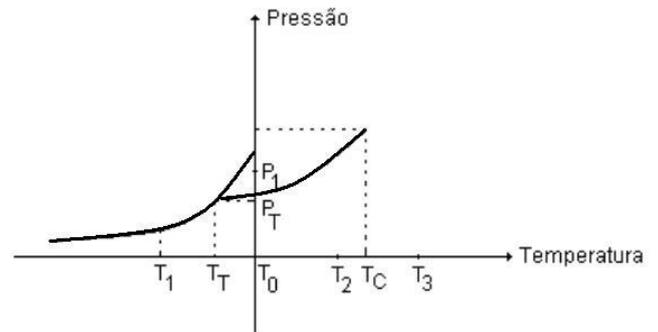
- a) 100°C
- b) 25°C
- c) 20°C
- d) 155°C

3) (AFA) Três barras cilíndricas idênticas em comprimento e secção são ligadas formando uma única barra, cujas extremidades são mantidas a 0°C e 100°C . A partir da extremidade mais quente, as condutividades térmicas dos materiais das barras valem k , $k/2$ e $k/5$. Supondo-se que, em volta das barras, exista um isolamento de lã de vidro e desprezando quaisquer perdas de calor, a razão θ_2 / θ_1 entre as temperaturas nas junções onde uma barra é ligada à outra, conforme mostra a figura é



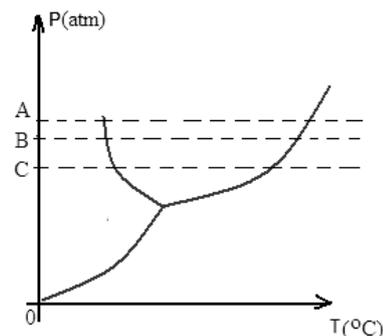
- a) 1,5
- b) 1,4
- c) 1,2
- d) 1,6

4) (EFOMM) O gráfico abaixo representa o diagrama de fases de uma determinada substância.



Da análise do gráfico, conclui-se que:

- a) aumentando a pressão e mantendo a temperatura constante em T_1 , ocorrerá vaporização da substância
 - b) à temperatura T_3 é possível liquefazer a substância.
 - c) sob pressão P_T e temperatura T_0 a substância apresentará pelo menos a fase líquida.
 - d) com a pressão mantida constante em P_1 e variando a temperatura de T_1 a T_2 , a substância sofrerá duas mudanças de estado.
- 5) O gráfico ao lado representa o diagrama de fases da água. A linha A corresponde a pressão na cidade de Paranaguá, no litoral paranaense. A linha B, na cidade de Londrina e a linha C no pico Paraná. Com base nesse gráfico, são feitas as seguintes afirmações:

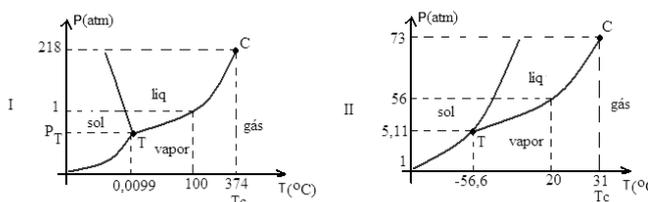


- I. Utilizando-se sistemas de aquecimento idênticos, para aquecer massas iguais de água com as mesmas temperaturas iniciais, até o ponto de vapor, gasta-se mais energia na cidade de Londrina que no pico Paraná.
- II. Nas três localidades, o gasto de energia para aquecer quantidades iguais de água, do ponto de gelo até o ponto de vapor, é o mesmo.
- III. A temperatura do ponto de gelo em Paranaguá é maior que a temperatura do ponto de gelo em Londrina.

Assinale a alternativa correta:

- a) Apenas I é correta.
- b) Apenas II é correta.
- c) Apenas I e III são corretas.
- d) Todas são corretas.
- e) Apenas II e III são corretas.

- 6) Na figura abaixo estão representados os diagramas de estado de duas substâncias puras.



Com base nesses diagramas, a alternativa que apresenta a afirmativa correta é:

- a) No diagrama I, se a pressão aumenta, a temperatura de fusão também aumenta.
- b) A substância do diagrama II pode ser encontrada na forma líquida acima de 31°C.
- c) A substância do diagrama I não pode ser encontrada no estado de vapor acima de 374°C.
- d) A substância do diagrama II não pode ser encontrada no estado sólido acima de 20°C.

- e) Para a substância do diagrama II, aumento de pressão provoca diminuição da temperatura de fusão.

- 7) (EFOMM) Após a tsunami atingir a cidade japonesa de Fukushima, o sistema elétrico que mantinha o resfriamento dos reatores dessa cidade parou de funcionar. Esses reatores são conhecidos como de segunda geração. Já os reatores de terceira geração, mais modernos, para manter a temperatura do núcleo constante utilizam o movimento, devido à convecção, de um fluido de refrigeração próximo ao núcleo do reator (a uma temperatura TR) até um reservatório em que este fluido está a uma temperatura TA. Entre as alternativas, assinale aquela que indica uma situação em que **não ocorre** o processo de convecção.
- a) $TR > TA$
 - b) $TR = TA$
 - c) Usar água do mar como fluido, para $TR > TA$.
 - d) Usar ar atmosférico como fluido, para $TR > TA$.

- 8) (EFOMM) As trocas de energia térmica envolvem processos de transferências de calor. Das alternativas a seguir, assinale a única que **não** se trata de um processo de transferência de calor.
- a) ebulição.
 - b) radiação.
 - c) condução.
 - d) convecção.

- 9) (EFOMM) O processo de vaporização é a passagem de uma substância da fase líquida para a fase gasosa, e, de acordo com a maneira que ocorre, existem três tipos de vaporização:
- a) Evaporação, ebulição e calefação.
 - b) Sublimação, ebulição e evaporação.
 - c) Condensação, sublimação e ebulição.
 - d) Convecção, sublimação e evaporação.

- 10) (EEAER) Os satélites artificiais, em geral, utilizam a energia solar para recarregar suas baterias. Porém, a energia solar também produz aquecimento no satélite. Assinale a alternativa que completa corretamente a frase: "Considerando um satélite em órbita, acima da atmosfera, o Sol aquece este

satélite por meio do processo de transmissão de calor chamado de _____.”

- a) condução
- b) irradiação
- c) convecção
- d) evaporação

11) (EEAER) Um elemento dissipador de calor tem a função de manter a temperatura de um componente, com o qual esteja em contato, constante. Considerando apenas a temperatura do componente (TC), do dissipador (TD) e do meio (TM), assinale a alternativa correta quanto aos valores de temperatura TC, TD e TM ideais para que o fluxo de calor sempre ocorra do componente, passando pelo dissipador até o meio.

OBS: Considere que o calor específico não muda com a temperatura e que o componente esteja envolto totalmente pelo dissipador e este totalmente pelo meio.

- a) $TD < TM < TC$
- b) $TC < TD < TM$
- c) $TC < TM < TD$
- d) $TM < TD < TC$

12) (EEAER) Das alternativas a seguir, aquela que explica corretamente as brisas marítimas é:

- a) o calor específico da água é maior que o da terra.
- b) o ar é mais rarefeito nas regiões litorâneas facilitando a convecção.
- c) o movimento da Terra produz uma força que move o ar nas regiões litorâneas.
- d) há grande diferença entre os valores da aceleração da gravidade no solo e na superfície do mar.

AULA 20 - ESTUDO DOS GASES

No estado gasoso, um corpo tem as suas moléculas constituintes livres, isto é, sem nenhuma ligação com as demais. Um gás não tem volume próprio, ele ocupa o volume do recipiente que o contém. Para o estudo dos gases, vamos introduzir o conceito de **gás ideal**, que é um gás hipotético cujas moléculas se encontram em movimento contínuo e desordenado regido pelos princípios da mecânica newtoniana. Não existem forças de coesão entre as moléculas e não há perda de energia durante as colisões entre as moléculas.

Definimos a situação de momento de um gás, como sendo o estado do gás, definido por três variáveis de estado: pressão, volume e temperatura.

A pressão de um gás está relacionada com as colisões entre as moléculas do gás e entre as moléculas e o recipiente.

A temperatura do gás é sempre medida em termos absolutos, isto é, na escala Kelvin, e está diretamente relacionada com a velocidade das partículas constituintes do gás. As variáveis de estado se relacionam entre si pela famosa equação de Clayperon:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Aqui R é a constante universal dos gases. $R = 8,31 \text{ J/mol.K}$ ou também $R = 0,082 \text{ atm.l/mol.K}$.

Quando um gás sofre uma transformação em seu estado, ou seja, muda uma de suas variáveis de estado, pelo menos mais uma variável muda. Isto é o que chamamos de transformação gasosa. Para essas transformações, a relação existente entre o antigo estado e o novo estado, pode ser dada pela equação geral dos gases, desde que não entre e nem saia gás do sistema.

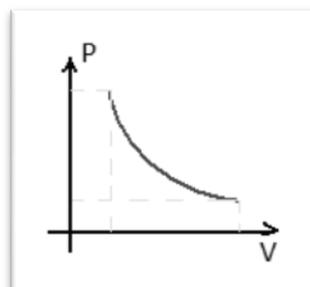
$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Algumas transformações de estado recebem nomes especiais. São aquelas em que uma das variáveis de estado permanecem constante:

- **Isotérmica:** A temperatura permanece constante. Como T é constante, podemos eliminá-lo na equação geral dos gases, ficando com a chamada Lei de Boyle, onde P e V são inversamente proporcionais.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

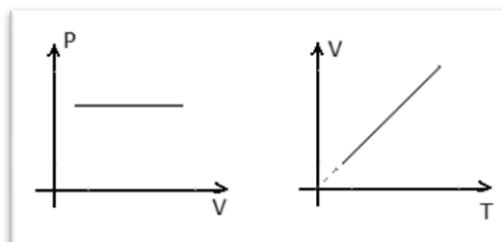
Numa transformação isotérmica, temos graficamente uma hipérbole equilátera denominada isoterma, no qual todos os pontos sobre a curva possuem a mesma temperatura.



- **Isobárica:** A pressão permanece constante. Eliminando P na equação geral dos gases, obtemos a equação:

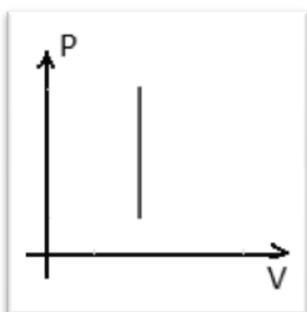
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Note que V e T são diretamente proporcionais. Graficamente temos:



■ **Isocórica, isométrica ou isovolumétrica:** O volume permanece constante, dessa forma pressão e temperatura são diretamente proporcionais.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$



Teoria Cinética dos Gases

Um gás ideal confinado em uma caixa, tem suas moléculas num movimento desordenado que segue as leis da mecânica newtoniana, como vimos acima. Podemos determinar algumas variáveis cinéticas do gás, como: pressão, Energia cinética média, velocidade média, etc...

Para a pressão média de um gás confinado em uma caixa de volume V , temos:

$$p = m \cdot \frac{\bar{v}^2}{3V}$$

Onde \bar{v} é a velocidade média das moléculas constituintes do gás.

A energia cinética média do gás, pode ser dada pela equação:

$$\bar{E}_c = \frac{3}{2} n \cdot R \cdot T$$

A velocidade média das partículas do gás pode ser calculada pela equação:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

Onde podemos notar que a velocidade média das partículas do gás depende da temperatura do gás. Aqui M é a massa molar do gás em questão. Podemos calcular a energia cinética média por molécula do gás, pela expressão:

$$\bar{e}_c = \frac{3}{2} k \cdot T$$

Onde podemos notar que a energia cinética média por molécula do gás, depende apenas da temperatura do gás. Aqui k é a chamada constante de Boltzmann.

Vejam alguns exemplos:

Exemplo 1 - Um recipiente contém gás perfeito sob pressão de $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ e temperatura de 27°C . O recipiente é aquecido até que a sua pressão passe a ser de $6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Desprezando a dilatação do recipiente, calcule a temperatura que o gás atingiu em $^\circ \text{C}$.

Como nenhuma quantidade de gás entra ou sai do sistema durante a transformação, podemos usar a lei geral dos gases, tomando o cuidado para não usar as temperaturas diretamente em graus Celsius, já que estamos tratando com gases, devendo portanto, utilizar somente temperaturas absolutas (em Kelvin). Como podemos desprezar a dilatação do recipiente, o volume de gás não se altera, assim a transformação é isocórica. Desta forma podemos fazer:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{2 \cdot 10^5}{300} = \frac{6 \cdot 10^5}{T_2}$$

$$2 \cdot T_2 = 6 \times 300$$

$$T_2 = 900 \text{ K}$$

Ou ainda

$$T_2 = 627^\circ \text{C}$$

Exemplo 2 - Um recipiente continha inicialmente 10 kg de gás sob pressão de $10 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$. Uma quantidade m de gás saiu do recipiente sem que a temperatura variasse. Determine m , sabendo que a pressão caiu para $2,5 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$.

Como uma quantidade m de gás saiu do recipiente, não podemos usar a Lei Geral dos Gases na sua forma mais comum. Desta forma, devemos construir uma nova relação entre os estados inicial e final do gás, levando-se em conta o número de mols do gás antes e depois da transformação. A equação de Claperton pode ser usada tanto antes e depois da transformação, o que dá:

$$P_1 \cdot V_1 = n_1 \cdot R \cdot T_1$$

e

$$P_2 \cdot V_2 = n_2 \cdot R \cdot T_2$$

Isolando R nas equações, podemos fazer:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{n_1 \cdot T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{n_2 \cdot T_2}$$

Como a temperatura é constante, o volume também não varia (não há dilatação), podemos fazer:

$$\frac{P_1}{n_1} = \frac{P_2}{n_2}$$

O número de mols n , é o quociente entre a massa m do gás e a sua massa molar M . Assim temos:

$$\frac{P_1}{\frac{m_1}{M_1}} = \frac{P_2}{\frac{m_2}{M_2}}$$

Como temos o mesmo gás, a massa molar é constante, e portanto:

$$\frac{P_1}{m_1} = \frac{P_2}{m_2}$$

Ou ainda, considerando a massa final como sendo a inicial menos o que vazou, temos:

$$\frac{P_1}{m_1} = \frac{P_2}{m_1 - m}$$

$$\frac{10 \cdot 10^6}{10} = \frac{2,5 \cdot 10^6}{10 - m}$$

$$100 - 10m = 25$$

$$10m = 75$$

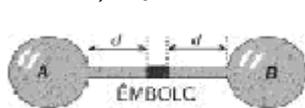
$$m = 7,5 \text{ kg}$$

EXERCÍCIOS

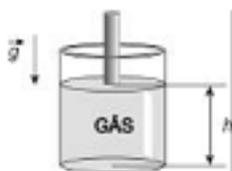
- (AFA) Um pequeno recipiente de gás, tem 5 litros de volume e, à temperatura de 27°C , apresenta pressão interna de 12 atm. Resfriando-se o recipiente até a temperatura de -23°C e desprezando-se a variação externa de seu volume, qual será a pressão final, em atm, do gás? Considere o gás ideal.
 - 3,2
 - 6,4
 - 10,0
 - 12,0
- (EEAER) Considere as afirmações abaixo com relação às transformações físicas de um gás. "A energia cinética média das moléculas do gás se mantém constante". "A pressão do gás é diretamente proporcional à sua temperatura". Estas afirmações se referem, respectivamente às transformações:
 - isobárica e adiabática
 - isotérmica e isotrópica
 - isobárica e isovolumétrica
 - isotérmica e isovolumétrica.
- (EFOMM) Um sistema é formado por dois reservatórios, A e B, de mesmo volume, ligados por um tubo longo, com área de secção transversal constante e igual a S , conforme indica o esquema abaixo: Enche-se os reservatórios com dois tipos de gases ideais, à mesma temperatura absoluta T_0 e mesmo volume V_0 , que ficam separados por um êmbolo que pode deslizar sem atrito. O êmbolo permanece no interior do tubo

durante uma transformação em que a temperatura do gás do reservatório A é duplicada, enquanto o gás do reservatório B é mantido sob temperatura constante T_0 . Assim, o deslocamento do êmbolo foi de:

- a) $2V_0/S$
- b) $3SV_0$
- c) $V_0/3S$
- d) $4V_0/3S$



- 4) (AFA) A figura mostra um cilindro que contém um gás ideal, com um êmbolo livre para se mover sem atrito. À temperatura de 27°C , a altura h na qual o êmbolo se encontra em equilíbrio vale 20 cm . Aquecendo-se o cilindro à temperatura de 39°C e mantendo-se inalteradas as demais características da mistura, a nova altura h será, em cm ,
- a) $10,8$
 - b) $20,4$
 - c) $10,4$
 - d) $20,8$



- 5) O comportamento de um gás real aproxima-se de um gás ideal quando submetido a:
- a. Baixas temperaturas e baixas pressões.
 - b. Altas temperaturas e altas pressões.
 - c. Baixas temperaturas independentemente da pressão.
 - d. Altas temperaturas e baixas pressões.
- 6) Considerando uma amostra de hidrogênio e outra de oxigênio à uma mesma temperatura, considere as seguintes afirmações:
- I - Se duplicarmos a temperatura absoluta das amostras, os valores das energias cinéticas médias das moléculas não se alteram.

II - A energia cinética das moléculas de hidrogênio é menor que a energia cinética das moléculas de oxigênio.

III - A velocidade média das moléculas de oxigênio é maior que a velocidade média das moléculas de hidrogênio.

IV- A energia cinética das moléculas de hidrogênio não se anula no zero absoluto.

Em relação às afirmações acima, podemos dizer que são falsas:

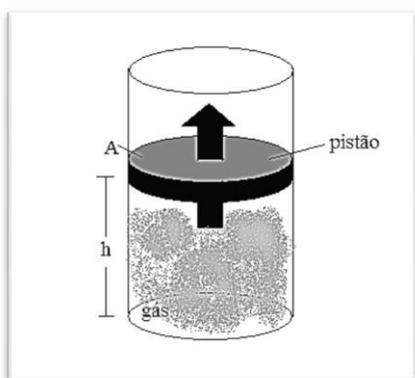
- a) I, III e IV
 - b) I, II e III
 - c) II, III e IV
 - d) Todas
- 7) (EEAER) Assinale a alternativa que completa corretamente a lacuna do texto a seguir. Um recipiente cilíndrico de raio igual a 1 m , tampado com um êmbolo, possui uma amostra de gás ideal a uma pressão de 10^5 Pa e ocupando um volume de 10 litros . Essa amostra de gás passa a ocupar 5 litros após uma transformação isotérmica na qual o êmbolo a comprime. O valor do módulo da força aplicada sobre o êmbolo, enquanto a amostra ocupa 5 litros , é de $______ 10^5\text{ newtons}$.
- a) 2
 - b) 2π
 - c) $\pi/2$
 - d) $1/2$
- 8) (EFOMM) Uma certa massa de um gás ideal ocupa um volume de 3 L , quando está sob uma pressão de 2 atm e à temperatura de 27°C . A que temperatura, em $^\circ\text{C}$, esse gás deverá ser submetido para que o mesmo passe a ocupar um volume de $3,5\text{ L}$ e fique sujeito a uma pressão de 3 atm ?
- a) $47,25$
 - b) $100,00$
 - c) $252,00$
 - d) $525,00$
- 9) Considere a mesma amostra de gás ideal recebendo a mesma quantidade de calor, no mesmo intervalo de tempo, em duas situações diferentes. A primeira situação mantendo a amostra a pressão constante e a

- segunda a volume constante. É correto afirmar que
- a) a temperatura aumenta mais rapidamente, quando a amostra é mantida a volume constante.
 - b) a temperatura aumenta mais rapidamente, quando a amostra é submetida a pressão constante.
 - c) as duas situações resultam em variações iguais de temperatura.
 - d) nas duas situações, quando a amostra recebe essa quantidade de calor não ocorre qualquer variação de temperatura.
- 10)** (EFOMM) Um gás ideal, sob uma pressão de 6,0 atm, ocupa um volume de 9,0 litros a 27,0 °C. Sabendo que ocorreu uma transformação isobárica, determine, respectivamente, os valores do volume, em litros, e da pressão, em atm, desse gás quando a temperatura atinge 360,0 K.
- a) 6,0 e 6,0
 - b) 6,0 e 7,5
 - c) 10,8 e 6,0
 - d) 10,8 e 7,5
- 11)** (AFA) 20 litros de um gás perfeito estão confinados no interior de um recipiente hermeticamente fechado, cuja temperatura e a pressão valem, respectivamente, 27° C e 60 Pa. Considerando R, constante geral dos gases, igual a 8,3 J/mol.K, determine, aproximadamente, o número de mols do referido gás.
- a) $1,5 \times 10^{-4}$
 - b) $4,8 \times 10^{-4}$
 - c) $6,2 \times 10^{-4}$
 - d) $8,1 \times 10^{-4}$
- 12)** (ESPCEX) Em um experimento de aquecimento de gases, observa-se que um determinado recipiente totalmente fechado resiste a uma pressão interna máxima de $2,4 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$. No seu interior, há um gás perfeito com temperatura de 230 K e pressão de $1,5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$. Desprezando a dilatação térmica do recipiente, podemos afirmar que a máxima temperatura que o gás pode atingir, sem romper o recipiente, é de:
- [A] 243 K.
 - [B] 288 K.
 - [C] 296 K.
 - [D] 340 K.
 - [E] 368 K.
- 13)** (ESPCEX) Para um gás ideal ou perfeito temos que:
- [A] as suas moléculas não exercem força uma sobre as outras, exceto quando colidem.
 - [B] as suas moléculas têm dimensões consideráveis em comparação com os espaços vazios entre elas.
 - [C] mantido o seu volume constante, a sua pressão e a sua temperatura absoluta são inversamente proporcionais.
 - [D] a sua pressão e o seu volume, quando mantida a temperatura constante, são diretamente proporcionais.
 - [E] sob pressão constante, o seu volume e a sua temperatura absoluta são inversamente proporcionais.
- 14)** (ESPCEX) Em um laboratório, um estudante realiza alguns experimentos com um gás perfeito. Inicialmente o gás está a uma temperatura de 27 °C; em seguida, ele sofre uma expansão isobárica que torna o seu volume cinco vezes maior. Imediatamente após, o gás sofre uma transformação isocórica e sua pressão cai a um sexto do seu valor inicial. O valor final da temperatura do gás passa a ser de
- [A] 327 °C
 - [B] 250 °C
 - [C] 27 °C
 - [D] - 23 °C
 - [E] - 72 °C

AULA 21 - TERMODINÂMICA

TRABALHO DE UM GÁS

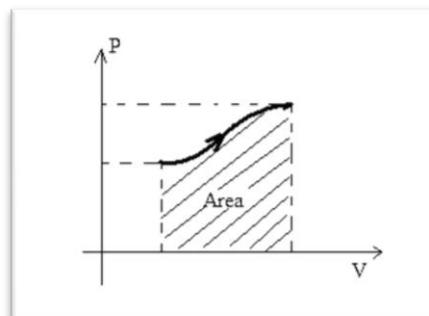
Um gás ideal quando aquecido, recebe calor de uma fonte externa, e desta forma está recebendo energia. Para onde vai esta energia? Essa energia fica armazenada no gás sob a forma de energia cinética das moléculas e também em alguns casos pode ser usada para aumentar o volume do gás. Para que o volume seja alterado, é necessário que o recipiente seja maleável como um pistão por exemplo. Considere um pistão contendo um gás ideal. Ao ser aquecido, as moléculas aumentam o número de colisões entre si e entre as paredes do recipiente (pressão aumenta), fazendo com que surja uma força sobre as paredes. Como o êmbolo do pistão é móvel, ele se desloca aumentando o volume do recipiente e conseqüentemente o do gás.



Ao elevar o pistão, o gás realizou trabalho que pode ser calculado por:

$$\tau = p \cdot \Delta V$$

Note que para calcularmos o trabalho pela expressão acima, a pressão do gás deve ter um valor constante. Caso não seja constante, o trabalho pode ser calculado graficamente pela área sob a curva $P \times V$:



Numa compressão, o trabalho é negativo (sobre o gás), numa expansão o trabalho é positivo (pelo gás).

Primeira Lei da Termodinâmica

Em um sistema isolado, a energia total do sistema permanece constante. Desta forma, a energia térmica que é absorvida pelo gás, deve ser transformada na mesma quantidade. Esse balanço energético, é dado pela primeira lei da termodinâmica:

$$\Delta U = Q - \tau$$

Onde ΔU é a variação da energia interna do gás, que por sua vez, é função exclusiva de sua temperatura e independe da natureza do gás:

$$U = \frac{3}{2} n \cdot R \cdot T$$

Q é a quantidade de calor recebida e τ é o trabalho realizado. Uma transformação gasosa corresponde a uma mudança no estado de um gás. Em qualquer transformação a 1ª lei da termodinâmica é satisfeita. Temos alguns casos especiais:

- a) Transformação isotérmica: $T = \text{constante}$ e portanto $\Delta U = 0$. Assim, $Q = \tau$.
- b) Transformação isocórica: $V = \text{const.}$, $\tau = 0$, e portanto $\Delta U = Q = m \cdot c_v \Delta T$.

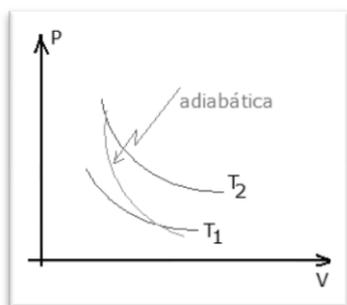
c) *Transformação isobárica:* $p = \text{const.}$ Assim,
 $\Delta U = Q - \tau$, onde $Q = m.c_p \Delta T$.

Relação de Mayer: $C_p - C_v = R$, onde $C_v = M.c_v$.

Existem dois tipos de transformação ainda não discutidos. A primeira é a chamada transformação adiabática, onde um gás ao ser comprimido ou expandido rapidamente, não troca calor com o ambiente. Ex: Uma bola de futebol ao ser cheia por uma bomba. Assim, na transformação adiabática:

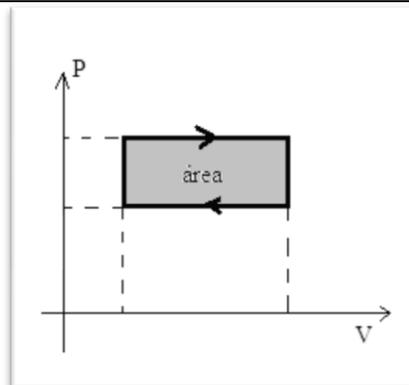
$$Q=0, \text{ e portanto } \Delta U = -\tau.$$

O gráfico de uma transformação adiabática também é uma hipérbole, como no caso isotérmico, porém a hipérbole não é equilátera. Na verdade ela liga duas isotermas à diferentes temperaturas.



A outra transformação é a chamada transformação cíclica. Onde após algumas transformações intermediárias, um gás retorna ao seu estado inicial. Desta forma para uma transformação cíclica:

$$\Delta U = 0, \text{ e portanto } Q = \tau.$$



Numa transformação cíclica, o módulo do trabalho realizado é igual a área interna do gráfico fechado $p \times V$. Se $\tau > 0$ dizemos que o calor é convertido em trabalho. Caso $\tau < 0$, dizemos que o trabalho é convertido em calor.

2ª Lei da Termodinâmica

Na natureza existem transformações que são reversíveis e aquelas que são irreversíveis. Uma transformação é reversível se as condições iniciais do sistema puderem ser recuperadas após a transformação. Um exemplo seria uma garrafa plástica contendo gás, e que ao ser comprimida muda suas variáveis de estado, mas que ao tirarmos a mão retorna às suas condições iniciais, sem a necessidade de nenhum trabalho extra.

Numa transformação irreversível, as condições iniciais do sistema não podem mais ser naturalmente atingidas. Um exemplo seria um ovo, que ao ser abandonado se quebra, sem que nenhuma outra transformação o faça voltar ao seu estado inicial.

Na física as transformações reversíveis podem ser muito úteis na construção de máquinas que facilitem a realização de determinada atividade. As transformações irreversíveis sempre perdem energia durante sua realização, sendo impossível a sua recuperação integral. Essa energia perdida na forma de calor, som, etc., e que não pode mais ser aproveitada, é denominada **entropia**, e está relacionada com a desordem do sistema.

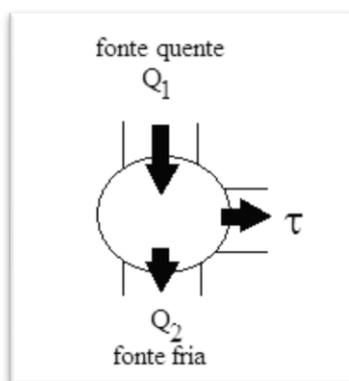
“A entropia de um sistema sempre aumenta com o tempo”.

$$e = \frac{Q_1}{\tau}$$

Máquinas térmicas

Uma máquina térmica utiliza transformações cíclicas para transformar calor em trabalho mecânico. Um exemplo de máquina térmica são os motores a vapor e os motores a combustão interna, como o dos carros atuais.

A representação de uma máquina térmica é a seguinte:

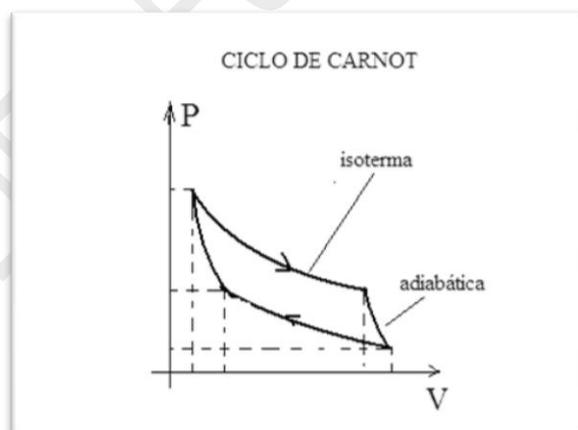


O calor entra a partir da fonte quente Q_1 que se encontra a uma temperatura T_1 . A máquina a maior quantidade possível desse calor e transforma em trabalho. A energia não aproveitada é eliminada através da fonte fria Q_2 que se encontra a uma temperatura T_2 . Dessa forma uma máquina eficiente seria aquela que conseguisse transformar a maior parte do calor da fonte quente em trabalho. Assim, o rendimento de uma máquina térmica pode ser medido por:

$$\eta = \frac{\tau}{Q_1} \quad \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Já uma máquina frigorífica funciona de forma semelhante, porém como queremos fazer com que ela retire calor de uma fonte fria e mande para a fonte quente, é necessária a aplicação de um trabalho externo, já que essa transformação não ocorre naturalmente. A eficiência de uma máquina frigorífica que transforma trabalho em calor é dada por:

Por volta do século XIX, um cientista chamado Sadi Carnot (1796-1832), estudando as máquinas térmicas, conseguiu mostrar que uma máquina ideal, que tivesse o maior rendimento possível durante suas etapas, realizaria todo o processo através de quatro transformações gasosas: duas adiabáticas (uma expansão e uma compressão) e duas isotérmicas (uma expansão e uma compressão). Nesse ciclo, denominado ciclo de Carnot, a máquina térmica teria o maior rendimento possível e o calor trocado seria diretamente proporcional às temperaturas da fonte quente e fria, da forma:



$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Dessa forma, o rendimento de uma máquina de Carnot pode ser calculado por:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

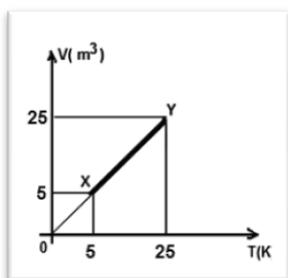
Importante lembrarmos que as temperaturas devem ser expressas em Kelvin, já que estamos tratando com gases. Mesmo uma máquina de Carnot, não teria rendimento de 100%. Essa é uma forma de definirmos a 2ª Lei da Termodinâmica:

“É impossível construir uma máquina térmica que operando em ciclos, tenha um rendimento de 100%”.

Vejamos alguns exemplos de aplicação.

Exemplo 1- Uma amostra de gás perfeito passa do estado X para o estado Y, sob pressão constante de 20 N/m^2 , absorvendo 1200 J de calor. O volume V e a temperatura T dessa amostra estão representados no gráfico ao lado. Durante a transformação, o aumento de energia interna da amostra, em joules, é igual a:

- a) 1000
- b) 2000
- c) 800
- d) 500



Como vimos anteriormente, o aumento ou diminuição da energia interna pode ser calculada pela primeira lei da Termodinâmica.

$$\Delta U = Q - \tau$$

Neste caso, temos a quantidade de calor absorvida, mas devemos tomar cuidado com o gráfico. Note que não se trata de um gráfico $P \times V$ e sim $V \times T$, dessa forma a área sob a curva não dá o trabalho. Como a expansão se dá com pressão constante, o trabalho pode ser calculado diretamente pela expressão:

$$\tau = p \cdot \Delta V$$

$$\tau = 20 \cdot (25 - 5)$$

$$\tau = 20 \cdot (20) = 400 \text{ Joules}$$

Desta forma podemos retornar à primeira Lei da Termodinâmica e encontrar a variação da energia interna:

$$\Delta U = Q - \tau$$

$$\Delta U = 1200 - 400$$

$$\Delta U = 800 \text{ Joules}$$

Exemplo 2- Uma máquina térmica funcionando segundo o ciclo de Carnot entre as temperaturas $T_1=600\text{K}$ e $T_2= 150\text{K}$, recebe da fonte quente 1000 J de calor. O calor rejeitado em joules, para a fonte fria é aproximadamente:

- a) 420
- b) 250
- c) 600
- d) 750

Aqui podemos ver que estamos dentro de um caso ideal, ou seja, a máquina térmica é uma máquina de Carnot. Desta forma, podemos usar a expressão para o rendimento de uma máquina ideal:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{150}{600}$$

$$\eta = \frac{600 - 150}{600}$$

$$\eta = \frac{450}{600} = 0,75 = 75\%$$

De posse do rendimento, podemos encontrar a quantidade de calor rejeitada para a fonte fria através da expressão do rendimento de uma máquina qualquer:

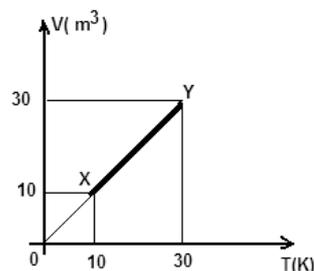
$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$0,75 = 1 - \frac{Q_2}{1000}$$

$$\frac{Q_2}{1000} = 1 - 0,75$$

$$\frac{Q_2}{1000} = 0,25$$

$$Q_2 = 250 \text{ Joules}$$



Esse resultado poderia ter sido encontrado de forma mais direta, apenas considerando que o rendimento da máquina era de 75%, dessa forma 25% da energia disponível não era aproveitado, ou seja, a parte rejeitada era 25% da energia total, ou 25% de 1000J. Resposta letra “b”.

EXERCÍCIOS

- 1) (AFA) Nas transformações isotérmicas dos gases perfeitos, é incorreto afirmar que:
- Não há variação de temperatura.
 - A variação de energia interna do gás é nula.
 - Não ocorre trocas de calor entre o gás e o ambiente.
 - O calor trocado pelo gás com o exterior é igual ao trabalho realizado no mesmo processo.
- 2) (AFA) Uma amostra de gás perfeito passa do estado X para o estado Y, sob pressão constante de 50 N/m^2 , absorvendo 1500 J de calor. O volume V e a temperatura T dessa amostra estão representados no gráfico ao lado. Durante a transformação, o aumento de energia interna da amostra, em joules, é igual a:
- 10
 - 50
 - 200
 - 500
- 3) Em uma transformação adiabática, o trabalho realizado por um sistema gasoso é:
- proporcional ao calor absorvido pelo sistema
 - proporcional ao calor cedido pelo sistema
 - sempre igual à energia interna final do sistema
 - sempre nulo, porque a energia interna é constante
 - igual, em valor absoluto, à variação de energia interna
- 4) (AFA) Das afirmações abaixo:
- A energia interna de um gás ideal depende só da pressão.
 - Quando um gás passa de um estado 1 para outro estado 2, o calor trocado é o mesmo qualquer que seja o processo.
 - Quando um gás passa de um estado 1 para outro estado 2, a variação da energia interna é a mesma qualquer que seja o processo.
 - Um gás submetido a um processo quase-estático não realiza trabalho.
 - O calor específico de uma substância não depende do processo como ela é aquecida.
 - Quando um gás ideal recebe calor e não há variação de volume, a variação da energia interna é igual ao calor recebido.
 - Numa expansão isotérmica de um gás ideal o trabalho realizado é

sempre menor do que o calor absorvido.

As duas corretas são:

- a) II e III
- b) III e IV
- c) III e V
- d) I e VII
- e) III e VI

5) (ESPCEX) O rendimento de certa máquina térmica de Carnot é de 25% e a fonte fria é a própria atmosfera a 27° C. A temperatura da fonte quente é:

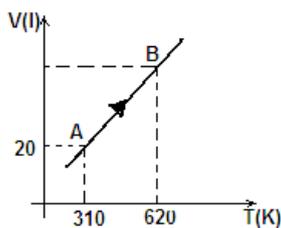
- a) 5,4° C
- b) 52° C
- c) 104° C
- d) 127° C
- e) 227° C

6) (ESPCEX) De acordo com a Segunda Lei da Termodinâmica, a entropia do Universo:

- a) não pode ser criada nem destruída.
- b) acabará transformada em energia.
- c) tende a aumentar com o tempo.
- d) tende a diminuir com o tempo.
- e) permanece sempre constante.

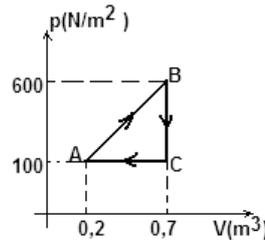
7) (AFA) O volume de um mol de gás ideal varia linearmente em função da temperatura, conforme o gráfico abaixo. O trabalho realizado pelo gás ao passar do estado A para o estado B, em joules é: (Dado: $R = 8,3 \text{ J/mol.K} = 0,082 \text{ atm.l/mol.K}$)

- a) 25
- b) 51
- c) 2573
- d) 5146



8) (AFA) Um gás sofre a transformação cíclica ABCA indicada no gráfico abaixo, a quantidade de calor em Joules, trocada no ciclo é:

- a) 125
- b) 175
- c) 300
- d) 600



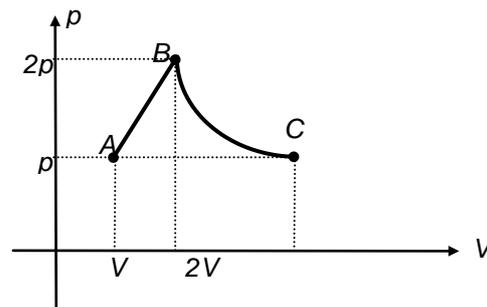
9) (EFOMM) Uma máquina térmica funcionando segundo o ciclo de Carnot entre as temperaturas $T_1 = 700\text{K}$ e $T_2 = 300\text{K}$, recebe da fonte quente 1250 J de calor. O calor rejeitado em joules, para a fonte fria é aproximadamente:

- a) 423
- b) 536
- c) 641
- d) 712

10) (AFA) Um motor térmico que funciona segundo o Ciclo de Carnot, absorve 400 cal de uma fonte quente a 267° C e devolve 220 cal para uma fonte fria. A temperatura da fonte fria, em °C, é

- a) 12.
- b) 24.
- c) 147.
- d) 297.

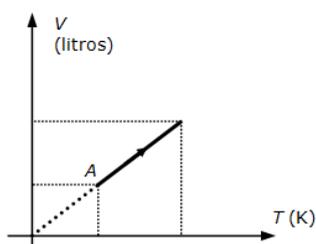
11) (AFA) Um gás ideal monoatômico sofre as transformações AB e BC representadas no gráfico $p \times V$ abaixo.



Analisando o gráfico pode-se afirmar que, na transformação

- a) AB, o gás recebe calor do meio externo.
- b) BC, a energia interna do gás aumenta.
- c) AB, o gás perde calor para o meio externo.
- d) BC, a energia interna do gás diminui.

12) (AFA) Um gás ideal evolui de um estado A para um estado B, de acordo com o gráfico a seguir:



São feitas três afirmações a respeito desse gás ao evoluir de A para B.

- I - A sua pressão aumentou.
- II - Ele realizou trabalho.
- III - Ele recebeu calor.

É(são) verdadeiro(s) apenas o(s) item(ns)

- a) II.
- b) II e III.
- c) I e III.
- d) I.

13) (AFA) Com recursos naturais cada vez mais escassos, urge-se pensar em novas fontes alternativas de energia. Uma das ideias sugeridas consiste em se aproveitar a energia térmica dos oceanos, cuja água pode apresentar em uma superfície uma temperatura de 20 °C e no fundo temperatura em torno de 5,0 °C. Um motor térmico operando neste intervalo de temperatura poderia ter um rendimento de

- a) 7,5%
- b) 3,0%
- c) 9,0%
- d) 27%

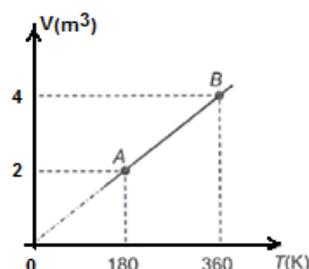
14) (EFOMM) N mols de um gás ideal possui volume v e pressão p . quando sofre as seguintes transformações sucessivas:

- I - expansão isobárica até atingir o volume $2v$;
- II - aquecimento isométrico até a pressão tornar-se igual a $3p$;
- III - compressão isobárica até retornar ao volume v ; e
- IV - resfriamento isométrico até retornar ao estado inicial.

Assim, o trabalho trocado pelo gás, ao percorrer o ciclo descrito pelas transformações acima, vale:

- a) zero
- b) $-2pv$
- c) $3pv$
- d) $-Npv$.

15) (AFA) A variação volumétrica de um gás, em função da temperatura, à pressão constante de 26 N/m^2 está indicada no gráfico.



Se, durante a transformação de A para B, o gás receber uma quantidade de calor igual a 20 joules, a variação da energia interna do gás será em módulo igual, em joules, a:

- a) 32
- b) 24
- c) 12
- d) 8

16) (EEAER) Uma certa amostra de gás monoatômico ideal, sob pressão de $5 \times 10^5 \text{ Pa}$, ocupa um volume de $0,002 \text{ m}^3$. Se o gás realizar um trabalho de 6000 joules, ao

sofrer uma transformação isobárica, então irá ocupar o volume de ___ m^3 .

- a) 0,014
- b) 0,012
- c) 0,008
- d) 0,006

- 17) A expressão $\Delta U = Q - \tau$, onde ΔU é a variação da energia interna de um gás, Q o calor trocado pelo gás e τ o trabalho realizado pelo ou sobre o gás, refere-se à
- a) Lei zero da Termodinâmica
 - b) Lei geral dos gases perfeitos.
 - c) Segunda Lei da Termodinâmica.
 - d) Primeira Lei da Termodinâmica.

- 18) (ESPCEX) Um motor térmico funciona segundo o ciclo de Carnot. A temperatura da fonte quente vale $323^\circ C$ e a da fonte fria vale $25^\circ C$. O rendimento desse motor é de:
- [A] 8%.
 - [B] 13%.
 - [C] 50%.
 - [D] 70%.
 - [E] 92%.

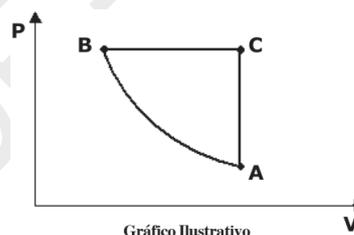
- 19) (EFOMM) Um gás perfeito expande-se adiabaticamente e realiza um trabalho sobre o meio externo de módulo igual a 430 J. A variação da energia interna sofrida pelo gás, nessa transformação, é de:
- [A] -430 J.
 - [B] -215 J.
 - [C] 0 J.
 - [D] 215 J.
 - [E] 430 J.

- 20) (ESPCEX) Podemos afirmar que, para um gás ideal, ao final de toda transformação cíclica:
- [A] o calor total trocado pelo gás é nulo.
 - [B] a variação da energia interna do gás é nula.
 - [C] o trabalho realizado pelo gás é nulo.
 - [D] a pressão interna do gás diminui.

[E] o volume interno do gás aumenta.

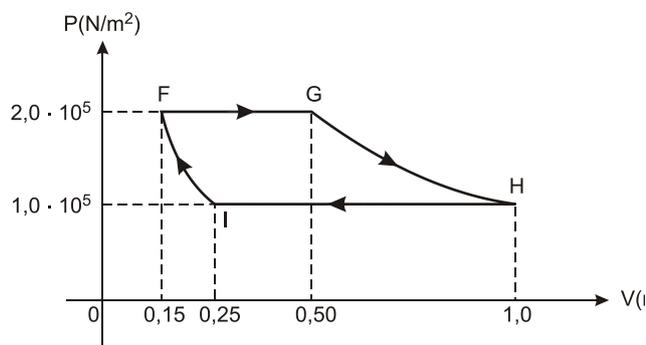
- 21) (EFOMM) O gráfico da pressão (P) em função do volume (V) no desenho abaixo representa as transformações sofridas por um gás ideal. Do ponto A até o ponto B, o gás sofre uma transformação isotérmica; do ponto B até o ponto C, sofre uma transformação isobárica e do ponto C até o ponto A, sofre uma transformação isovolumétrica. Considerando T_A , T_B e T_C as temperaturas absolutas do gás nos pontos A, B e C, respectivamente, pode-se afirmar que:

- [A] $T_A = T_B$ e $T_B < T_C$.
- [B] $T_A = T_B$ e $T_B > T_C$.
- [C] $T_A = T_C$ e $T_B > T_A$.
- [D] $T_A = T_C$ e $T_B < T_A$.
- [E] $T_A = T_B = T_C$.



- 22) (AFA) Um gás ideal sofre uma compressão isobárica sob a pressão de $4 \cdot 10^3 N/m^2$ e o seu volume diminui $0,2 m^3$. Durante o processo, o gás perde $1,8 \cdot 10^3 J$ de calor. A variação da energia interna do gás foi de:
- [A] $1,8 \cdot 10^3 J$
 - [B] $1,0 \cdot 10^3 J$
 - [C] $-8,0 \cdot 10^2 J$
 - [D] $-1,0 \cdot 10^3 J$
 - [E] $-1,8 \cdot 10^3 J$

- 23) (ESPCEX) Em uma fábrica, uma máquina térmica realiza, com um gás ideal, o ciclo FGHIF no sentido horário, conforme o desenho abaixo. As transformações FG e HI são isobáricas, GH é isotérmica e IF é adiabática. Considere que, na transformação FG, 200 kJ de calor tenham sido fornecidos ao gás e que na transformação HI ele tenha perdido 220 kJ de calor para o meio externo.



desenho ilustrativo-fora de escala

A variação de energia interna sofrida pelo gás na transformação adiabática IF é

- a) -40 kJ
- b) -20 kJ
- c) 15 kJ
- d) 25 kJ
- e) 30 kJ

24) (Espcex – 2016) Durante um experimento, um gás perfeito é comprimido, adiabaticamente, sendo realizado sobre ele um trabalho de 800 J. Em relação ao gás, ao final do processo, podemos afirmar que:

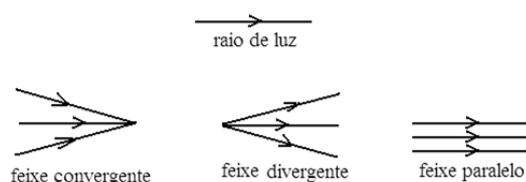
- a) O volume aumentou, a temperatura aumentou e a pressão aumentou.
- b) O volume diminuiu, a temperatura diminuiu e a pressão aumentou.
- c) O volume diminuiu, a temperatura aumentou e a pressão diminuiu.
- d) O volume diminuiu, a temperatura aumentou e a pressão aumentou.
- e) O volume aumentou, a temperatura aumentou e a pressão diminuiu.

AULA 22 - PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

A óptica geométrica é a parte da física que estuda os fenômenos relacionados à luz, sem se interessar na sua natureza. A luz é um tipo de energia radiante, que se comporta como partícula ou como onda dependendo do fenômeno estudado.

No vácuo, a luz viaja em linha reta a uma velocidade constante igual a aproximadamente $c = 300.000 \text{ km/s}$. Essa é a maior velocidade encontrada em nosso Universo.

A luz pode ser representada geometricamente por um traço orientado, denominado raio de luz. Um conjunto de raios de luz é denominado feixe de luz, e pode ser: convergente, divergente ou paralelo.



Uma fonte de luz é um objeto que emite raios de luz, que podem ser provenientes dela própria, ou seja, ela produz sua própria luz (fonte primária) como o Sol, ou também, ela pode refletir a luz que chega até ela através de uma fonte primária. Nesse caso a fonte é dita secundária e um exemplo é a Lua. As fontes de luz podem ser denominadas pontuais (se suas dimensões forem desprezíveis para o estudo do fenômeno) ou extensas (caso suas dimensões não possam ser desprezadas).

Os objetos podem interagir com a luz de várias formas. Dependendo de como ocorre esta interação, podemos definir os meios onde a luz pode se propagar: transparente, translúcido e opaco.

O meio transparente é aquele no qual a maior parte da luz que chega até ele, atravessa completamente sem sofrer qualquer tipo de dissipação. Ex: vidros em geral.

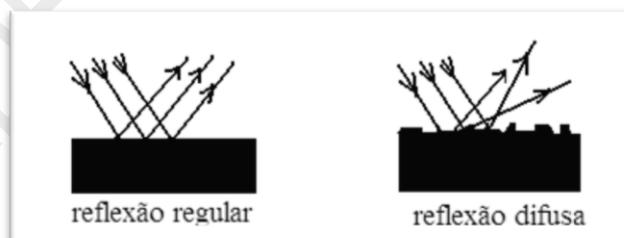
O meio translúcido é aquele em que parte da luz consegue atravessá-lo, e parte da luz é dissipada ou difundida. Ex: Box de banheiro.

O meio opaco é aquele que não permite a passagem da luz, que é absorvida ou refletida completamente por ele. Ex: uma parede.

Dependendo do meio que a luz encontra para se propagar, podemos observar os seguintes fenômenos:

Reflexão:

Ocorre quando um raio de luz encontra um meio opaco e toda a luz que chega até ele é refletida. Pode ser de dois tipos: a reflexão regular - quando a superfície for regular e polida; ou ainda, reflexão difusa - quando a superfície for irregular.



Refração:

Ocorre quando a luz viajando em um meio encontra uma superfície de separação entre dois meios transparentes e muda a sua velocidade. Em geral é acompanhada de um desvio em sua trajetória.



Absorção:

Ocorre quando a luz encontra um meio opaco negro, de forma que toda a luz que chega ao meio é absorvida por ele, não sendo nenhuma parte refletida ou refratada.



Na absorção o corpo recebe energia e desta forma sua temperatura em geral aumenta!!

Difração:

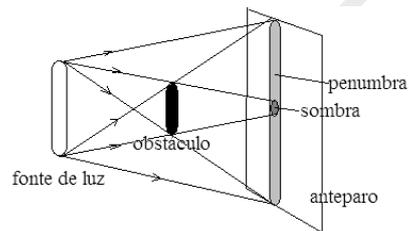
Ocorre quando a luz consegue contornar obstáculos. Esse fenômeno evidencia o caráter ondulatório da luz.

Existem três princípios básicos em que se baseia a Óptica Geométrica. São eles:

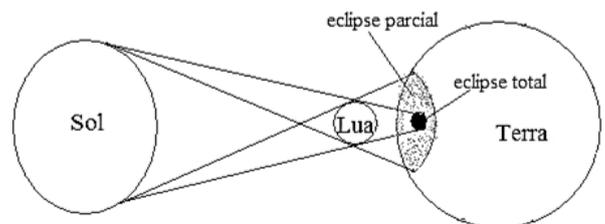
- **Princípio da Propagação retilínea dos raios de luz:** Um raio de luz viaja sempre em linha reta.
- **Princípio da independência dos raios de luz:** Dois raios de luz são completamente independentes entre si. Ao se cruzarem, cada um segue sua trajetória inicial sem nenhuma alteração de intensidade ou mudança de cor ou trajetória.
- **Princípio da reversibilidade dos raios de luz:** Um raio de luz sempre percorre o mesmo caminho independente do sentido em que viaja.

Sombra e Penumbra:

Quando uma fonte de luz extensa emite luz na direção de um objeto opaco, um anteparo localizado logo atrás do objeto mostra regiões claras e escuras denominadas sombra e penumbra. A penumbra é uma região de sombra parcialmente iluminada pela fonte.



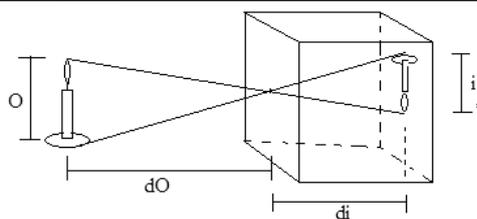
Um exemplo muito interessante é o eclipse Solar, que ocorre quando a Lua fica entre o Sol e a Terra, provocando na Terra regiões de sombra (eclipse total) e de penumbra (eclipse parcial).



* obs: O desenho está fora de escala

Câmara escura:

Uma câmara escura é uma caixa que utiliza o princípio de propagação retilínea da luz para formar imagens de objetos colocados em sua frente. Por geometria podemos notar que:



$$\frac{O}{dO} = \frac{i}{di}$$

Note que para um observador localizado atrás da câmara, a imagem é completamente invertida em relação ao objeto, ou seja, direita – esquerda e cima – baixo, são inversos. Uma aplicação importantíssima das câmaras escuras são as máquinas fotográficas atuais.

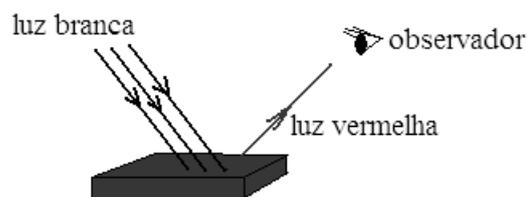
Cor de um corpo:

Vimos que a luz é uma energia de radiação que viaja em linha reta a uma velocidade de aproximadamente 300.000 km/s. Com relação à sua cor, a luz pode ser de dois tipos: policromática ou monocromática.

A luz **policromática** é aquela composta de várias cores juntas. Um exemplo é a luz branca proveniente do Sol.

A luz **monocromática** é composta apenas de uma cor. Um exemplo são as luzes emitidas por laser.

Quando uma luz policromática atinge um objeto, este pode absorver parte dessa radiação e refletir outra parte. Dependendo das frequências absorvidas e emitidas, vemos a cor desse corpo. Por exemplo, um corpo vermelho sob a luz do Sol, é visto dessa forma por absorver praticamente toda a radiação policromática que chega até ele, mas refletir a radiação vermelha e suas cores mais próximas, dando a impressão da cor vermelha para esse corpo.



exemplo de um corpo vermelho

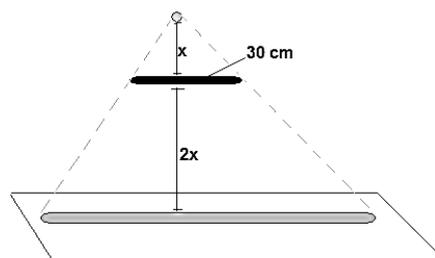
Dois casos especiais são interessantes: o corpo branco reflete todas as cores que chegam até ele, e o corpo negro não reflete nenhuma luz que chega até ele, não sendo desta forma, visto, o que dá a sensação de preto.

Vejamos alguns exemplos:

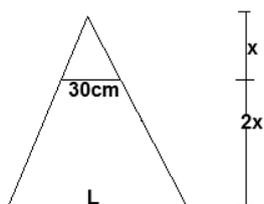
Exemplo 1 - Um feixe luminoso, partindo de fonte puntiforme, incide sobre um bastão de 30 cm de comprimento. Sabendo-se que a distância da fonte ao bastão é metade da distância deste ao anteparo e que os planos da fonte, do bastão e do anteparo são paralelos, pode-se afirmar que o comprimento da sombra projetada sobre o anteparo é de:

- a) 10 cm
- b) 45 cm
- c) 30 cm
- d) 90cm
- e) 150 cm

Primeiramente devemos tentar representar o problema na forma de um esquema ou desenho para facilitar a visualização. De acordo com os dados do problema teríamos:



Desta forma podemos notar dois triângulos semelhantes, e assim utilizar a regra de proporcionalidade entre as alturas e as bases dos respectivos triângulos:



Assim, teríamos:

$$\frac{x}{30} = \frac{3x}{L}$$

$$L \cdot x = 90x$$

$$L = 90 \text{ cm}$$

Resposta letra "d"!

Exemplo 2 - Um homem de 1,80 metros de altura, coloca-se a 60 cm de uma câmara escura (de orifício) de comprimento 40 cm. O Tamanho da imagem formada no interior da câmara é:

- a) 0,8 m
- b) 1,0 m
- c) 1,2 m
- d) 1,4 m

Para resolver este exercício, basta partirmos diretamente para a expressão da câmara escura, lembrando que o tamanho do objeto **O** é igual a 1,80 m, **dO** (distância do objeto ao furo da câmara) vale 60 cm, a largura da câmara **di**, vale 40 cm e portanto falta apenas o tamanho da imagem **i**. Assim:

$$\frac{i}{O} = \frac{di}{dO}$$

$$\frac{i}{1,8} = \frac{40}{60}$$

$$60 \cdot i = 40 \cdot 1,8$$

$$i = 1,2 \text{ m}$$

Resposta letra "c".

Note que este resultado pôde ser encontrado sem que precisássemos colocar todas as variáveis na mesma unidade, já que como d_i e d_O estavam em cm, ao dividirmos uma pela outra a unidade desaparece, restando somente o m do outro lado da equação.

EXERCÍCIOS

- 1) Num cômodo escuro, uma bandeira do Brasil é iluminada por uma luz monocromática amarela. O retângulo, o losango, o círculo, e a faixa central da bandeira apresentariam, respectivamente, as cores:
 - a) verde, amarela, azul e branca
 - b) preta, amarela, preta e branca
 - c) preta, amarela, preta e amarela
 - a) verde, amarela, verde, amarela
 - b) amarela, amarela, amarela, amarela

- 2) Um feixe luminoso, partindo de fonte puntiforme, incide sobre um disco de 10 cm de diâmetro. Sabendo-se que a distância da fonte ao disco é $\frac{1}{3}$ da distância deste ao anteparo e que os planos da fonte, do disco e do anteparo são paralelos, pode-se afirmar que o raio da sombra projetada sobre o anteparo é de:
 - a) 20 cm
 - b) 25 cm
 - c) 30 cm
 - d) 40 cm

- 3) (AFA) A relação entre os tamanhos das imagens de um indivíduo de 1,80 m de altura, formadas numa câmara escura através de um orifício, quando o indivíduo se encontra,

respectivamente, às distâncias de 24 m e 36 m será:

- a) 1,5
- b) 2/3
- c) 1/3
- d) 1/25

4) A objetiva de uma máquina fotográfica forma, sobre o filme, uma imagem real ou virtual? Justifique sua resposta.

5) A Lua encontra-se a trezentos e oitenta mil quilômetros da Terra. Emitindo-se um feixe de raio laser da Terra em direção à Lua, quanto tempo ele levaria para retornar, depois de refletir-se na superfície lunar?

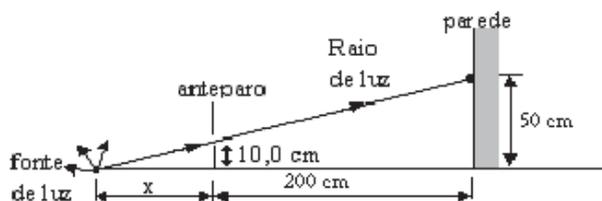
6) A altura de uma imagem de um objeto fornecida por uma câmara escura de orifício é diminuída quando:

- a) Diminuímos o diâmetro da câmara.
- b) Aproximamos a câmara do objeto.
- c) Afastamos a câmara do objeto.
- d) Aumentamos o diâmetro do orifício.
- e) Diminuímos o diâmetro do orifício.

7) Um homem de 2,0 metros de altura, coloca-se a 0,5 m de uma câmara escura (de orifício) de comprimento 30 cm. O Tamanho da imagem formada no interior da câmara é:

- a) 0,8 m
- b) 1,0 m
- c) 1,2 m
- d) 1,4 m

8) (EEAER) Um estudante de Física coloca um anteparo com um orifício na frente de uma fonte de luz puntiforme. Quando a fonte de luz é acesa, um dos raios de luz passa pelo orifício do anteparo, que está a 10,0 cm de altura da superfície plana, e produz um ponto luminoso na parede, a 50 cm de altura da superfície, conforme a figura. Sabendo-se que a distância entre o anteparo e a parede é de 200 cm, determine a distância, em cm, entre a fonte luminosa e o anteparo.



- a) 5
- b) 25
- c) 50
- d) 75

9) (EFOMM) Um radar detecta um avião por meio da reflexão de ondas eletromagnéticas. Suponha que a antena do radar capture o pulso refletido um milissegundo depois de emití-lo. Isso significa que o avião está a uma distância de ___ quilômetros da antena. Obs.: Utilize a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no ar igual a 300.000 km/s.

- a) 30
- b) 150
- c) 600
- d) 900

10) (EEAER) Um aviso é colocado em um local onde incide, em momentos diferentes, raios de luz monocromática de cores distintas. Entre as alternativas, assinale aquela que indica a cor que se deve usar, respectivamente, nas letras e no restante do aviso de forma a permitir **sempre** a visualização desse aviso.

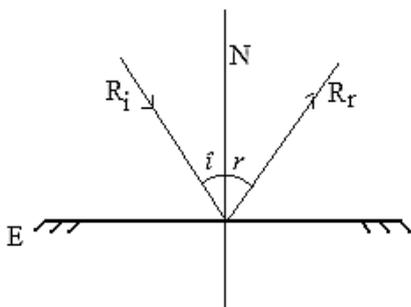
- a) amarela; branca
- b) branca; branca
- c) branca; preta
- d) preta; preta

AULA 23 - ESPELHOS PLANOS

Os espelhos são superfícies refletoras ideais que podem ser planos, esféricos, parabólicos, etc., dependendo de sua forma, as imagens produzidas podem ser diferentes do objeto original. Por exemplo, podem aumentar, inverter, reduzir o tamanho de imagens etc.

Os espelhos evidenciam o caráter de partícula da luz, já que a reflexão é uma característica corpuscular. Devido à superfície perfeitamente plana e polida, um espelho plano utiliza a propriedade de reflexão regular da luz para produzir as imagens.

Podemos representar um espelho plano conforme a figura abaixo, onde N representa a reta normal ao plano do espelho no ponto onde o raio toca o espelho; R_i é o raio incidente, R_r o raio refletido e \hat{i} e \hat{r} os ângulos de incidência e reflexão em relação à reta normal (N):



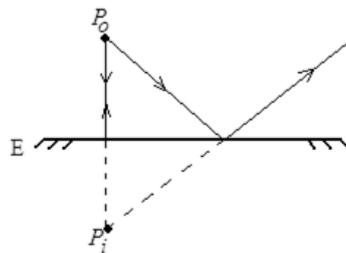
A construção de imagens em espelhos planos obedece 2 Leis:

1ª - O raio incidente, o refletido e a reta normal (N), são coplanares.

2ª - O ângulo de incidência (\hat{i}) é igual ao ângulo de reflexão (\hat{r}). $\hat{i} = \hat{r}$

A imagem de um objeto pontual pode ser obtida traçando dois raios de luz, à partir do objeto (ponto objeto), que chegam ao espelho, e são refletidos obedecendo à 2ª Lei da reflexão. O ponto onde os raios refletidos se interceptam, é denominado ponto imagem. Note que no caso de

espelhos planos, esse ponto é obtido prolongando os raios refletidos, e fica sempre “atrás” do espelho. As imagens obtidas atrás do espelho são ditas virtuais. Geometricamente podemos provar que a distância do ponto objeto ao espelho é igual à distância do ponto imagem ao espelho.



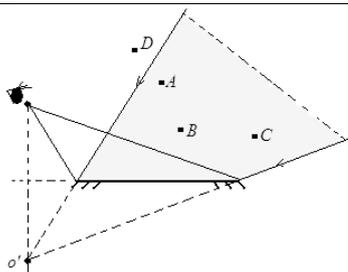
As imagens geradas por espelhos planos são sempre: **virtuais, iguais e direitas** em relação ao objeto que as criou.

Alguns detalhes devem ser lembrados quando deslocamos o espelho em relação a um objeto fixo:

- 1- O deslocamento da imagem é o dobro do deslocamento do espelho.
- 2- A velocidade da imagem é o dobro da velocidade do espelho.
- 3- Se girarmos o espelho de um ângulo α , os raios refletidos giram um ângulo de 2α .

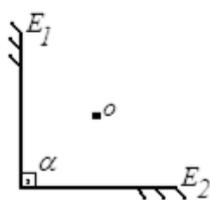
Campo Visual:

O campo visual de um espelho plano pode ser obtido determinando o ponto imagem do observador e, a partir desse ponto, traçar dois raios ligando esse ponto às extremidades do espelho. Todos os objetos contidos nesse “cone” estarão dentro do campo visual do espelho.



note que o ponto D não pode ser visto pelo observador por reflexão, por estar fora do campo visual.

Associação de espelhos:



$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

Quando associamos dois espelhos planos, o número de imagens formadas pode ser obtido pela relação:

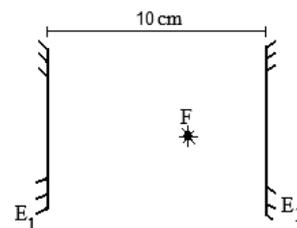
Observando dois casos:

1 - Se a razão $360^\circ / \alpha$ for um número ímpar, a relação é válida se o objeto for colocado no plano bissetor do espelho.

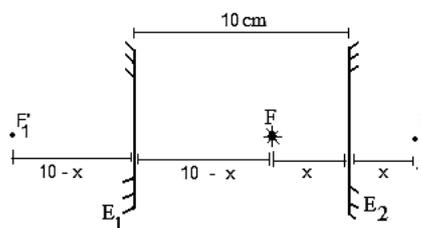
2- Se a razão $360^\circ / \alpha$ for um número par, a relação é válida para qualquer posição do objeto entre os espelhos.

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1- Dois espelhos planos paralelos, E_1 e E_2 , estão frente a frente, separados por uma distância de 10 cm. Entre eles há uma fonte luminosa F, de pequenas dimensões, na posição indicada na figura. Calcule a distância entre a primeira imagem fornecida pelo espelho E_1 e a primeira imagem fornecida pelo espelho E_2 .



Podemos resolver este exemplo lembrando que a fonte produz infinitas imagens nos dois espelhos, já que como estão frente a frente, o ângulo entre eles seria de zero grau. Nos interessa somente as primeiras imagens produzidas, que por definição, se situam à mesma distância do objeto ao espelho. Sendo assim, chamamos a distância da fonte ao espelho E_2 (mais próximo) de x . A imagem da fonte F no espelho E_2 também deve estar a uma distância x do espelho. Repetindo o raciocínio para o espelho E_1 , temos o seguinte esquema:



Sendo assim, a distância entre as primeiras imagens de F nos espelhos E_1 e E_2 é a soma de todas essas distâncias. Assim temos:

$$d = (10 - x) + (10 - x) + x + x$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

Exemplo 2- Uma caneta é colocada no plano bissetor entre dois espelhos planos que formam entre si um ângulo de 90° . Quantas canetas um observador localizado no plano bissetor em frente aos espelhos e atrás do objeto verá?

O número de imagens formadas é dado diretamente pela expressão:

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

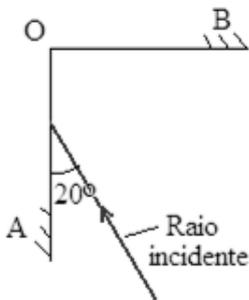
$$N = \frac{360^\circ}{90^\circ} - 1$$

$$N = 4 - 1 = 3 \text{ imagens}$$

Note que obtivemos 3 imagens, porém o observador externo vê as três imagens e a caneta verdadeira (objeto). A pergunta do exemplo não era qual o número de imagens e sim o número de canetas que o observador via. Desta forma ele vê 4 canetas!

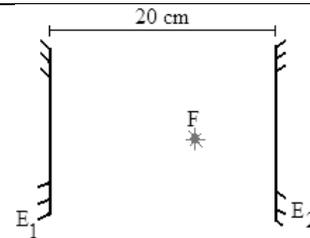
EXERCÍCIOS

- 1) (AFA) A figura mostra a vista superior de dois espelhos planos, montados verticalmente, um perpendicular ao outro. Sobre o espelho AO incide um raio de luz horizontal, no plano do papel, mostrado na figura. Após a reflexão nos dois espelhos, o raio emerge formando um ângulo θ com a normal ao espelho OB. O ângulo θ vale:

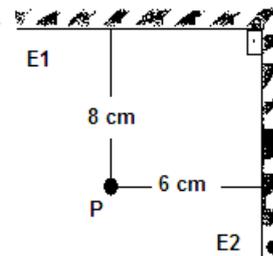


- a) 0°
- b) 10°
- c) 20°
- d) 30°

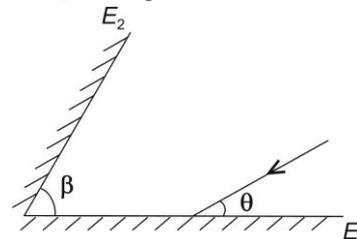
- 2) Dois espelhos planos paralelos, E_1 e E_2 , estão frente a frente, separados por uma distância de 20 cm. Entre eles há uma fonte luminosa F , de pequenas dimensões, na posição indicada na figura. Calcule a distância entre a primeira imagem fornecida pelo espelho E_1 e a primeira imagem fornecida pelo espelho E_2 .



- 3) (AFA) Considere dois espelhos planos E_1 e E_2 , ortogonais entre si, e um objeto P , conforme esquema. Nessa situação, formam-se três imagens do ponto P . As distâncias entre o ponto P e as imagens são, em centímetros, iguais a:
- a) 6 – 8 – 10
 - b) 6 – 8 – 14
 - c) 12 – 16 – 20
 - d) 12 – 16 – 28

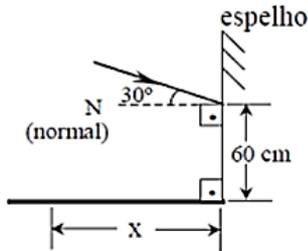


- 4) (EEAER) A figura abaixo mostra uma vista superior de dois espelhos planos E_1 e E_2 que formam entre si um ângulo β . Sobre o espelho E_1 incide um raio de luz horizontal e que forma com este espelho um ângulo θ . Após reflexão nos dois espelhos, o raio emerge formando um ângulo α com a normal ao espelho E_2 . O ângulo α vale



- a) $\beta + \theta$
- b) $\beta + \theta + 90^\circ$
- c) $\beta - \theta$
- d) $\beta + \theta - 90^\circ$

- 5) (AFA) Uma luz monocromática incide em um espelho plano, conforme mostrado na figura. Sabendo que do ponto onde incide a luz até uma superfície plana tem-se uma altura de 60 cm, determine a distância x , em cm, que a luz refletida vai incidir na superfície plana.



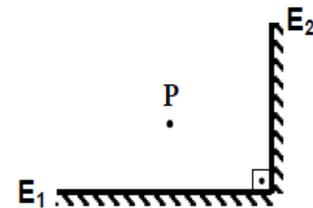
- a) 15
b) 20
c) 30
d) 60
- 6) (EFOMM) Em decoração de ambientes costuma-se dizer que o uso de espelhos planos e verticais dá às pessoas, a sensação de que o ambiente é ampliado. Conhecendo os princípios de formação de imagens em espelhos planos, pode se afirmar, corretamente, que essa sensação está relacionada à visualização de imagens a uma distância sempre ____ a do objeto ao espelho plano.
- a) igual
b) menor
c) 2 vezes maior
d) 4 vezes menor
- 7) (EEAER) Um construtor deseja colocar um piso cerâmico na garagem de uma residência. Seguindo instruções do proprietário, o construtor adquiriu um piso antiderrapante. Com relação à superfície desse piso, podemos afirmar que
- OBS: Considere que esse piso tem a superfície rugosa.
- a) ela conjuga imagens nítidas de objetos.
b) ela não conjuga imagens nítidas de objetos.
c) o acabamento não interfere na conjugação de imagens.
d) raios de luz incidentes são refletidos de maneira regular.
- 8) (EEAER) Alguns motoristas seguem o princípio de ultrapassar o carro a frente somente após se certificar de que o motorista

desse outro carro o viu pelo espelho retrovisor. A situação descrita, considerando válidos os princípios da óptica geométrica, pode servir de comprovação do princípio da(o) ____ dos raios de luz.

OBS: Considere o meio homogêneo.

- a) propagação curvilínea
b) independência
c) reversibilidade
d) transparência

- 9) (ESPCEX) Dois espelhos planos E_1 e E_2 formam entre si um ângulo reto. Um ponto objeto real P dista $3\sqrt{2}$ m do espelho E_1 e $4\sqrt{2}$ m do espelho E_2 , conforme o desenho abaixo. A distância entre o objeto P e a sua imagem formada no ângulo morto da associação dos espelhos é de:



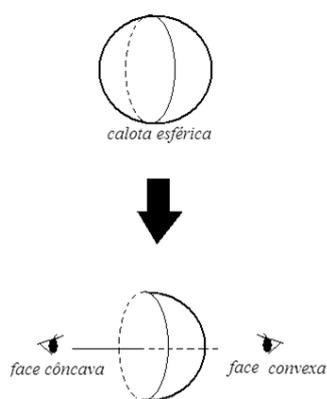
Obs.: desenho fora de escala

- [A] $10\sqrt{2}$ m.
[B] 10 m.
[C] $7\sqrt{2}$ m.
[D] $5\sqrt{2}$ m.
[E] 5 m.

AULA 24 - ESPELHOS ESFÉRICOS

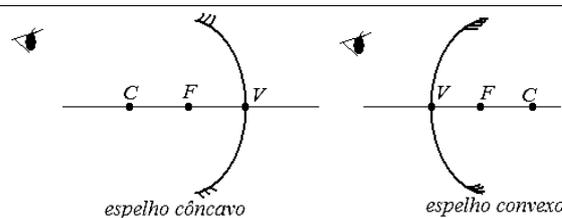
Análise Geométrica de Imagens

Os espelhos esféricos se originam de uma calota esférica oca espelhada por dentro e por fora, que quando seccionada, fica com duas faces espelhadas semelhantes a forma de uma colher. Uma das faces é denominada côncava e a outra convexa.



Todo espelho esférico, por derivar de uma esfera, possui um centro de curvatura, que nos espelhos côncavos fica na frente do espelho (real) e que, para os espelhos convexos fica na parte de trás do espelho (virtual).

A reta imaginária que corta perpendicularmente o espelho em duas partes passando pelo centro da esfera, num ponto denominado vértice, é chamada de eixo principal. Existem infinitos eixos secundários, mas para o nosso estudo o eixo principal será o escolhido para traçarmos as imagens. Quando um feixe de raios paralelos atinge um espelho esférico, esse feixe ao ser refletido pelo espelho, converge os raios (ou seus prolongamentos) para um ponto sobre o eixo principal denominado foco do espelho. O foco pode ser real (no caso dos espelhos côncavos) ou virtual (no caso dos espelhos convexos).



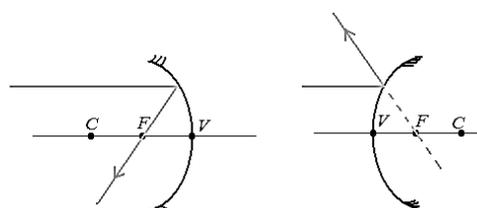
A distância focal, ou seja, a distância do foco ao vértice do espelho, fica exatamente na metade da distância do centro de curvatura ao vértice, isto é:

$$f = R/2$$

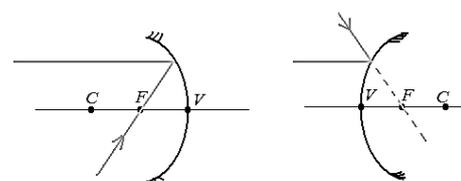
Leis de Reflexão dos espelhos esféricos:

Os espelhos esféricos obedecem às seguintes leis de reflexão para a construção geométrica de imagens:

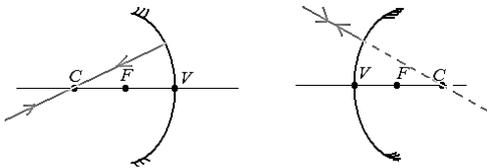
1- Todo raio de luz que incide no espelho esférico paralelamente ao eixo principal, reflete numa direção que passa pelo foco.



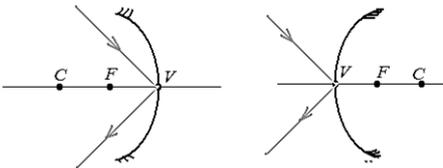
2- Todo raio de luz que incide no espelho esférico numa direção que passa pelo foco, reflete numa direção paralela ao eixo principal.



3- Todo raio de luz que incide no espelho esférico numa direção que passa pelo centro de curvatura do espelho, reflete sobre si próprio.



4- Todo raio de luz que incide no espelho esférico sobre o vértice, reflete sob o mesmo ângulo que incidiu.

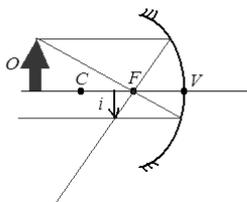


Construção geométrica de imagens:

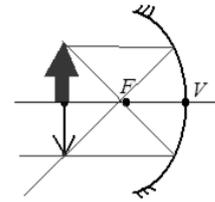
As imagens geradas pelos espelhos esféricos podem ser obtidas escolhendo-se duas das leis acima e traçando os respectivos raios incidente e refletido. As características da imagem obtida por espelhos côncavos, dependem da posição do objeto em relação ao vértice do espelho.

■ Espelhos Côncavos:

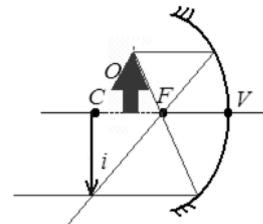
a) Objeto antes de C: imagem real, menor e invertida.



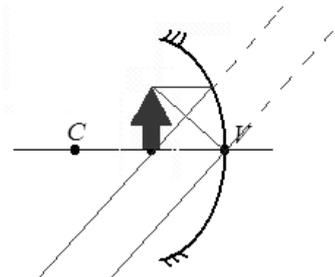
b) Objeto em C: imagem real, igual e invertida.



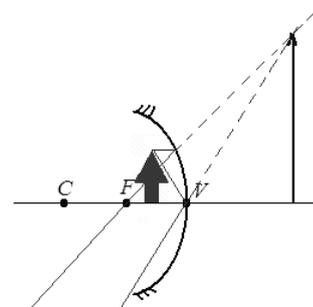
c) Objeto entre C e F: imagem real, maior e invertida.



d) Objeto em F: imagem imprópria

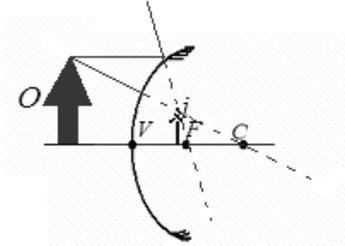


e) Objeto entre F e V: imagem virtual, maior e direta.



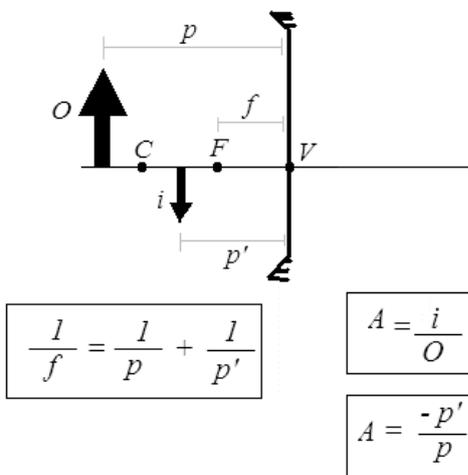
■ Espelho Convexo:

Os espelhos convexos somente produzem imagens virtuais, menores e direitas.



Estudo Analítico:

Podemos obter as características das imagens geradas por espelhos esféricos, fazendo uso da chamada Lei de Gauss. Essa Lei funciona para qualquer espelho esférico de Gauss, ou seja, com um ângulo de abertura pequeno ($< 10^\circ$). Para esses espelhos valem as relações:



Aqui A é o aumento linear que representa quantas vezes a imagem é maior/ menor que o objeto. Devemos ter em mente o referencial de Gauss, que estabelece:

- $P' > 0$: imagem real (na frente do espelho)
- $P' < 0$: imagem virtual (atrás do espelho)
- $f > 0$: espelho côncavo.

- $f < 0$: espelho convexo.
- $|A| = 1$: imagem do mesmo tamanho do objeto.
- $|A| > 1$: imagem maior que o objeto.
- $|A| < 1$: imagem menor que o objeto.
- Sinal de A positivo: imagem direita.
- Sinal de A negativo: imagem invertida.

Veamos alguns exemplos práticos:

Exemplo 1 – Um objeto real de 20 cm de altura é colocado a 15 cm de um espelho côncavo de raio 20 cm. Determine:

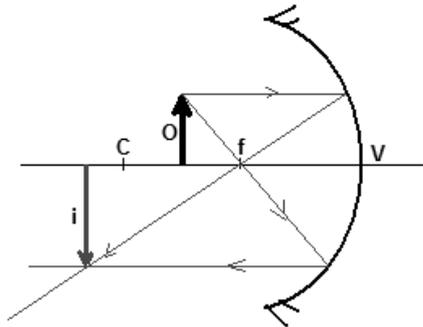
- a) As características da imagem.
- b) A altura da imagem.

a) Podemos determinar as características da imagem, representando geometricamente o problema. Assim, usando as duas primeiras leis da reflexão em espelhos esféricos:

I – Todo raio que incide paralelo ao eixo principal, reflete passando pelo foco;

II – Todo raio que incide numa direção que passa pelo foco, reflete paralelo ao eixo principal.

Assim, como o raio de curvatura vale 20 cm, a distância focal é a metade deste valor, ou seja, 10 cm. O objeto está a 15 cm do vértice e portanto temos:



Podemos notar pela figura, que a imagem produzida está em frente ao espelho e, portanto é real. Nota-se ainda que ela aponta para baixo (se situa abaixo do eixo principal) e portanto é invertida. E finalmente, podemos notar diretamente pela figura que a imagem é maior que o objeto (observe o tamanho das setas). Assim, as características da imagem são: real, maior e invertida!

b) Para determinar o valor da imagem, podemos usar as relações definidas acima. Assim, o tamanho da imagem pode ser encontrado pela expressão do aumento linear:

$$A = \frac{i}{O}$$

Sabemos o valor de O (tamanho do objeto), mas ainda não temos o A. Podemos encontrá-lo pela expressão:

$$A = -\frac{p'}{p}$$

Onde podemos determinar p' pela equação:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{15} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{10} - \frac{1}{15} = \frac{1}{p'}$$

$$\frac{3 - 2}{30} = \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{30} = \frac{1}{p'}$$

$$p' = 30 \text{ cm}$$

Com o valor de p' em mãos, determinamos A:

$$A = -\frac{p'}{p}$$

$$A = -\frac{30}{15} = -2$$

Assim, o valor de A indica que a imagem é duas vezes maior que o objeto e ainda, o valor negativo mostra que é invertida como já tínhamos visto geometricamente. Assim, o tamanho da imagem seria de:

$$A = \frac{i}{O}$$

$$-2 = \frac{i}{20}$$

$$i = -40 \text{ cm}$$

Onde o sinal negativo apenas indica que a imagem é invertida em relação ao objeto.

Exemplo 2 – Em relação ao exemplo anterior, determine as características da imagem se o espelho fosse convexo.

Se o espelho fosse convexo, a única mudança seria o sinal do raio de curvatura e da distância focal, que passariam de 20 cm para -20 cm e de 10 cm para -10 cm respectivamente. Desta forma teríamos:

EXERCÍCIOS

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$-\frac{1}{10} = \frac{1}{15} + \frac{1}{p'}$$

$$-\frac{1}{10} - \frac{1}{15} = \frac{1}{p'}$$

$$\frac{-3 - 2}{30} = \frac{1}{p'}$$

$$\frac{-5}{30} = \frac{1}{p'}$$

$$p' = -\frac{30}{5} = -6 \text{ cm}$$

Esse resultado mostra que a imagem se encontra 6cm atrás do vértice do espelho. Podemos determinar o aumento linear:

$$A = -\frac{p'}{p}$$

$$A = -\frac{(-6)}{15} = +\frac{2}{5} = +0,4$$

Assim as características da imagem agora seriam:

- I- Como p' foi negativo, a imagem é virtual (atrás do espelho);
- II- Como A foi menor que 1 (0,4), temos que a imagem é menor que o objeto;
- III- Como A foi positivo (+), significa que a imagem é direta ou direita.

Resposta: virtual, menor e direita.

- 1) Um jovem estudante, para fazer a barba mais eficiente, resolve comprar um espelho esférico que aumente duas vezes a imagem do seu rosto quando ele se coloca a 50 cm dele. Que tipo de espelho ele deve usar e qual o raio de curvatura?
 - a) convexo com $R = 50 \text{ cm}$
 - b) convexo com $R = 67 \text{ cm}$.
 - c) côncavo com $R = 200 \text{ cm}$
 - d) Um espelho diferente dos mencionados.
 - e) côncavo com $R = 33,3 \text{ cm}$

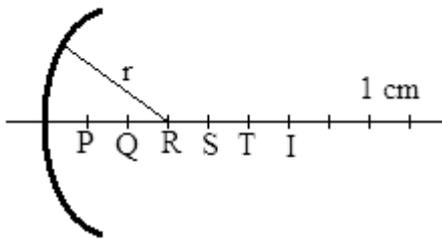
- 2) Espelhos convexos são frequentemente utilizados como retrovisores em carros e motos. Quais das seguintes afirmações estão corretas?
 - I. A área refletida para o olho por um espelho circular convexo é maior que a refletida por um espelho plano de igual diâmetro na mesma posição.
 - II. A imagem é formada atrás do espelho sendo portanto, real.
 - III. A imagem é menor que o objeto e não invertida.
 - IV. A distância entre a imagem e o espelho é ilimitada tornando-se cada vez maior, à medida que o objeto se afasta.
 - a) somente I e III
 - b) somente I, III e IV
 - c) somente I, II e III
 - d) somente II e IV
 - e) e) somente II, III e IV.

- 3) Uma vela acesa se encontra entre um espelho esférico côncavo e uma parede. A distância entre o espelho e a parede é de 220 cm e a imagem que se forma da vela sobre a parede é 10 vezes maior que a vela. Qual é o raio do espelho (em centímetros)?

- 4) Um espelho côncavo tem raio de curvatura igual a 24 cm. Um objeto de 4 cm de altura é colocado a 48 cm à frente do espelho.

- a) A que distância do espelho se forma a imagem?
b) Que se pode dizer a respeito da natureza e tamanho dessa imagem?

- 5) Um espelho esférico convexo tem distância focal igual a 30 cm. Colocamos uma seta luminosa de 10 cm de altura a 30 cm do vértice do espelho. Observamos que a imagem tem as seguintes características:
- a) Está distante do espelho 15 cm e é virtual.
b) Está distante do espelho 15 cm e é real.
c) Está distante do espelho 10 cm e é virtual.
d) Está distante do vértice 30 cm e é real.
e) Não há formação de imagem neste caso.
- 6) Um espelho côncavo tem um raio de curvatura igual a r , conforme indica a figura. Para projetar a imagem de um objeto sobre um anteparo colocado na posição I, em que ponto deve ser colocado o objeto?



- a) P
b) Q
c) R
d) S
e) T
- 7) (ESPCEX) Um espelho côncavo cujo raio de curvatura mede 20 cm, fornece uma imagem de um objeto colocado entre o centro de curvatura e o foco principal. Se afastarmos o objeto 5 cm do espelho, sua imagem se formará a 20 cm do vértice. A distância primitiva do objeto ao espelho é:
- a) 10 cm
b) 20 cm
c) 30 cm
d) 40 cm
e) 15 cm

AULA 25 - ÍNDICE DE REFRAÇÃO

A refração é o fenômeno pelo qual a luz ao encontrar uma superfície de separação entre dois meios diferentes, atravessa de um meio para o outro mudando a sua velocidade. Na maioria dos casos, essa variação na velocidade vem acompanhada de uma mudança na direção de propagação dos raios.

A velocidade da luz no vácuo é $c \approx 300.000 \text{ km/s}$, mas em meios densos essa velocidade diminui. De acordo com a velocidade assumida pela luz em cada meio, definimos o índice de refração do meio, que de uma forma subjetiva, está diretamente ligado à densidade do meio:

$$n = \frac{c}{v}$$

O índice de refração é adimensional.

O eventual desvio sofrido pelo raio pode ser determinado pela importante relação conhecida como Lei de Snell- Descartes:

$$n_1 \text{sen} \hat{i} = n_2 \text{sen} \hat{r}$$

Onde n_1 é o índice de refração do meio 1, n_2 é o índice de refração do meio 2, \hat{i} é o ângulo de incidência com a normal e \hat{r} é o ângulo de refração.

Importante:

- Quando um raio de luz refrata passando de um meio mais refringente para um meio menos refringente, ele se afasta da normal.
- Quando um raio de luz refrata passando de um meio menos refringente para um meio mais refringente, ele se aproxima da normal.
- Somente não haverá desvio se o raio atravessar a superfície de separação

exatamente sobre a reta normal, isto é, se $\hat{i} = 0$. (mas ainda assim ocorre mudança na velocidade do raio de luz)

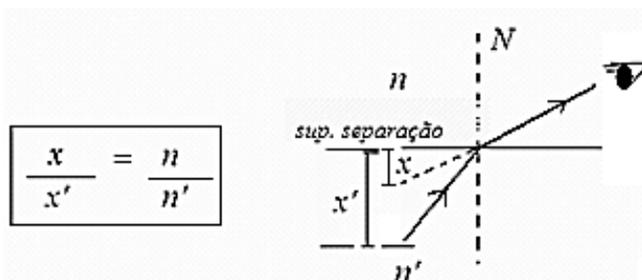
- Quando um raio de luz incide de um meio menos refringente para um mais refringente, sempre haverá refração.
- Quando um raio de luz incide de um meio mais refringente para um menos refringente, existe um ângulo máximo, no qual o raio refrata rasante à superfície de separação. Esse ângulo máximo é denominado ângulo limite, e é dado por:

$$\text{sen} \hat{L} = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}$$

Algumas relações importantes:

Dioptro Plano:

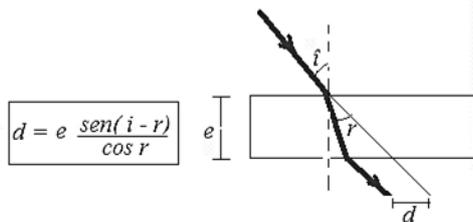
Um dioptro plano é qualquer superfície de separação regular plano. Exemplo: a superfície calma das águas de um lago. Num dioptro plano ar – água, um observador na superfície da água, observa objetos no interior da água como se estivessem mais próximos da superfície.



aqui, x representa a distância em que o objeto é visto em relação à superfície pelo observador; x' é a distância real, n é o índice de refração do meio onde se encontra o observador e n' é o índice de refração do meio onde se encontra o objeto.

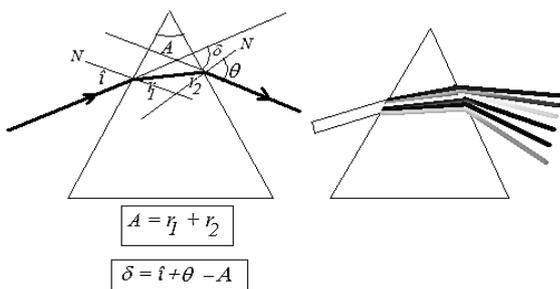
Lâmina de faces paralelas:

É um exemplo de dioptro duplo: ar – vidro/ vidro – ar. Um raio de luz ao atravessar a lâmina, sofre um desvio lateral d , que pode ser calculado pela relação.



Prisma:

É uma peça feita com um material de índice de refração diferente do ar, geralmente triangular, que faz com que um raio que incida em uma de suas faces sofra sucessivas refrações e/ou reflexões, fazendo com que o raio refratado ao sair do prisma, tenha um desvio angular em relação à direção original de propagação.

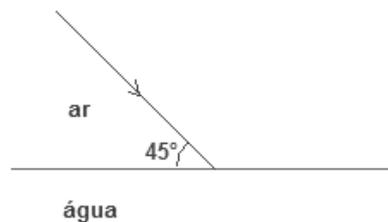


Podemos usar um prisma para decompor a luz branca, já que em um meio qualquer, cada cor possui sua própria velocidade, e portanto, em relação ao prisma, cada uma sentiria um índice de refração diferente. Desta forma, a cor vermelha que possui a maior velocidade, sofre o menor desvio, enquanto que a cor violeta (azul) sofre o maior desvio por possuir a menor velocidade.

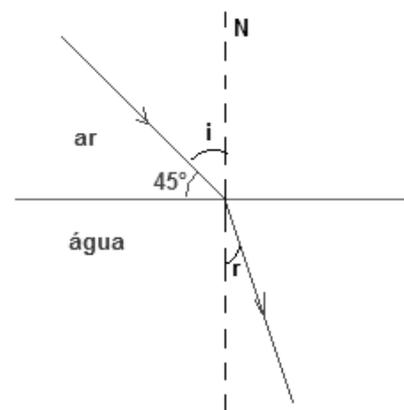
Vejamos dois exemplos práticos:

Exemplo 1- Um raio de luz propagando-se no ar ($n=1$) incide sobre uma superfície de separação plana entre o ar e a água ($n=\sqrt{2}$) fazendo um ângulo de 45° com a superfície. Determine o desvio angular sofrido por este raio de luz.

Vamos tentar visualizar o problema graficamente:



Devemos lembrar que os ângulos de incidência e refração são sempre calculados em relação à Normal e nunca diretamente com a superfície de separação. Desta forma, o ângulo de incidência vale 45° pois o ângulo entre o raio incidente e a normal também seria 45° , já que entre a normal e a superfície deve haver 90° . Como o raio vai de um meio de índice de refração menor para um de índice maior, o raio refratado se aproxima da normal, e portanto temos:



Podemos calcular r pela Lei de Snell:

$$n_1 \text{sen} i = n_2 \text{sen} r$$

$$(1) \text{sen} 45^\circ = \sqrt{2} \cdot \text{sen} r$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \cdot \text{sen}\hat{r}$$

$$\text{sen}\hat{r} = \frac{1}{2}$$

$$\hat{r} = 30^\circ$$

Já que o ângulo cujo seno é igual a $\frac{1}{2}$ é o ângulo de 30° . Desta forma, o raio sofre um desvio em sua trajetória de 15° .

Exemplo 2- Uma mancha de tinta foi feita no fundo de uma bacia contendo água cujo índice de refração vale $\sqrt{2}$. Percebe-se que a uma distância de 50 cm da vertical que passa pela mancha, a mesma não pode mais ser vista diretamente por um observador na superfície (ar, $n=1$). Determine a profundidade que se encontra a mancha.

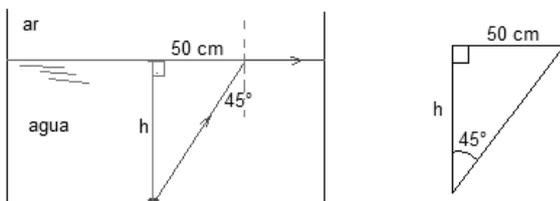
No momento em que o observador não consegue mais ver a mancha, o ângulo entre o raio que sai da mancha e a normal que passa pela superfície nesse ponto é igual ao ângulo limite. Assim:

$$\text{sen}\hat{L} = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}$$

$$\text{sen}\hat{L} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\hat{L} = 45^\circ$$

Desta forma, se $L=45^\circ$, temos a seguinte representação:



E usando a expressão para a tangente de um ângulo, temos finalmente:

$$\tan\theta = \frac{CO}{CA}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{50}{h}$$

$$h = \frac{50}{\tan 45^\circ}$$

$$h = 50 \text{ cm}$$

O que mostra que a profundidade da mancha é de 50 cm em relação à superfície.

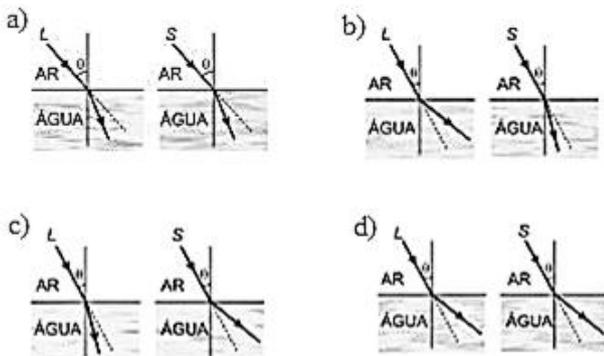
EXERCÍCIOS

- (AFA) Um ladrão escondeu seu roubo numa caixa pendurada por uma corda de 2,4 m de comprimento e amarrada na base de uma bóia de base circular. A bóia estava em águas de índice de refração $5/4$. De qualquer ponto da superfície era impossível a caixa ser vista devido à base da bóia, cujo raio mínimo era de:
 - 3,20 m
 - 1,40 m
 - 3,90 m
 - 2,60 m
- (AFA) A luz solar, ao atravessar um prisma de vidro, é separada em luzes de diversas cores, porque:
 - a transparência do material do prisma varia com a cor da luz incidente.
 - O índice de refração do material do prisma é diferente para luzes de cores diferentes.
 - A luz atravessa mais lentamente os meios mais densos.
 - O índice de refração do material do prisma depende da densidade do meio.
- O índice de refração de um certo meio é $\sqrt{2}$ para a luz vermelha e $\sqrt{3}$ para a violeta. Dois

raios luminosos monocromáticos, um vermelho e outro violeta, após propagarem-se no meio considerado, passam para o ar. O ângulo de incidência de ambos é de 30° . O ângulo formado pelos dois raios refratados entre si vale:

- a) 0°
- b) 15°
- c) 30°
- d) 45°
- e) 60°

4) (AFA) Considere uma superfície de separação plana e horizontal entre o ar e a água. Se uma onda luminosa (L) e uma onda sonora (S) incidem sobre essa superfície, com um ângulo de incidência θ , a opção que **MELHOR** ilustra a configuração física das ondas luminosa e sonora, que se refratam é:



5) (AFA) Um raio de luz monocromática incide na primeira face de um prisma, sob um ângulo de 0° com a normal, atravessando o prisma e saindo na segunda face. O prisma possui índice de refração igual a $\sqrt{2}$, ângulo de refração igual a 45° e está imerso no ar ($n=1$). Determine, respectivamente, o ângulo de refração na primeira face do prisma e o ângulo de emergência na segunda face.

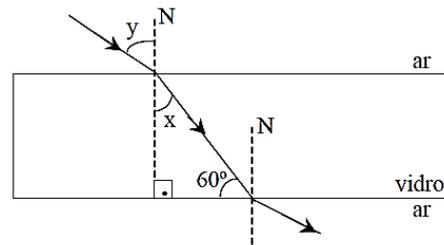
- a) 30° e 60° .
- b) 45° e 45° .
- c) 60° e 30° .
- d) 0° e 90° .

6) (AFA) Um raio de luz monocromático incide sobre a superfície de uma lâmina de vidro de faces paralelas, formando um ângulo y com a normal, conforme a figura. Sabendo que o ângulo de refração na primeira face vale x e

que o raio de luz que incide na segunda face forma com esta um ângulo de 60° , determine o valor de y .

Admita:

- A velocidade da luz no vácuo e no ar igual a c ;
- A velocidade da luz no vidro igual a $c/\sqrt{2}$;
- O índice de refração do ar igual a 1,0.

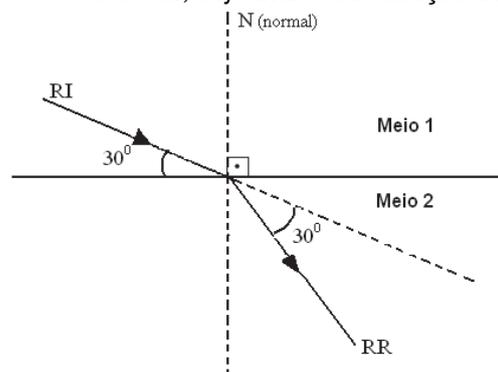


- a) 15°
- b) 30°
- c) 45°
- d) 60°

7) (EFOMM) Um raio de luz monocromática propaga-se no ar com velocidade de $3 \cdot 10^8$ m/s. Ao penetrar num bloco de vidro reduz sua velocidade de propagação para $2 \cdot 10^8$ m/s. O índice de refração desse vidro para esse raio luminoso vale

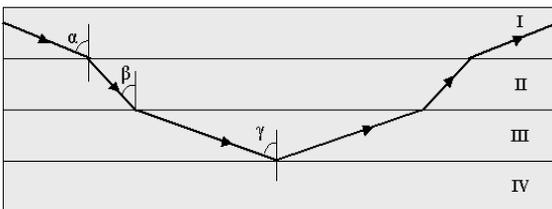
- a) $2/3$.
- b) 1,0.
- c) 1,5.
- d) 1500.

8) (EFOMM) Um raio de luz monocromática (RI) passa do meio 1 para o meio 2, sofrendo, em relação ao raio refratado (RR), um desvio de 30° , conforme mostrado na figura. Determine o índice de refração do meio 2, sabendo que o meio 1 é o ar, cujo índice de refração vale 1.



- a) $1/2$
- b) 2
- c) $\sqrt{3}$
- d) $\sqrt{3}/2$

9) (ESPCEX) A figura abaixo mostra a trajetória de um feixe de luz monocromático que vem de um meio I, atravessa os meios II e III, é totalmente refletido na interface dos meios III e IV. Os ângulos α , β e γ são os ângulos formados entre as normais às superfícies de separação dos meios e o feixe de luz monocromático, sendo $\alpha > \gamma > \beta$. Os meios são homogêneos, transparentes, estão em equilíbrio estático e as interfaces são planas e paralelas.

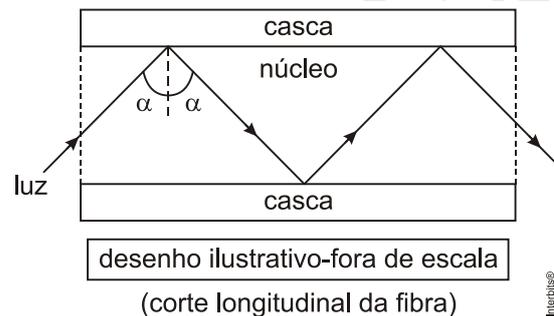


Sabe-se que o índice de refração absoluto do vidro é maior que o da água e que o índice de refração absoluto da água é maior que o do ar. Baseado nestas informações é correto afirmar que os meios I, II, III e IV podem ser, respectivamente:

- (A) ar, vidro, água e ar.
- (B) vidro, ar, água e vidro.
- (C) água, vidro, ar e água.
- (D) vidro, água, ar e vidro.
- (E) ar, água, vidro e ar.

10) (ESPCEX) Uma fibra óptica é um filamento flexível, transparente e cilíndrico, que possui uma estrutura simples composta por um núcleo de vidro, por onde a luz se propaga, e uma casca de vidro, ambos com índices de refração diferentes.

Um feixe de luz monocromático, que se propaga no interior do núcleo, sofre reflexão total na superfície de separação entre o núcleo e a casca segundo um ângulo de incidência α , conforme representado no desenho abaixo (corte longitudinal da fibra).



Com relação à reflexão total mencionada acima, são feitas as afirmativas abaixo.

- I. O feixe luminoso propaga-se do meio menos refringente para o meio mais refringente.
- II. Para que ela ocorra, o ângulo de incidência α deve ser inferior ao ângulo limite da superfície de separação entre o núcleo e a casca.
- III. O ângulo limite da superfície de separação entre o núcleo e a casca depende do índice de refração do núcleo e da casca.
- IV. O feixe luminoso não sofre refração na superfície de separação entre o núcleo e a casca.

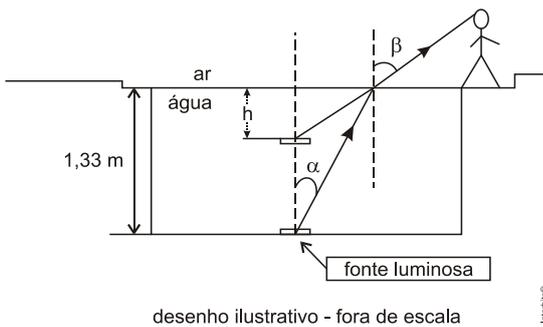
Dentre as afirmativas acima, as únicas corretas são:

- a) I e II
- b) III e IV

- c) II e III
- d) I e IV
- e) I e III

11) (ESPCEX) Uma fonte luminosa está fixada no fundo de uma piscina de profundidade igual a 1,33 m.

Uma pessoa na borda da piscina observa um feixe luminoso monocromático, emitido pela fonte, que forma um pequeno ângulo α com a normal da superfície da água, e que, depois de refratado, forma um pequeno ângulo β com a normal da superfície da água, conforme o desenho.



A profundidade aparente "h" da fonte luminosa vista pela pessoa é de:

Dados: sendo os ângulos α e β pequenos, considere $\text{tg}\alpha \cong \text{sen}\alpha$ e $\text{tg}\beta \cong \text{sen}\beta$.

índice de refração da água: $n_{\text{água}}=1,33$

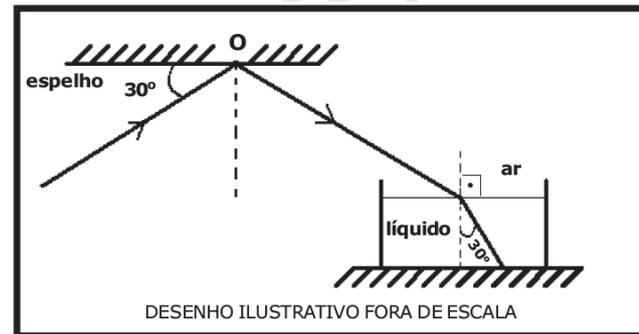
índice de refração do ar: $n_{\text{ar}}=1$

- a) 0,80 m
- b) 1,00 m
- c) 1,10 m
- d) 1,20 m
- e) 1,33 m

12) (Espcex – 2016) Um raio de luz monocromática propagando-se no ar incide no ponto O, na superfície de um espelho, plano e horizontal, formando um

ângulo de 30° com sua superfície. Após ser refletido no ponto O desse espelho, o raio incide na superfície plana e horizontal de um líquido e sofre refração. O raio refratado forma um ângulo de 30° com a reta normal à superfície do líquido, conforme o desenho abaixo. Sabendo que o índice de refração do ar é 1, o índice de refração do líquido é:

Dados: $\text{sen}30^\circ=1/2$ e $\text{cos}60^\circ=1/2$; $\text{sen}60^\circ=\text{cos}30^\circ=\sqrt{3}/2$.

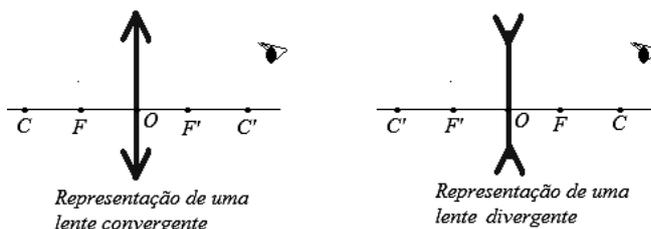
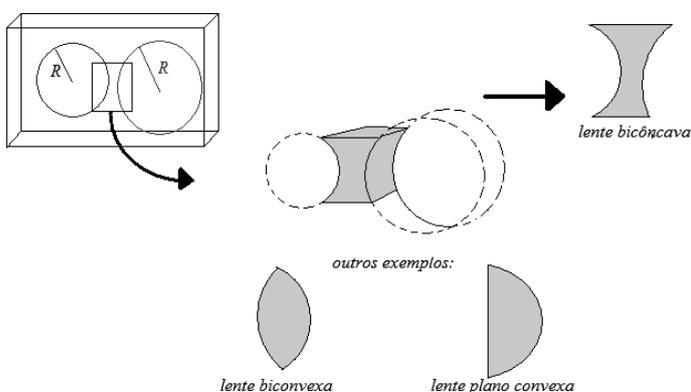


- a) $\sqrt{3}/3$
- b) $\sqrt{3}/2$
- c) $\sqrt{3}$
- d) $2\sqrt{3}/3$
- e) $2\sqrt{3}$

AULA 26 - LENTES ESFÉRICAS

Elementos Geométricos das Lentes Esféricas

Uma lente esférica é construída de forma semelhante ao caso dos espelhos esféricos. É constituída de um material de índice de refração diferente do ar, e cortada mantendo a simetria esférica. O nome da lente é dado respeitando o maior raio de curvatura. Por exemplo:



Representação de uma lente convergente

Representação de uma lente divergente

As lentes esféricas possuem propriedades semelhantes aos espelhos esféricos. São elas:

- 1- Todo raio de luz que incide numa lente esférica paralelamente ao seu eixo principal, refrata numa direção que passa pelo foco imagem.
- 2- Todo raio de luz que incide numa lente esférica numa direção que passa pelo foco objeto, refrata numa direção paralela ao eixo principal.
- 3- Todo raio de luz que incide na lente esférica numa direção que passa pelo centro óptico da lente, refrata sobre si próprio.

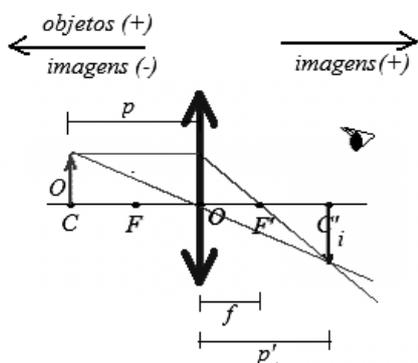
As lentes esféricas têm os mesmos elementos dos espelhos, com a diferença de que agora são duas faces esféricas, e portanto, temos dois centros de curvatura (ou pontos antiprincipais), dois focos (um do lado do observador (virtual) chamado foco imagem, e outro do lado do objeto (real), denominado foco objeto e o vértice nos espelhos, aqui é substituído pelo chamado centro óptico da lente.

As lentes podem convergir ou divergir um feixe de raios paralelos que incidirem em uma de suas faces. De acordo com o comportamento da lente, ela é chamada de lente convergente ou divergente. A mesma lente pode ser tanto convergente quanto divergente, dependendo do meio onde é imersa.

Estudo Analítico

É realizado da mesma forma que no caso dos espelhos esféricos. Apenas devemos ter em mente a regra de sinais:

- * Objetos (reais) sinal sempre positivo.
- * Imagens do lado do observador (reais), sinal positivo;
- * Imagens do lado do objeto (virtuais), sinal negativo.
- * Lentes divergentes: foco negativo.
- * Lentes convergentes: foco positivo.



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$A = \frac{i}{O}$$

$$A = \frac{-p'}{p}$$

Aqui A é o aumento linear, que representa quantas vezes a imagem é maior/ menor que o objeto. Devemos ter em mente o referencial de Gauss, que estabelece:

- $p' > 0$: imagem real (do lado do observador)
- $p' < 0$: imagem virtual (do lado do objeto)
- $|A| = 1$: imagem do mesmo tamanho do objeto.
- $|A| > 1$: imagem maior que o objeto.
- $|A| < 1$: imagem menor que o objeto.
- Sinal de A positivo: imagem direita.
- Sinal de A negativo: imagem invertida.

Fórmula dos Fabricantes de Lentes

É uma fórmula que relaciona os raios de curvatura da lente com o seu poder de convergência de acordo com o seu índice de refração.

$$\frac{1}{f} = \left[\frac{n_{\text{lente}}}{n_{\text{meio}}} - 1 \right] \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right]$$

Aqui R é o raio de curvatura de cada face. Se a face for convexa, usamos o sinal positivo; para a face côncava, usamos o sinal negativo.

Vergência:

A vergência de uma lente é o poder de convergência que ela possui. É definida de maneira bem simples por:

$$V = \frac{1}{f}$$

Para lentes divergentes, temos $f < 0$ e portanto, V é negativo. Caso tenhamos lentes convergentes, $V > 0$. A vergência pode ser dada em cm^{-1} , m^{-1} , etc. Caso a distância focal seja dada em metros, a unidade de vergência no SI é denominada dioptria (Di). Popularmente a dioptria é chamada de grau.

Vejamos alguns exemplos:

Exemplo 1 – Um objeto de 10 cm está colocado a 25 cm de uma lente convergente de distância focal 50 cm. Determine as características da imagem.

Podemos determinar as características da imagem usando a lei de Gauss para determinar a posição da imagem. Assim temos:

$$\begin{aligned} \frac{1}{f} &= \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \\ \frac{1}{50} &= \frac{1}{25} + \frac{1}{p'} \\ \frac{1}{50} - \frac{1}{25} &= \frac{1}{p'} \\ \frac{1-2}{50} &= \frac{1}{p'} \\ \frac{-1}{50} &= \frac{1}{p'} \end{aligned}$$

$$p' = -50 \text{ cm}$$

Podemos determinar o aumento linear pela expressão usual:

$$A = -\frac{p'}{p}$$

$$A = -\frac{(-50)}{25} = +2$$

Agora podemos determinar as características da imagem apenas analisando os resultados de p' e A . De p' podemos notar que seu valor é negativo, o que significa que a imagem está do lado do objeto, portanto virtual. O sinal de A , mostra que a imagem é direta e o valor 2, significa que a imagem é duas vezes maior que o objeto. Assim, as características da imagem são: virtual, maior e direta. Neste caso a lente está funcionando como uma lupa!

Exemplo 2 – Um sistema de lentes de um projetor artesanal pode ser entendido como uma fina lente convergente de distância focal igual a 5 cm. A que distância da lente deve estar uma tela para receber a imagem de um slide a 6 cm da lente?

A tela deve receber a imagem proveniente da passagem dos raios de luz emitidos pelo objeto (slide) na lente. Assim, a imagem deve ser real, e a distância da tela à lente seria a distância da imagem à lente (p'). Desta forma temos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{6} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{5} - \frac{1}{6} = \frac{1}{p'}$$

$$\frac{6 - 5}{30} = \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{30} = \frac{1}{p'}$$

$$p' = 30 \text{ cm}$$

Assim, a tela deve ser colocada a 30 cm da lente para que a imagem seja bem focalizada.

EXERCÍCIOS

- 1) (EFOMM) Um objeto real é colocado perpendicularmente ao eixo principal de uma lente delgada e a distância do objeto à lente é de 10 cm. A imagem conjugada por esta lente é real e seu tamanho é 4 vezes maior que o do objeto. Portanto, trata-se de uma lente _____ e cuja vergência vale _____ di. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto acima.
 - a) convergente; 12,5
 - b) divergente; 0,125
 - c) convergente; 2,0
 - d) divergente; 8,0
- 2) (AFA) Uma lupa é basicamente uma lente convergente, com pequena distância focal. Colocando-se um objeto real entre o foco objeto e a lente, a imagem obtida será:
 - a) real, direita e maior.
 - b) virtual, direita e maior.
 - c) real, invertida e menor.
 - d) virtual, invertida e menor.
- 3) (EEAER) Uma lente plano-convexa, constituída de vidro ($n=1,5$), imersa no ar ($n=1$), possui um raio de curvatura igual a 20 cm. Dessa forma, trata-se de uma lente _____, com distância focal igual a _____ cm. Dentre as alternativas abaixo, assinale aquela que preenche corretamente a frase anterior.
 - a) divergente, 20
 - b) divergente, 40
 - c) convergente, 20
 - d) convergente, 40
- 4) Uma lente plano-convexa tem o raio de curvatura da face convexa igual a 20 cm. Sabendo que a lente está imersa no ar ($n=1$) e que sua convergência é de 2,5 di, determine

o valor do índice de refração do material que constitui essa lente.

- a) 1,25
- b) 1,50
- c) 1,75
- d) 2,00

5) (EEAER) Foram justapostas duas lentes, uma de distância focal igual a 5 cm e outra de convergência igual a -4 di. A distância focal da associação destas lentes, em centímetros, é dada por:

- a) 6,25
- b) 20,0
- c) $-1,00$
- d) $-20,0$

6) (EFOMM) Um filatelista utiliza uma lupa para ampliar em 5 vezes um selo colocado a 4 cm do centro óptico da lente. Para que isto ocorra a lupa deve ser constituída de uma lente _____ de _____ dioptrias. Dentre as alternativas abaixo, assinale aquela que preenche corretamente o texto acima.

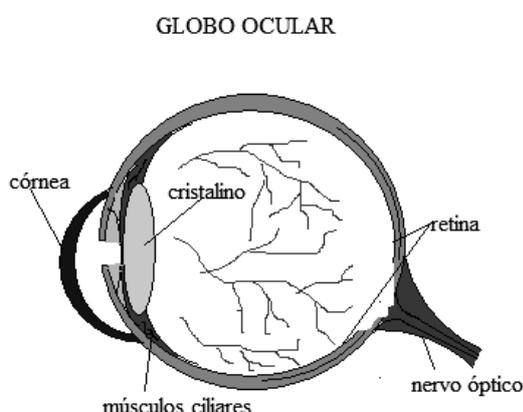
- a) divergente; 5
- b) divergente; 20
- c) convergente; 5
- d) convergente; 20

7) (ESPCEX) Um objeto é colocado sobre o eixo principal de uma lente esférica delgada convergente a 70 cm de distância do centro óptico. A lente possui uma distância focal igual a 80 cm. Baseado nas informações anteriores, podemos afirmar que a imagem formada por esta lente é:

- [A] real, invertida e menor que o objeto.
- [B] virtual, direita e menor que o objeto.
- [C] real, direita e maior que o objeto.
- [D] virtual, direita e maior que o objeto.
- [E] real, invertida e maior que o objeto.

AULA 27 - ÓPTICA DA VISÃO

O olho humano funciona como uma câmara escura de orifício. Nosso olho é um sofisticadíssimo sistema de lentes e sensores, capazes de absorver a radiação visível e transformá-la em imagens no nosso cérebro. Do ponto de vista da física, o olho humano pode ser descrito de maneira simples pelos seguintes componentes:

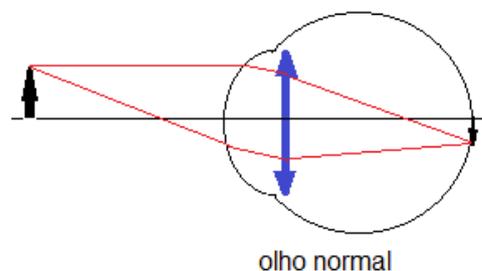


A luz proveniente de uma fonte penetra no olho através da córnea, uma membrana fina e transparente e avascularizada. Sua curvatura é responsável por 2/3 da convergência no olho. Ao passar pela córnea a luz chega até a íris, um conjunto de músculos circulares que se contraem e dilatam, de forma a controlar a entrada da luz por um orifício denominado pupila.

Ao penetrar no olho, a luz passa pelo cristalino, um sistema de finas membranas superpostas e transparentes, que formam uma lente convergente, responsável por focalizar a imagem no fundo do olho, sobre a retina, uma região formada por milhões de células foto-receptoras, capazes de converter a luz que chega até ela, em impulsos elétricos que são enviados ao cérebro, que traduz esses impulsos em imagens.

A imagem formada no interior do olho é invertida em relação ao objeto, de maneira

semelhante a uma máquina fotográfica. Para ficar nítida, a imagem deve ser formada exatamente sobre a retina o que não acontece em alguns casos, como veremos agora.

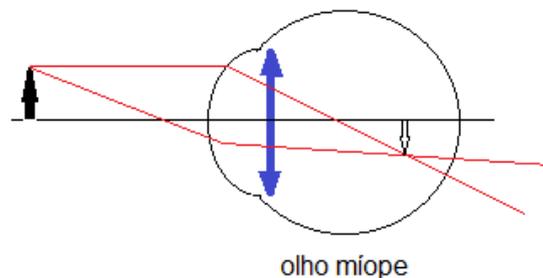


Uma pessoa com visão normal pode enxergar objetos situados desde uma distância média convencional de 25 cm (**ponto próximo**) até o infinito (**ponto remoto**).

Defeitos de visão:

Miopia

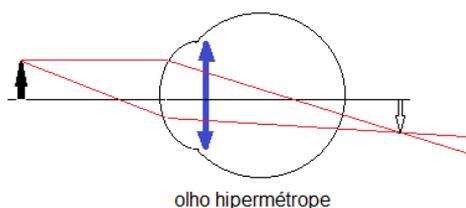
É uma doença do olho, no qual o globo ocular é mais alongado que o normal, formando a imagem antes da retina. A correção pode ser feita utilizando lentes divergentes, que fazem com que os raios provenientes do infinito (paralelos) emirjam como se proviessem do ponto remoto. Desta forma o foco imagem da lente deve coincidir com o ponto remoto do olho.



$$f = -p_R$$

Hipermetropia

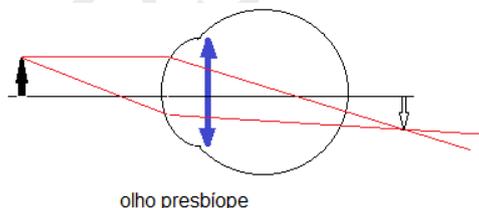
É uma doença na qual o globo ocular é mais curto que o normal e a imagem se forma após a retina. A correção pode ser feita usando lentes convergentes que fazem com que um objeto situado a 25 cm, forneça uma imagem situada no ponto próximo do olho.



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{p_p}$$

Presbiopia

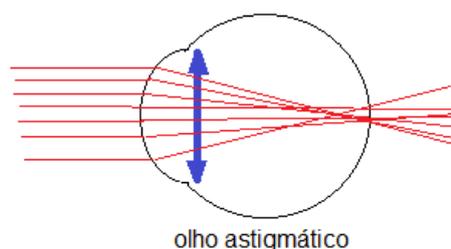
É uma doença na qual o olho embora de tamanho normal, forma imagens após a retina. A diferença é que esse defeito é causado por um enrijecimento do cristalino, que com o passar do tempo acaba perdendo seu poder de convergência. É também chamada de vista cansada. A correção pode ser feita usando lentes convergentes.



Astigmatismo

É uma doença na qual, os raios de luz paralelos que penetram no olho, não convergem

todos para o foco imagem do cristalino (olho). A sensação é de uma visão embaçada. Isto ocorre devido a uma má curvatura da córnea (mais comum) ou do cristalino. A correção pode ser feita usando lentes cilíndricas.



Vejamos um exemplo:

Exemplo 1 - Uma pessoa míope tem o seu ponto remoto a 4m do olho. Qual a vergência e a distancia focal da lente que corrige este defeito?

Uma pessoa com miopia forma as imagens antes da retina, desta forma a lente que corrige o defeito é divergente, para “espalhar” os raios na direção da retina. No míope o ponto remoto é finito e próximo ao olho. Como vimos, a distância focal da lente que corrige o defeito é dada por:

$$f = -p_R$$

$$f = -4 \text{ m}$$

Sendo assim, a vergência da lente que corrige o defeito vale:

$$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{-4} = -0,25 \text{ di}$$

Ou seja, a lente deve ser divergente e de 0,25 dioptrias (ou graus).

Exemplo 2 - Uma pessoa hipermetrope tem seu ponto próximo situado a 50 cm da vista. Para que possa enxergar nitidamente objetos situados a 25 cm de distância, determine a vergência da lente que deve usar.

Admitindo que a distância que separa a lente do olho é desprezível, a lente deve fornecer uma

imagem no ponto próximo do olho (50 cm) de um objeto situado a 25 cm. Assim temos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{25} + \frac{1}{(-50)}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{2-1}{50} = \frac{1}{50}$$

$$f = 50 \text{ cm}$$

Aqui usamos o sinal negativo para p' pois a imagem deve ser virtual. A vergência é dada pelo inverso da distância focal em metros. Assim, temos:

$$V = \frac{1}{f}$$

$$V = \frac{1}{0,5}$$

$$V = 2 \text{ di}$$

Ou dois graus (popularmente usado).

EXERCÍCIOS

- 1) (EEAER) Uma pessoa para ler um jornal, precisa colocá-lo à distância de 50 cm; se quiser lê-lo à distância de 25 cm, deverá utilizar óculos com lentes esféricas de distância focal:
- 50 cm
 - 25 cm
 - 50 cm
 - 25 cm
 - 20 cm
- 2) Para que os raios luminosos sempre converjam na retina, os músculos ciliares, que garantem também sustentação mecânica ao globo ocular, podem contrair-se variando a curvatura das faces do cristalino. Quando um objeto se aproxima do olho, o cristalino:
- atua como lente convergente e os músculos ciliares ficam relaxados.
 - atua como lente divergente e os músculos ciliares vão se contraindo, diminuindo a distância focal do cristalino.
 - atua como lente convergente e os músculos ciliares vão se contraindo, diminuindo a distância focal do cristalino.
 - atua como lente divergente e os músculos ciliares ficam relaxados.
- 3) (AFA) Das afirmações abaixo a respeito do olho humano e dos defeitos da visão:
- A forma do cristalino é modificada com o auxílio dos músculos ciliares.
 - A miopia pode ser corrigida com o uso de lentes divergentes.
 - A hipermetropia é um defeito da visão que se deve ao alongamento do globo ocular em relação ao comprimento normal.
- São corretas:
- I e II
 - I e III
 - II e III
 - I, II e III
- 4) (AFA) A miopia e o estrabismo são defeitos da visão que podem ser corrigidos usando, respectivamente, lentes
- convergente e prismática.
 - convergente e cilíndrica.
 - divergente e prismática.
 - divergente e cilíndrica.
- 5) (ESPCEX) Um estudante foi ao oftalmologista, reclamando que, de perto, não enxergava bem. Depois de realizar o exame, o médico explicou que tal fato acontecia porque o ponto próximo da vista do rapaz estava a uma distância superior a 25 cm e que ele, para corrigir o problema, deveria usar óculos com "lentes de 2,0 graus", isto é, lentes possuindo vergência de 2,0 dioptrias.

Do exposto acima, pode-se concluir que o estudante deve usar lentes

- a) divergentes com 40 cm de distância focal.*
- b) divergentes com 50 cm de distância focal.*
- c) divergentes com 25 cm de distância focal.*
- d) convergentes com 50 cm de distância focal.*
- e) convergentes com 25 cm de distância focal.*

CURSO CIDADE - ESPCEX

AULA 28 - MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES

O M.H.S. (Movimento Harmônico Simples) é um tipo de movimento periódico, isto é, um movimento que se repete em intervalos de tempos iguais. Além de ser um movimento periódico, para ser considerado MHS, o movimento deve se dar em uma trajetória retilínea.

Todo movimento periódico deve possuir um tempo de repetição denominado **período** (T). O número de repetições que ocorrem em um determinado intervalo de tempo é chamado: **frequência** (f). O período e a frequência se relacionam pela expressão:

$$T = \frac{1}{f}$$

Onde a frequência pode ser determinada pela expressão:

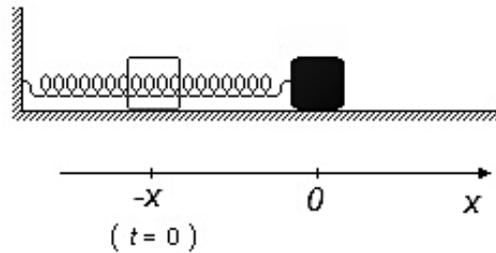
$$f = \frac{\text{n}^\circ \text{ de repetições}}{\text{tempo}}$$

Note que a unidade de frequência é um número por uma unidade de tempo, por exemplo: rotações por minuto (r.p.m.) ou ciclos por segundo (1/s). A unidade “por segundo” ou s^{-1} é denominada Hertz (Hz) e será a unidade de frequência adotada no S.I.

Podemos estudar dois casos como exemplos de um M.H.S. são eles: O sistema massa mola e o pêndulo simples.

Sistema Massa-Mola

No sistema massa mola, um corpo de massa m está preso à uma mola de constante k posto à oscilar na ausência de qualquer força dissipativa. Isto faz com que toda energia inicial dada ao sistema seja conservada e fique “presa” no sistema que oscilaria eternamente nestas condições, se deixado livre.



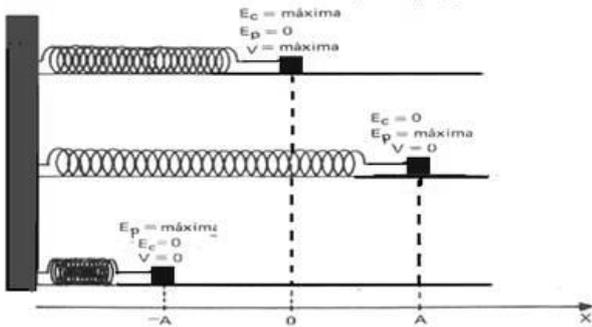
Tudo começa quando uma força externa comprime ou distende a mola de sua posição de equilíbrio O , armazenando uma energia potencial na mola. Ao liberar o sistema, este passa a oscilar entre as posições $+x$ e $-x$ denominadas alongação. Quando a alongação é máxima, ou seja, o corpo atinge o ponto de retorno, chamamos esta posição de amplitude do movimento (A).

Ao ser abandonado da posição $-x$, a mola passa a transferir sua energia armazenada (potencial) para o bloco que passa a se mover com uma velocidade v . Como uma força elástica atua no bloco, este descreve um movimento acelerado, mas cuidado, não se trata de um MUV já que a força é variável e, portanto, a aceleração do bloco também.

Quando o corpo passa pela posição O , a mola se encontra na sua posição de equilíbrio, ou seja, nem distendida nem comprimida, o que faz com que nenhuma energia esteja na mola e sim no bloco que neste momento, possui velocidade máxima (ponto de maior energia cinética).

Desta forma podemos notar que no movimento de vai e vem do bloco, nos extremos sua energia potencial é máxima e a energia cinética é mínima (o corpo para) e no centro, sua energia potencial é mínima (zero) e a cinética é máxima.

Note que em qualquer ponto do movimento, a energia total (cinética + potencial) deve ser constante, ou seja, a energia mecânica do movimento se conserva.



As equações para esse tipo de movimento são:

■ **Período do movimento:**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Onde m é a massa do bloco e k é a constante elástica da mola. Note que o período não depende da amplitude do movimento!

A energia mecânica do sistema é constante e as energias cinética e potencial do sistema são dadas pelas mesmas expressões usadas no capítulo de energia, são elas:

■ **Energia cinética (K):**

$$K = m \cdot \frac{v^2}{2}$$

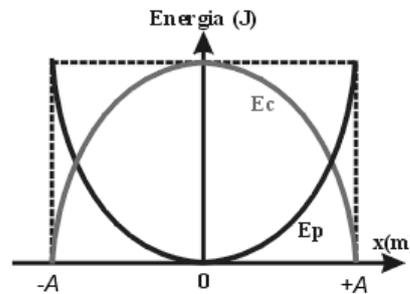
■ **Energia Potencial (U):**

$$U = k \cdot \frac{x^2}{2}$$

E ainda lembrando que no ponto máximo $x=A$, a energia potencial máxima do sistema, ou ainda, a energia total do MHS, pode ser dada por:

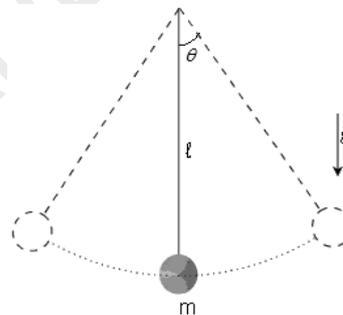
$$U_{MÁX} = k \cdot \frac{x^2}{2}$$

A curva de energia potencial em função da amplitude do bloco é uma parábola!



■ **Pêndulo simples**

O pêndulo simples pode ser considerado como um outro exemplo de MHS, embora de uma maneira geral sua trajetória não seja retilínea. Neste caso, tomamos o ângulo θ muito pequeno, de forma que sua trajetória nesse caso seja praticamente retilínea.



Sendo assim, o movimento de vai e vem do corpo de massa m preso a um fio de comprimento l , se dá praticamente sobre uma reta e o período do movimento (MHS) pode ser dado de forma semelhante ao do caso massa-mola, ou seja:

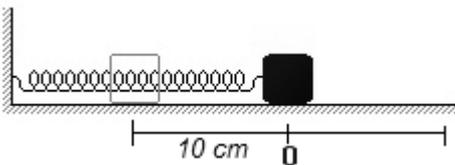
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Onde podemos notar que o período de um pêndulo simples independe da massa do objeto e da amplitude do movimento (desde que θ seja pequeno!).

Vejamos alguns exemplos:

Exemplo 1 – Um corpo de massa $m=2$ kg está preso a uma mola de constante elástica $k= 50$ N/m. Por meio de uma força externa, a mola é comprimida 10 cm e o conjunto é abandonado, começando a oscilar num MHS sem a presença de forças dissipativas. Nestas condições, determine:

- a) O período do movimento.
- b) A amplitude de oscilação do movimento.
- c) Após quanto tempo a contar do instante em que o bloco é abandonado, ele retornará a essa mesma posição?



- a) Para determinarmos o período de um sistema massa-mola, basta aplicarmos diretamente a relação:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2}{50}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{25}} = \frac{2 \cdot \pi}{5} \approx 1,25 \text{ s}$$

- b) A amplitude de oscilação é a distancia entre os extremos e o ponto de equilíbrio da mola. Neste caso, como a mola inicialmente foi comprimida 10 cm, o corpo oscilará entre esta posição e a posição 10 cm à frente de O. Assim, a amplitude $A= 10$ cm.

- c) Ao ser abandonado, o corpo passa a oscilar entre $-A$ e $+A$. O tempo em que o corpo retorna à mesma posição após um ciclo completo é o período do corpo, portanto 1,25 s aproximadamente.

Exemplo 2 – Um relógio de pêndulo é calibrado no frio inverno gaúcho. Considerando que o período desse relógio é dado por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Onde L é o comprimento do pêndulo e g é a aceleração local da gravidade, pergunta-se:

- a) Esse relógio atrasará ou adiantará quando transportado para o quente verão nordestino?
- b) Se o relógio for transportado do Nordeste para a superfície da Lua, nas mesmas condições de temperatura, ele atrasará ou adiantará?

- a) Note que o período do relógio é o mesmo de um pêndulo simples e sendo assim, depende apenas do comprimento do fio e da gravidade local. No caso em questão, ao ser transportado para o quente verão nordestino, a temperatura aumenta, e desta forma o fio se dilata aumentando o valor de L . Se L aumenta, o período aumenta e desta forma o tempo de vai e vem do pêndulo será maior, o que fará com que o relógio atrase!

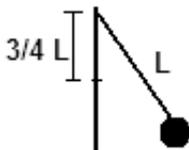
- b) Ao ser transportado para a Lua nas mesmas condições de temperatura, o comprimento do fio será o mesmo, porém, como a gravidade lunar é menor que a terrestre, o valor de g diminuiria fazendo com que o valor na

raiz seja maior, desta forma o período do pêndulo aumentaria, fazendo com que novamente o relógio atrasasse.

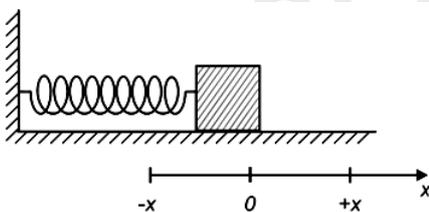
EXERCÍCIOS

1) (ITA) Um pêndulo simples oscila com um período de 2,0 s. Se cravarmos um pino a uma distância $3L/4$ do ponto de suspensão e na vertical que passa por aquele ponto, como mostrado na figura, qual será o novo período do pêndulo? Desprezar os atritos. Considere ângulos pequenos tanto antes quanto depois de atingir o pino.

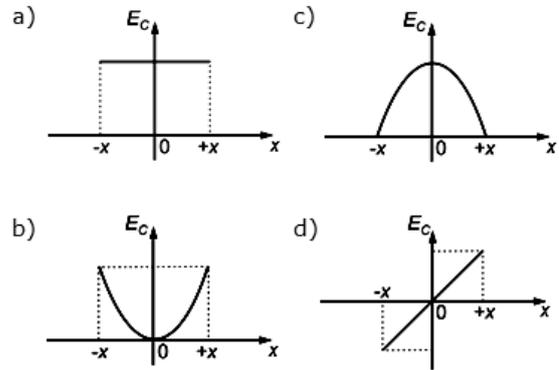
- a) 1,5 s
- b) 2,7 s
- c) 3,0 s
- d) 4,0 s
- e) o período não se altera



2) (AFA) Um bloco ligado a uma mola presa a uma parede oscila em torno de 0, sobre uma superfície sem atrito, como mostra a figura.

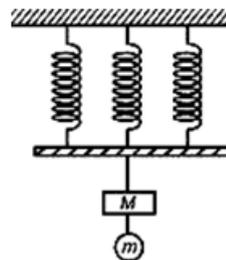


O gráfico que **MELHOR** representa a energia cinética E_c em função de x é:



3) (AFA) Considere o sistema apresentado na figura abaixo formado por um conjunto de três molas ideais e de constantes elásticas iguais acopladas em paralelo e ligadas por meio de uma haste de massa desprezível a um segundo conjunto, formado por duas massas M e m , tal que $M = 2m$. Considere, ainda, que o sistema oscila verticalmente em MHS (movimento harmônico simples) com frequência f_1 . Se o fio ideal que une a massa m ao sistema for cortado simultaneamente com a mola central da associação de molas, o sistema passará a oscilar com uma nova frequência f_2 , tal que a razão f_2/f_1 seja:

- a) $1/2$
- b) 1
- c) 2
- d) $2/3$

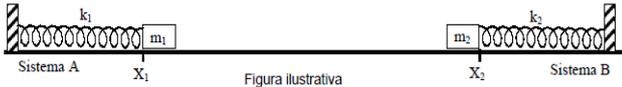


4) (ESPCEX) Em um sistema massa-mola ideal, sem forças dissipativas, a frequência de oscilação f de uma massa m é dada por

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

onde k representa a constante elástica da mola. Nos sistemas A e B representados abaixo, as forças dissipativas são nulas, as molas são ideais, X_1 e X_2

representam a posição de alongação máxima das molas e as massas m_1 e m_2 são iguais. Para que a situação indicada na figura se repita a cada 3 oscilações do sistema A e 2 oscilações do sistema B, a razão entre k_1 e k_2 é igual a:



- [A] 0,667.
- [B] 1,500.
- [C] 0,444.
- [D] 1,120.
- [E] 2,250.

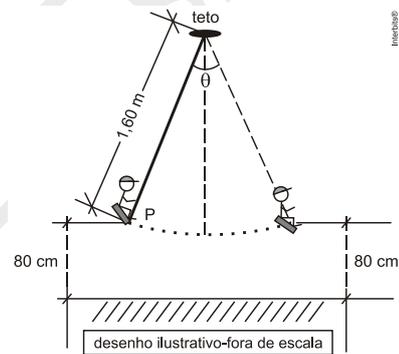
5) (ESPCEX) Um objeto preso por uma mola de constante elástica igual a 20 N/m executa um movimento harmônico simples em torno da posição de equilíbrio. A energia mecânica do sistema é de 0,4 J e as forças dissipativas são desprezíveis. A amplitude de oscilação do objeto é de:

- [A] 0,1 m
- [B] 0,2 m
- [C] 1,2 m
- [D] 0,6 m
- [E] 0,3 m

6) (ESPCEX) Uma mola ideal está suspensa verticalmente, presa a um ponto fixo no teto de uma sala, por uma de suas extremidades. Um corpo de massa 80 g é preso à extremidade livre da mola e verifica-se que a mola desloca-se para uma nova posição de equilíbrio. O corpo é puxado verticalmente para baixo e abandonado de modo que o sistema massa-mola passa a executar um movimento harmônico simples. Desprezando as forças dissipativas, sabendo que a constante elástica da mola vale 0,5 N/m e considerando $\pi = 3,14$, o período do movimento executado pelo corpo é de:

- [A] 1,256 s
- [B] 2,512 s
- [C] 6,369 s
- [D] 7,850 s
- [E] 15,700s

7) (ESPCEX) Uma criança de massa 25 kg brinca em um balanço cuja haste rígida não deformável e de massa desprezível, presa ao teto, tem 1,60 m de comprimento. Ela executa um movimento harmônico simples que atinge uma altura máxima de 80 cm em relação ao solo, conforme representado no desenho abaixo, de forma que o sistema criança mais balanço passa a ser considerado como um pêndulo simples com centro de massa na extremidade P da haste. Pode-se afirmar, com relação à situação exposta, que



Dados: intensidade da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$

considere o ângulo de abertura não superior a 10° .

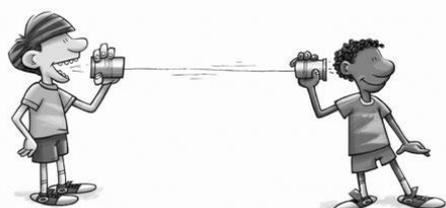
- [A] a amplitude do movimento é 80 cm.
- [B] a frequência de oscilação do movimento é 1,25 Hz.
- [C] o intervalo de tempo para executar uma oscilação completa é de $0,8\pi$ s.
- [D] a frequência de oscilação depende da altura atingida pela criança.
- [E] o período do movimento depende da massa da criança.

AULA 29 - ONDAS

Ondas são perturbações produzidas num meio e que se propagam através dele transportando **energia**. Ondas transportam energia entre dois pontos do meio sem que haja o transporte de matéria entre esses pontos. As ondas podem se deslocar ao longo de uma única direção (linha) no caso são chamadas **unidimensionais**, como ondas produzidas numa corda esticada. Podem se propagar ao longo de um plano como uma mesa ou na superfície da água, e serem chamadas de **bidimensionais**, ou ainda, se propagar nas três dimensões como no caso do som, denominadas **tridimensionais**.

Quanto à sua natureza, as ondas podem ser classificadas como: mecânicas e eletromagnéticas.

As ondas **mecânicas** são aquelas que necessitam obrigatoriamente de um meio material para se propagar, como o som por exemplo.

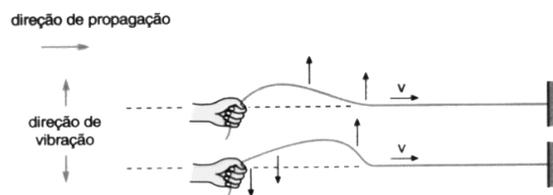


Já as ondas **eletromagnéticas** podem se propagar mesmo na ausência de um meio material, a luz por exemplo.

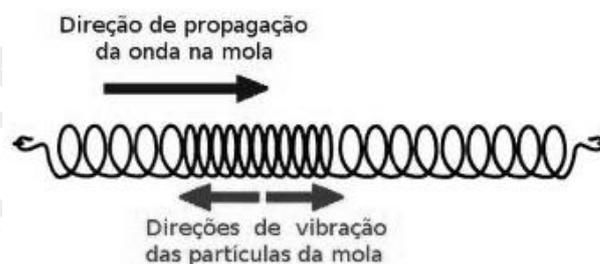
Dependendo da forma de vibração, as ondas podem ser classificadas em: transversais, longitudinais e mistas.

As ondas **transversais** são aquelas em que cada ponto do meio vibra numa direção e a propagação da onda se dá numa direção perpendicular à de vibração. Por exemplo, ao produzirmos ondas em uma corda horizontalmente esticada, cada ponto da corda vibra para cima e para baixo (vertical), enquanto o pulso se desloca ao longo da corda,

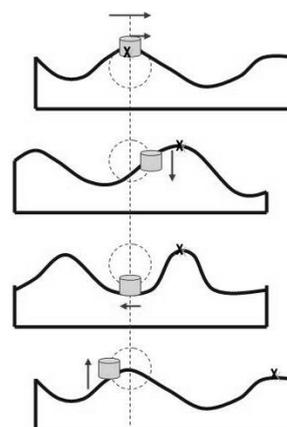
(horizontalmente). A luz também é um exemplo de uma onda transversal.



Já as ondas **longitudinais**, são aquelas em que a direção de propagação é a mesma de vibração dos pontos do meio. Numa mola helicoidal, quando colocamos a mola para vibrar ao longo de seu comprimento, temos um exemplo de onda longitudinal. O som também é um exemplo de uma onda longitudinal.



Quando a propagação da onda se dá tanto de forma longitudinal quanto transversal, dizemos que trata-se de uma onda **mista**. Um exemplo de onda mista são as ondas do mar, que fazem com que um corpo na superfície seja "jogado" para frente e para trás ao mesmo tempo em que é jogado para cima e para baixo, quando da passagem da onda.



Propagação de um pulso em meios unidimensionais

Como vimos, uma corda pode ser considerado um meio unidimensional para passagem de uma onda. Desta forma, ao esticarmos uma corda entre dois pontos, teremos uma tração T na mesma. Um pulso produzido nessa corda teria uma velocidade constante dada por:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Onde μ é a densidade linear da corda, dada por:

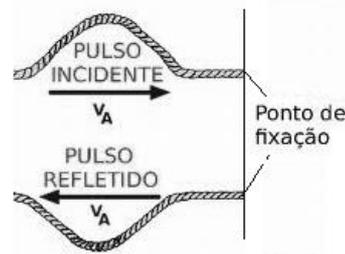
$$\mu = \frac{m}{L}$$

Onde L é o comprimento da corda. Note que a velocidade de um pulso numa corda (onda) depende apenas das condições do meio!!

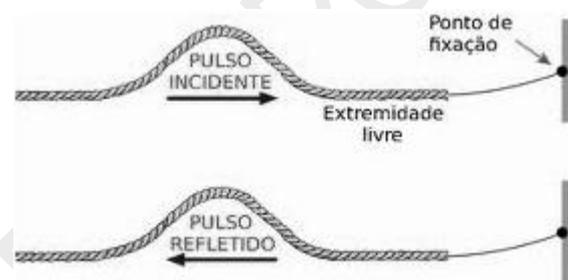
Reflexão e Refração de pulsos

Da mesma forma como vimos em óptica, a luz ao encontrar um obstáculo poderia tanto ser refletida como refratada. A luz é uma onda, desta forma, outros tipos de onda também devem fazê-lo. Um pulso se deslocando ao longo de uma corda esticada também pode sofrer tanto reflexão quanto refração ao encontrar um "obstáculo". Vejamos como isso acontece.

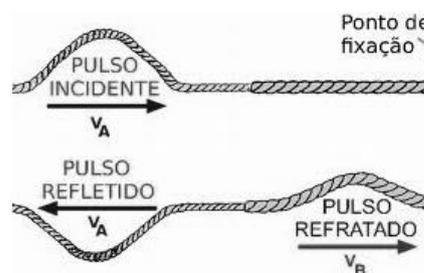
Reflexão: Ocorre quando o pulso viajando numa corda cuja extremidade esteja fixa, ao colidir, volta com a mesma velocidade em módulo, porém com a fase invertida.



Quando o pulso encontra uma extremidade móvel, um anel amarrado a uma corda e deslizando sobre um bastão liso por exemplo, ele volta com a mesma velocidade em módulo e com a mesma fase inicial.



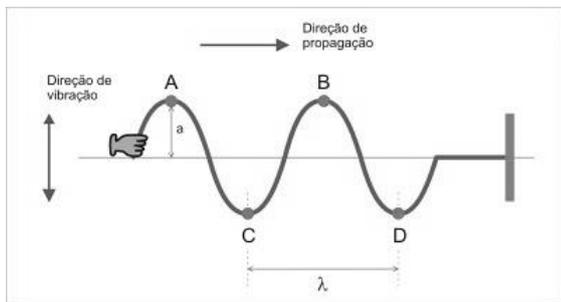
Refração: Ocorre quando um pulso viajando em um meio, encontra uma superfície de separação para um outro meio (uma corda grossa para uma corda fina por exemplo). Neste caso, teremos dois pulsos, um refratado (que segue o caminho do pulso original) e um pulso refletido (que retorna na direção inicial do movimento e com a mesma velocidade do pulso original). A fase do pulso refletido dependerá do sentido do pulso original, ou seja, se está indo de um meio mais denso para o menos denso e vice-versa.



Ondas Periódicas

Ao produzirmos sucessivos pulsos de ondas ao longo de uma corda, de uma forma constante, isto

é, com a mesma frequência, esse trem de ondas passa a se deslocar ao longo da corda, produzindo pontos de mesma amplitude ao longo da corda e formando uma figura bem definida.



Nas ondas que se propagam ao longo da corda, os pontos mais altos são comumente chamados de cristas e os pontos mais baixos de vales. A distância entre duas cristas sucessivas ou dois vales sucessivos é exatamente o comprimento do pulso produzido numa repetição, período. Assim essa distância é denominada comprimento de onda, representado por λ . Assim, a velocidade das ondas ao longo da corda (constante), pode ser dada por:

$$v = \lambda \cdot f$$

Onde f é a frequência dos pulsos na corda, ou seja, a frequência da própria fonte que produz os pulsos. Podemos escrever a equação acima em função do período da onda, ou seja:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

Como uma onda é uma perturbação que se propaga num meio com um determinado período, costumamos determinar a posição ao longo do eixo y de um ponto da corda num determinado instante, fazendo uso de uma função cosseno, que também é uma função periódica, oscila sempre entre $-1 \leq \cos \theta \leq 1$. Desta forma, a **função de onda** é dada por:

$$y = A \cdot \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) + \varphi_0 \right]$$

Onde A é a amplitude da onda, T o período, t o instante em que se deseja saber a posição y , x a posição do ponto ao longo do eixo x e φ_0 é a chamada fase inicial da onda, usada para “calibrar” a sua função, já que podemos escolher como instante inicial, qualquer valor que se queira.

Caso Bidimensional

Ondas bidimensionais possuem as mesmas propriedades vistas no caso unidimensional. O que muda, é que fazemos uso de uma visualização diferente do problema, ao invés de considerarmos um ponto da corda, supomos o pulso vibrando num lençol por exemplo, desta forma toda uma área do lençol vibraria simultaneamente. Essa região de vibração é chamada **frente de onda**.

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1- Um garoto produz vibrações de 0,2s em 0,2 s na extremidade livre de uma corda esticada, cujo comprimento é 10m. O tempo que cada crista da onda gerada leva para atingir a outra extremidade fixa é 4,0 s. O comprimento de onda das ondas assim formadas é:

- a) 10 cm
- b) 2 cm
- c) 40 cm
- d) 50 cm

Podemos notar pelo enunciado que se o garoto produz vibrações a cada 0,2s, isso equivale ao período da fonte (garoto). Como o período da fonte é o mesmo da onda temos que $T = 0,2s$. A velocidade das ondas na corda só depende do meio (corda) e é constante. Sendo assim temos:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$v = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ m/s}$$

Como a velocidade da onda pode ser calculada em função do período também, temos que:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

$$2,5 = \frac{\lambda}{0,2}$$

$$\lambda = 2,5 \cdot 0,2 = 0,5 \text{ m}$$

$$\lambda = 50 \text{ cm}$$

resposta letra “d”.

Exemplo 2- Uma onda se propaga de acordo com a função $y = A \cos(bt - ax)$, onde $a=8,0 \text{ m}^{-1}$ e $b=2,0 \cdot 10^2 \text{ rad/s}$. Determine o período da onda e o seu comprimento.

Como vimos, a função de onda é dada pela equação:

$$y = A \cdot \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \right]$$

Assim devemos colocar a função dada na forma acima, ou seja, vamos reescrever a equação da seguinte forma:

$$y = A \cdot \cos \left[\left(2\pi \frac{t}{T} - 2\pi \frac{x}{\lambda} \right) \right]$$

Sendo assim, podemos comparar a equação acima com a equação dada no enunciado, ou seja:

$$y = A \cdot \cos[(bt - ax)]$$

Desta forma, fica fácil notar que:

$$b = \frac{2\pi}{T} \quad \text{e} \quad a = \frac{2\pi}{\lambda}$$

O período é então calculado pela primeira relação:

$$b = \frac{2\pi}{T}$$

não se altera

$$T = \frac{2\pi}{b} = \frac{2\pi}{2 \cdot 10^2} = \pi \cdot 10^{-2} = 3,1 \times 10^{-2} \text{ s}$$

O comprimento da onda pode ser dado por:

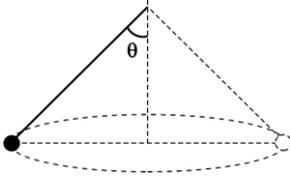
$$a = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{a} = \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4} = 0,8 \text{ m}$$

EXERCÍCIOS

- 1) Ondas periódicas propagam-se na superfície da água. Um observador em repouso registra a passagem de uma crista de onda a cada 0,50 s. Quando o observador se move no sentido contrário ao da propagação das ondas, com velocidade de 12 cm/s, observa-se a passagem de uma crista de onda a cada 0,20 s. Com base nesses dados, pode-se afirmar corretamente que o comprimento de onda em cm, é igual a:
 - a) 2,4
 - b) 4,0
 - c) 6,0
 - d) 24
- 2) (EFOMM) Uma onda se propaga de acordo com a função $y = A \cos 2\pi(bt - ax)$, onde $a=2,00 \text{ m}^{-1}$ e $b=6,0 \cdot 10^3 \text{ rad/s}$. Nesse caso:
 - a) o comprimento de onda é igual a 2,00 m.
 - b) o período da onda é $2,00 \cdot 10^{-3} \text{ s}$.
 - c) a onda se propaga com a velocidade de $3,0 \cdot 10^3 \text{ m/s}$.
 - d) a velocidade da onda é $3,4 \cdot 10^2 \text{ m/s}$.

- 3) (EEAER) O pêndulo da figura abaixo gira apresentando um ângulo θ de abertura em relação à vertical. Afirma-se que



- I - a força centrípeta é a força resultante.
 II - variando a velocidade o período permanece inalterado.
 III - a tensão no fio diminui com o aumento de θ .

Estão corretas as afirmativas

- a) I e III apenas.
 b) II e III apenas.
 c) I e II apenas.
 d) I, II e III.
- 4) (AFA) Uma mola, de massa desprezível, se distende de b quando equilibra um bloco de massa m . Sabe-se que no instante $t = 0$, o bloco foi abandonado do repouso a uma distância ℓ abaixo de sua posição de equilíbrio. Considerando g a aceleração da gravidade e desprezando os atritos, a equação do movimento resultante em função do tempo t é
- a) $x = \ell \cos(\sqrt{gb} t)$
 b) $x = \ell \sin\left(\sqrt{\frac{b}{g}} t\right)$
 c) $x = \ell \operatorname{tg}(\sqrt{gb} t)$
 d) $x = \ell \cos\left(\sqrt{\frac{g}{b}} t\right)$
- 5) Em um determinado meio de propagação, o comprimento de onda (λ) e a frequência (f) de uma dada onda, são grandezas
- a) diretamente proporcionais.
 b) inversamente proporcionais.
 c) que só podem ser aplicadas no estudo do som.

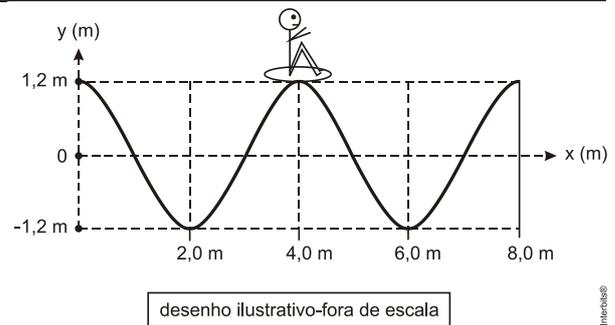
d) que não apresentam nenhuma proporcionalidade.

- 6) (EFOMM) Uma onda se propaga de um meio para outro, constituindo o fenômeno da refração ondulatória. Pela experiência concluímos que neste fenômeno se mantém sem alteração o (a)
- a) frequência
 b) comprimento de onda.
 c) velocidade de propagação.
 d) produto da frequência pelo comprimento de onda.
- 7) (AFA) Um pulso ao propagar-se em uma corda encontra um extremo fixo e sofre reflexão. Ao retornar, o pulso refletido terá
- a) mesma fase e comprimento de onda menor.
 b) mesma fase e mesmo comprimento de onda.
 c) fase invertida e comprimento de onda maior.
 d) fase invertida e mesmo comprimento de onda.
- 8) Calcule o comprimento de onda, das ondas eletromagnéticas emitidas por uma emissora de rádio, as quais apresentam uma frequência de 30 MHz. Considere a velocidade de propagação como sendo igual a da luz no vácuo, ou seja 300.000 km/s.
- a) 1 m
 b) 3 m
 c) 10 m
 d) 100 m
- 9) (EFOMM) O fenômeno ondulatório que descreve o contorno de obstáculos por ondas ou passagem de ondas através de fendas chama-se ____.
- a) Refração.
 b) Difração.
 c) Reflexão.
 d) Reverberação.
- 10) (EFOMM) Considere uma onda se propagando em um meio material homogêneo. A distância entre dois pontos,

- não consecutivos, em concordância de fase é:*
- a) Um raio de onda.
 - b) Uma frente de onda.
 - c) Igual a um comprimento de onda.
 - d) Múltiplo de um comprimento de onda.
- 11) (AFA) No fenômeno ondulatório da refração, observa-se que mantém-se constantes os valores
- a) do período e da fase.
 - b) da fase e da velocidade de propagação.
 - c) da frequência e do comprimento de onda.
 - d) da velocidade de propagação e do comprimento de onda.
- 12) (EEAER) Pode-se definir nanotecnologia como sendo a técnica de manipular ou construir dispositivos de tamanhos da ordem de nanômetros (10^{-9} m). Se a luz, nas frequências de $4,0 \times 10^{14}$ Hz (cor vermelha) e de $6,0 \times 10^{14}$ Hz (cor verde), estiver propagando no vácuo, os comprimentos de onda correspondentes às cores vermelho e verde, respectivamente, serão de ____ e ____ nanômetros.
- a) 0,50 e 0,75
 - b) 0,75 e 0,5
 - c) 500 e 750
 - d) 750 e 500
- 13) (EFOMM) Uma pedra é abandonada exatamente da beira de um poço de 320 m de profundidade. Como as dimensões da pedra são pequenas, orienta-se que: despreze a força de atrito sobre a pedra e considere um movimento em queda livre. Determine o intervalo de tempo, em segundos, entre o abandono da pedra e a chegada, na beira do poço, da frente de onda sonora produzida pela pedra tocando o fundo do poço. Dados: a velocidade do som é constante e igual a 320 m/s e a aceleração da gravidade, no local, é de 10 m/s^2 .
- a) 10.
 - b) 9.
 - c) 8.
 - d) 1.
- 14) (EEAER) A exposição exagerada aos raios solares pode causar câncer de pele, devido aos raios ultravioleta. Sabendo-se que a faixa UVB vai de 280 a 320 nm (nanômetros), calcule, em Hz, a frequência correspondente ao centro dessa faixa, no vácuo.
- a) 10
 - b) 10^7
 - c) 10^8
 - d) 10^{15}
- 15) (EFOMM) Em uma onda que se propaga em uma corda, tem-se dois pontos que estão em concordância de fase, portanto, pode-se afirmar certamente que a distância entre esses pontos é
- a) igual a zero.
 - b) igual a um comprimento de onda.
 - c) múltiplo do comprimento de onda.
 - d) igual a meio comprimento de onda.
- 16) (EEAER) Uma estação orbital terrestre emitiu, ao mesmo tempo, três sinais luminosos de cores diferentes: vermelha, verde e violeta. Esses sinais foram captados por um sistema de detecção, extremamente preciso, de uma sonda próxima ao planeta Marte. Admitindo que a propagação das luzes ocorreu durante todo o tempo no vácuo, qual das alternativas a seguir está correta?
- a) todos os sinais chegaram ao mesmo tempo.
 - b) a luz de cor verde chegou antes das demais cores.
 - c) a luz de cor violeta chegou antes das demais cores.
 - d) a luz de cor vermelha chegou antes das demais cores.
- 17) (AFA) Durante os cercos realizados aos castelos da Idade Média costumava-se colocar barris com água do lado interno das muralhas. O objetivo era detectar por meio das ondulações da superfície da água a escavação de túneis para entrar no castelo. Dentre as alternativas a seguir, pode-se afirmar, corretamente, que
- a) a frequência observada nas ondulações formadas na superfície da água é a mesma da escavação.
 - b) a frequência observada nas ondulações formadas na superfície da água **não** é a mesma da escavação.
 - c) a diminuição da amplitude nas ondulações formadas na superfície da água indicava, com certeza, a maior proximidade da escavação.

d) o aumento da amplitude nas ondulações formadas na superfície da água **não** indicava a maior proximidade da escavação ou maior intensidade da escavação.

- 18) (EEAER) Na superfície de um lago observa-se a formação de ondas periódicas. Sabendo-se que a distância entre duas cristas consecutivas da onda é de 10 cm e que sua velocidade de propagação é de 2 m/s, qual o período, em s, desta propagação?
- 0,05
 - 0,10
 - 10,0
 - 20,0
- 19) (EFOMM) Uma onda passa de um meio material para outro, no qual apresenta diferente velocidade de propagação. Neste caso, no novo meio, a onda apresenta
- frequência maior que a anterior.
 - frequência menor que a anterior.
 - a mesma frequência que no meio anterior.
 - o mesmo comprimento de onda que no meio anterior.
- 20) (EEAER) Uma emissora de rádio AM transmite ondas eletromagnéticas na frequência de 30 MHz, ou seja, dentro da faixa de ondas curtas. Supondo a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no ar a mesma que no vácuo, ou seja, $3 \cdot 10^8$ m/s, qual o comprimento de onda relativo a essa frequência?
- 1 mm
 - 1 cm
 - 1 m
 - 10 m
- 21) (ESPCEX) Uma das atrações mais frequentadas de um parque aquático é a "piscina de ondas". O desenho abaixo representa o perfil de uma onda que se propaga na superfície da água da piscina em um dado instante.



Um rapaz observa, de fora da piscina, o movimento de seu amigo, que se encontra em uma boia sobre a água e nota que, durante a passagem da onda, a boia oscila para cima e para baixo e que, a cada 8 segundos, o amigo está sempre na posição mais elevada da onda. O motor que impulsiona as águas da piscina gera ondas periódicas. Com base nessas informações, e desconsiderando as forças dissipativas na piscina de ondas, é possível concluir que a onda se propaga com uma velocidade de

- 0,15 m/s
 - 0,30 m/s
 - 0,40 m/s
 - 0,50 m/s
 - 0,60 m/s
- 22) (ESPCEX) Peneiras vibratórias são utilizadas na indústria de construção para classificação e separação de agregados em diferentes tamanhos. O equipamento é constituído de um motor que faz vibrar uma peneira retangular, disposta no plano horizontal, para separação dos grãos. Em uma certa indústria de mineração, ajusta-se a posição da peneira de modo que ela execute um movimento harmônico simples (MHS) de função horária $x = 8 \cos(8\pi t)$, onde x é a posição medida em centímetros e t , o tempo em segundos. O número de oscilações a cada segundo executado por esta peneira é de
- 2
 - 4
 - 8
 - 16
 - 32

AULA 30 - INTERFERÊNCIA DAS ONDAS

Propriedades das Ondas

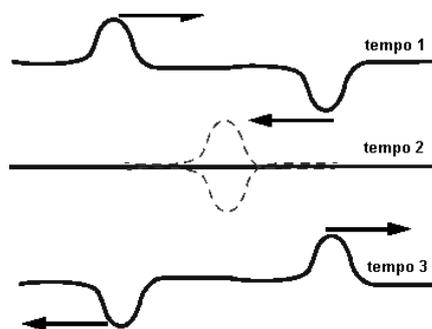
No capítulo anterior, vimos que uma onda possui a capacidade de se **refletir** e **refratar** ao encontrar um obstáculo ou uma superfície de separação. Uma onda pode apresentar outras três propriedades:

- **Difração:** é a capacidade que uma onda tem de contornar obstáculos ou fendas. Para que ocorra a difração, é necessário que as dimensões do obstáculo sejam da mesma ordem de grandeza do comprimento da onda.
- **Polarização:** Ocorre somente em ondas transversais como a luz por exemplo. Na polarização a onda tem alguns de seus modos de vibração eliminados por um polarizador, que limita algumas direções de vibração da onda.
- **Interferência:** Ocorre quando duas ondas ocupam o mesmo ponto do espaço interferindo-se mutuamente. Neste momento suas amplitudes se somam (Princípio da Superposição) gerando uma figura de interferência, que pode ser construtiva (quando a amplitude resultante é maior que as amplitudes das ondas originais) ou destrutiva (quando a amplitude resultante acaba sendo menor que a das ondas originais*). A interferência ocorre em ondas unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais. Vejamos o caso mais simples (unidimensional) em detalhes:

Princípio da Superposição

Quando produzimos dois pulsos numa mesma corda propagando-se em sentidos contrários, em um dado momento os pulsos passam a ocupar o mesmo lugar na corda, é quando ocorre o fenômeno da interferência. Neste momento a amplitude das ondas se somam

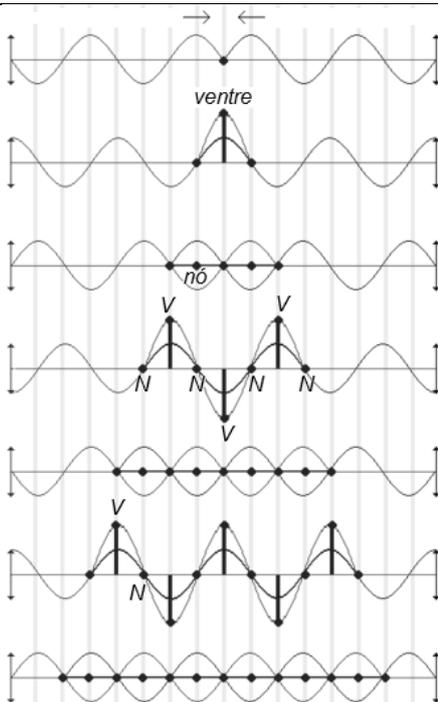
formando a figura de interferência (figura), é o que chamamos de princípio da superposição. Confira um exemplo de interferência destrutiva na figura abaixo:



Após a interferência, cada pulso segue o seu caminho com a mesma amplitude e velocidade originais, como se nada tivesse acontecido.

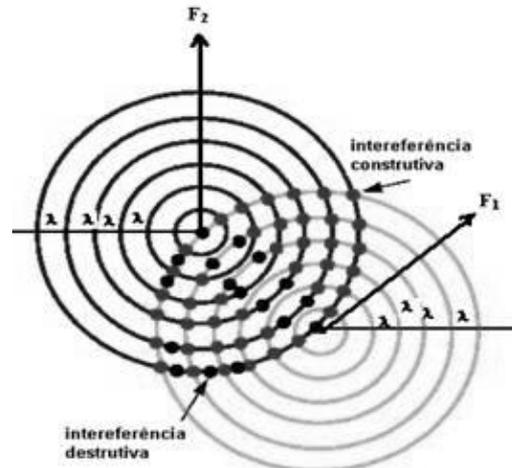
Ondas Estacionárias

Suponha uma fonte periódica de ondas que produz ondas numa corda que vão em direção a um obstáculo e são refletidas na direção da fonte. Como a fonte está sempre produzindo pulsos (trem de ondas), estes encontrarão àqueles que vêm em sentido contrário após refletirem na parede. Como após a reflexão o pulso muda de fase, ao encontrar um pulso que vem em sentido contrário e com fase inversa, é criada no ponto de encontro dos pulsos uma figura de interferência destrutiva e ao encontrar um pulso de mesma fase cria-se uma figura de interferência construtiva, isto sucessivamente com o passar do tempo. Para um observador externo, os pulsos na corda parecem não “viajar” e sim, cada ponto da corda passa a oscilar num movimento de vai-e-vem, gerando o que chamamos onda estacionária.

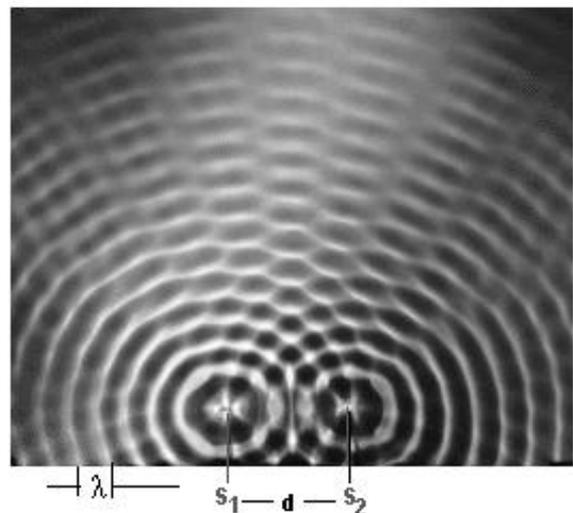


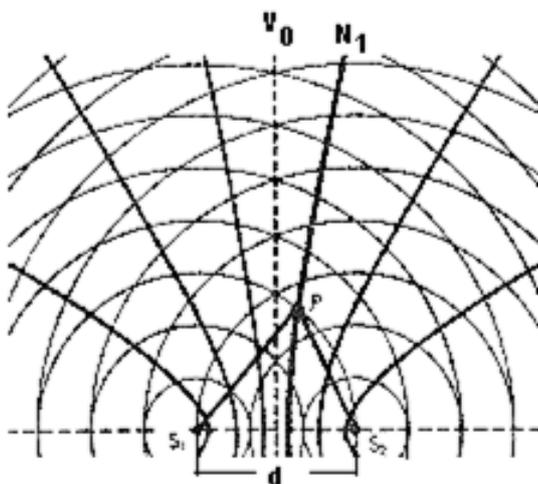
Os pontos de interferência construtiva são chamados Ventres (V) e os pontos de interferência destrutiva são chamados Nós (N).

Note que a distância entre dois ventres consecutivos ou entre dois nós consecutivos é igual a um comprimento de onda (λ) das ondas originais que criaram a onda estacionária. Podemos generalizar o estudo para o caso bidimensional, lembrando que neste caso os pulsos de ondas são bidimensionais, as chamadas frentes de onda, e as figuras de interferência dessas frentes de onda geram regiões de máximo e mínimo de intensidade. Isto pode ser visto na superfície da água quando duas fontes são postas a oscilar na superfície simultaneamente gerando ondas de mesmo comprimento (figura abaixo):



O desenho acima pode ser simplificado ligando somente os pontos de interferência construtiva e os pontos de interferência destrutiva em linhas, chamadas linhas nodais (formada por nós somente) e linhas ventrais (formada por ventres somente).





A equação que relaciona o comprimento das ondas geradas com o tipo de interferência em um dado ponto do meio é a seguinte:

$$\Delta = n \cdot \frac{\lambda}{2}$$

Onde Δ é a diferença de caminhos percorridos pelas ondas proveniente de cada uma das fontes; n é um número inteiro $n=0, 1, 2, \dots$ e λ é o comprimento das ondas geradas por cada uma das fontes. Para fontes oscilando em fase temos os seguintes casos:

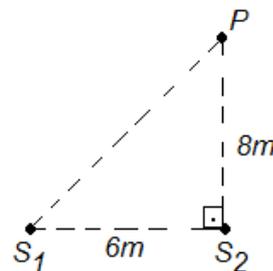
- I- Se n é **par**, interferência construtiva no ponto em questão e o ponto é chamado ponto de máximo.
- II- Se n é **ímpar**, interferência destrutiva no ponto em questão e tal ponto é chamado ponto de mínimo.

Se as fontes estiverem oscilando em diferença de fase a expressão usada é a mesma, mas invertem-se as soluções: $n = \text{par} \Rightarrow$ mínimo e $n = \text{ímpar} \Rightarrow$ máximo.

Vejamos um exemplo:

Exemplo 1 – Duas fontes coerentes S_1 e S_2 em fase, emitem sinais que são detectados no ponto P (figura). Ache o maior valor do comprimento de

onda das fontes para que o ponto P seja um ponto de máximo.



Podemos iniciar o exercício notando que as fontes são coerentes e em fase, ou seja, quando uma das fontes produz uma crista a outra também produz uma crista. Ambas viajam no mesmo meio, portanto tem a mesma velocidade e como são coerentes possuem a mesma frequência e desta forma produzem ondas de mesmo comprimento de onda. Devemos notar que as ondas que partem de S_2 viajam por 8m até chegar ao ponto P e que as ondas que saem de S_1 viajam 10m antes de chegar em P (use o teorema de Pitágoras para mostrar que a distância S_1P vale 10 m. Assim, a diferença de caminhos entre as ondas 1 e 2 é de 2m, ou seja:

$$\Delta = 10 - 8 = 2m$$

Ao chegar em P , as ondas provenientes das fontes 1 e 2 interferem-se somando as suas amplitudes. Como queremos que o ponto P seja um ponto de máximo (interferência construtiva), devemos ter nesse momento uma superposição de duas cristas ou dois vales. Assim, n deve ser par (interferência construtiva):

$$n = 0, 2, 4, 6, \dots$$

Ou seja, temos infinitos valores de λ que satisfazem a equação:

$$\Delta = n \cdot \frac{\lambda}{2}$$

Como o exercício pede o maior valor do comprimento de onda, isto aconteceria para o menor valor possível de n , já que temos:

$$\lambda = 2 \cdot \frac{\Delta}{n}$$

Assim, o nosso raciocínio mais simples seria fazer $n=0$ (menor n), porém esse valor não pode ser usado já que matematicamente ele não teria sentido (divisão por zero). Assim, escolhamos o próximo n capaz de satisfazer a equação, ou seja, $n=2$. Assim temos:

$$\lambda = 2 \cdot \frac{\Delta}{n}$$

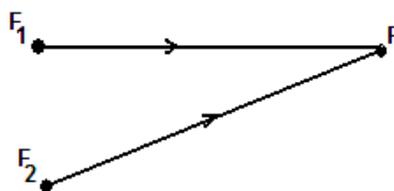
$$\lambda = 2 \cdot \frac{2}{2} = 2 \text{ m}$$

Assim, se as ondas emitidas pelas fontes 1 e 2 tiverem o comprimento de 2m, elas chegarão em P interferindo-se construtivamente.

EXERCÍCIOS

- (UFCE) Para que ocorra difração, a onda deve encontrar:
 - Um obstáculo de dimensões muito menores que seu comprimento onda.
 - Uma fenda de dimensões muito maiores que seu comprimento de onda.
 - Uma fenda de dimensões muito menores que seu comprimento de onda.
 - Uma fenda ou obstáculo de dimensões da mesma ordem de grandeza do seu comprimento de onda.
- Dois geradores de ondas movendo-se em fase produzem ondas circulares numa superfície líquida. A linha nodal é o lugar geométrico dos pontos onde ocorre:
 - interferência destrutiva
 - dispersão
 - interferência construtiva
 - refração
 - polarização

- As ondas estacionárias numa corda vibrante resultam de fenômenos de:
 - difração e interferência
 - reflexão e refração
 - difração e reflexão
 - interferência e reflexão
 - difração e refração.
- Uma onda transversal é aplicada sobre um fio preso pelas extremidades, usando-se um vibrador cuja frequência é 50 Hz. A distância média entre os pontos que praticamente não se movem é 47 cm. Então a velocidade das ondas nesse fio é:
 - 47 m/s
 - 23,5 m/s
 - 0,94 m/s
 - 1,1 m/s
- Em um tanque de ondas, duas fontes F_1 e F_2 oscilam com a mesma frequência e sem diferença de fase, produzindo ondas que se superpõem no ponto P, como mostra a figura. A distância entre F_1 e P é de 80 cm e entre F_2 e P é de 85 cm. Para qual dos valores de comprimento de onda das ondas produzidas por F_1 e F_2 ocorre um mínimo de intensidade (interferência destrutiva) no ponto P?
 - 1,0 cm
 - 2,5 cm
 - 5,0 cm
 - 10 cm
 - 25 cm



- A interferência da luz, mostra que a luz é:
 - um fenômeno corpuscular
 - um fenômeno mecânico
 - um fenômeno elétrico
 - uma onda longitudinal
 - um fenômeno ondulatório
- Uma onda transversal é aplicada sobre um fio preso pelas extremidades, usando-se um

vibrador de frequência $f = 60\text{Hz}$. A distância média entre os pontos que praticamente não se movem é 40 cm. A velocidade das ondas nesse fio é, em m/s, igual a:

- a) 48
- b) 60
- c) 20
- d) 80

8) (AFA) Considere uma figura de interferência obtida na superfície de um líquido por fontes que emitem em fase e na frequência f . Considere ainda que essas ondas se propagam com velocidade v . A soma das diferenças de caminhos entre as ondas que se superpõem para os pontos pertencentes às 3 primeiras linhas nodais é:

- a) $5v/2f$
- b) $9v/2f$
- c) $4v/f$
- d) $3v/f$

AULA 31 - SOM**Ondas Sonoras**

O som é uma onda **mecânica** (necessita de um meio material para se propagar), **tridimensional e longitudinal**.

As ondas sonoras se propagam no ar com uma velocidade aproximada de 340 m/s. A propagação se dá por meio de uma perturbação provocada por uma fonte de ondas sonoras, por exemplo: as cordas vocais de uma pessoa, um martelo atingindo um prego, etc... Nestes casos, as moléculas do meio (ar) são postas a vibrar com a passagem da onda sonora (que transporta a energia da perturbação). Essa vibração por ser longitudinal, transmite a energia para as moléculas vizinhas sem que haja um transporte de matéria.

Chegando ao ouvido humano, essa onda sonora faz vibrar os ossos e membranas internas do aparelho auditivo e a onda sonora é transformada num impulso elétrico transmitido ao cérebro que o converte em um som. A orelha humana é sensível a sons de frequências que variam entre **20 Hz e 20.000 Hz**. Sons abaixo de 20 Hz não podem ser ouvidos e são chamados de **infra-sons**. Um exemplo de infra-som seria o som de um terremoto se aproximando. Sons acima de 20.000 Hz ou 20 kHz também não podem ser ouvidos por humanos e são chamados de **ultra-sons**. Exemplos de ultra-som são os apitos para cachorros ou os exames pré-natais, que utilizam essas ondas para gerar imagens de fetos no interior do útero.

A velocidade da onda sonora depende somente do meio, sendo maior nos sólidos do que nos líquidos e gases. Nos gases essa velocidade depende da temperatura, sendo maior nos gases mais quentes, ou seja, de maior temperatura:

$$v = \sqrt{k \cdot T}$$

Aqui K é uma constante que depende principalmente da massa molar do gás.

Qualidades do Som

O ouvido humano consegue distinguir três qualidades numa onda sonora, ou seja, é capaz de diferenciar uma onda sonora de outra por três características: altura, intensidade e timbre.

- **Altura:** A altura está diretamente relacionada com a frequência da onda sonora, quanto maior a frequência, mais alto será o som. Vale ressaltar que a altura aqui não tem nada a ver com o volume. Um som alto é um som agudo e um som baixo é um som grave.
- **Intensidade:** A intensidade é a qualidade que permite diferenciar sons fortes de sons fracos. Desta forma, está diretamente ligada à energia transportada pela onda sonora, que por sua vez, está diretamente ligada à amplitude da onda.

Sendo assim, podemos caracterizar a intensidade de uma onda sonora através da energia transmitida por essa onda num determinado intervalo de tempo que atinge uma determinada área:

$$I = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo} \times \text{área}}$$

Ou de outra forma, a intensidade poderia ser dada pela potência da onda numa determinada área que recebe essa energia.

$$I = \frac{P}{A}$$

A intensidade sonora é dada no S.I. em W/m^2 .

O ouvido humano é capaz de captar sons com intensidades muito baixas, em torno de $10^{-12} W/m^2$. Essa intensidade mínima audível para o ser humano é chamada **limiar da audibilidade humana**. Essa intensidade equivale ao som de

uma folha de papel "pequena" caindo no chão. A intensidade máxima audível para o ser humano normal é o chamado **limiar da dor**, equivalente à uma intensidade de 1 W/m^2 e capaz de lesar permanentemente a audição de uma pessoa, dependendo do tempo de exposição. As lesões do aparelho auditivo são cumulativas e não regenerativas!

Podemos notar que a diferença entre os dois limites é muito grande (um é um trilhão de vezes mais intenso que o outro!). Dessa forma, para facilitar as medições no dia a dia, foi criado o nível sonoro, que compara qualquer som com a intensidade mínima audível, usando uma escala logarítmica. O chamado nível sonoro β é dado por:

$$\beta = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

Onde I é a intensidade da onda sonora que se deseja comparar e I_0 é sempre dado e igual a $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$. A unidade de nível sonoro é o decibel (dB).

- **Timbre:** é a qualidade que permite diferenciar sons de mesma frequência e intensidade. Isto acontece porque cada fonte sonora emite um som com uma forma de onda diferente. O ouvido humano distingue cada forma com um timbre diferente.

Propriedades do Som

O som por ser uma onda, possui as mesmas propriedades de uma onda: reflexão, refração, difração, interferência. A única propriedade que não está presente nas ondas sonoras é a polarização, já que as ondas sonoras são longitudinais.

- a) **Reflexão:** Ocorre quando a onda sonora encontra um obstáculo e é refletida por ele. O ouvido humano só consegue distinguir dois sons provenientes da mesma fonte se o intervalo de chegada

entre eles for maior que $0,1 \text{ s}$. Dependendo do tempo de chegada desses dois sons, três casos podem ocorrer:

- I- **Reforço:** Ocorre quando o intervalo entre os dois sons é muito menor que $0,1 \text{ s}$, ou seja, os dois sons (o direto e o refletido) chegam praticamente ao mesmo tempo no ouvido. Neste caso ocorre uma interferência construtiva e a pessoa ouve um som mais intenso do que as ondas originais.
- II- **Reverberação:** Ocorre quando o intervalo entre os dois sons é quase $0,1 \text{ s}$ mas ainda menor. Neste caso, quando a sensação auditiva provocada pela chegada do primeiro som (direto) estiver acabando, o segundo som (refletido) chega, prolongando a sensação auditiva. Usamos muito o fenômeno da reverberação em teatros, salas de aula, etc... para facilitar o entendimento do que está sendo dito, já que o som persiste por mais tempo no ouvido.
- III- **Eco:** Ocorre quando o intervalo de tempo entre os sons direto e refletido é maior que $0,1 \text{ s}$. Assim, quando a sensação auditiva do primeiro som já tiver acabado, o segundo som chega ao ouvido, dando a nova sensação sonora. Ouvem-se dois sons. Caso tenhamos mais de um obstáculo, um à frente e outro atrás do interlocutor, teremos sucessivas reflexões nos obstáculos até que a onda perca toda a sua energia. Neste caso ouviríamos vários sons!

No ar, como a velocidade do som é de 340 m/s aproximadamente, o som deve ir até o obstáculo e retornar à pessoa que ouve o eco em no

mínimo 0,1 s. Assim, considerando a velocidade constante teríamos:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$340 = \frac{2x}{0,1}$$

$$x = \frac{34}{2} = 17 \text{ m}$$

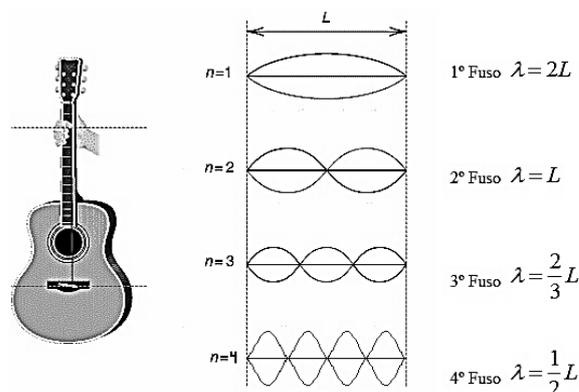
Ou seja, para que tenhamos o eco no ar, a distância mínima entre a pessoa e o obstáculo deve ser de 17 m.

- b) **Refração:** Ocorre quando a onda sonora muda de meio de propagação, por exemplo: do ar para a água. Nestes casos a onda muda a sua velocidade e, como a fonte é a mesma, o comprimento da onda muda.
- c) **Difração:** Ocorre quando a onda sonora encontra um obstáculo ou fenda cujas dimensões são da mesma ordem de grandeza da onda sonora em questão. Nestas condições a onda sonora pode contornar tais obstáculos e seguir a sua trajetória inicial. Como o homem consegue ouvir sons entre 20 Hz e 20 kHz, no ar ($v = 340 \text{ m/s}$), os comprimentos de tais ondas seriam aproximadamente 17m e 1,7 cm respectivamente. Desta forma, sons graves (20 Hz) conseguiriam contornar obstáculos de até 17 m de comprimento e os sons mais agudos (20 KHz) só conseguiriam contornar obstáculos de no máximo 1,7 cm. Isto explica porque quando um carro passa com o som ligado na rua, a pessoa em casa ouve primeiramente os sons mais graves!
- d) **Interferência:** Ocorre quando duas ondas sonoras chegam simultaneamente ao mesmo ponto. Neste ponto as ondas se interferem formando figuras de

interferência construtiva (máximo de intensidade) ou destrutiva (mínimo de intensidade) dependendo da distância das fontes ao ponto e do comprimento das ondas envolvidas. (ver capítulo anterior)

Ondas em Cordas e Tubos

Ao produzirmos uma onda em uma corda esticada, o pulso sofre sucessivas reflexões nas extremidades criando uma onda estacionária na corda. Dependendo da frequência das ondas produzidas, existirão vários modos de vibração dessa corda, denominados harmônicos. A corda que vibra em um desses modos, faz vibrar o ar que a envolve na mesma frequência, produzindo uma onda sonora que chega ao ouvido da pessoa. (é assim que falamos, vibrando nossas cordas vocais). O modo mais simples de vibração é denominado modo fundamental, ou primeiro harmônico.



Nesse modo, o comprimento da onda tem o dobro do comprimento da corda, e, portanto sua frequência seria dada por:

$$v = \lambda \cdot f$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2L}$$

$$f_1 = 1 \cdot \frac{v}{2L}$$

No segundo modo de vibração, o comprimento da onda é o próprio comprimento da corda, assim teríamos:

$$f_2 = 2 \cdot \frac{v}{2L}$$

No terceiro modo de vibração, o comprimento da onda seria 2/3 do comprimento da corda, ou seja:

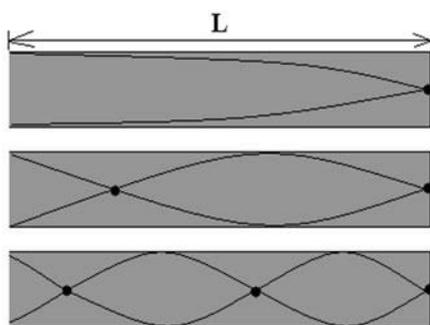
$$f_3 = 3 \cdot \frac{v}{2L}$$

Assim, de uma forma geral, a frequência do som produzida **numa corda** pode ser dada por:

$$f_n = n \cdot \frac{v}{2L}$$

Onde n é o modo de vibração da corda $n=1, 2, 3, \dots$. Numa corda estão presentes todos os modos de vibração possíveis, ou seja, $n = \text{inteiro}$.

Num **tubo aberto em uma das extremidades**, as ondas produzidas não possuem nós nas duas extremidades, apenas em uma delas. Assim, as figuras formadas (modos de vibração) seriam:



Desta forma podemos notar que no primeiro modo de vibração, o comprimento da onda formada tem 4 vezes o tamanho do tubo. Assim:

$$f = 1 \cdot \frac{v}{4L}$$

O segundo modo de vibração também deve ter um ventre na parte superior, portanto o comprimento da onda formada é 4/3 do tamanho do tubo. Sendo assim, temos que:

$$f = 3 \cdot \frac{v}{4L}$$

Podemos notar que somente os valores ímpares de n aparecerão num tubo aberto. Assim, a forma geral da frequência num **tubo aberto** pode ser dada por:

$$f_i = i \cdot \frac{v}{4L}$$

Onde i é um número inteiro ímpar, $i=1, 3, 5, \dots$

Para um **tubo fechado** nas extremidades, a configuração seria a mesma de uma corda e portanto, temos:

$$f_n = n \cdot \frac{v}{2L}$$

Onde n é o modo de vibração, $n=1, 2, 3, \dots$

Efeito Doppler

Ocorre quando uma fonte possui movimento relativo em relação ao observador. Quando fonte e observador se aproximam, o comprimento da onda produzida pela fonte diminui, fazendo com que o som fique mais "agudo" para quem ouve. Quando a fonte se afasta do observador, o comprimento da onda para quem escuta aumenta, fazendo com que o som pareça mais grave para o observador.



A relação geral pode ser dada por:

$$f_{ouvida} = f_{emitida} \times \left(\frac{v_{som} \pm v_{obs}}{v_{som} \mp v_{fonte}} \right)$$

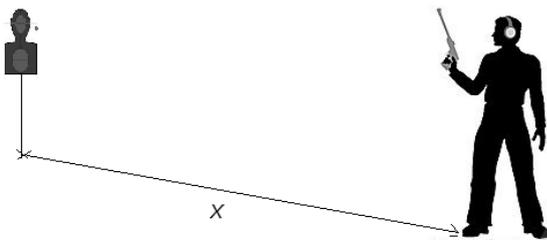
Devemos tomar cuidado com o jogo de sinais. Na parte superior, quando o observador se aproxima da fonte o sinal é positivo e na parte inferior, quando a fonte se aproxima do observador o sinal

é negativo! Assim, os sinais \pm e \mp se referem sempre a aproximação (superior) e afastamento (inferior) respectivamente!!

Vejamos dois exemplos:

Exemplo 1 – Um homem dispara uma arma contra um alvo e 0,6 s depois escuta o som da bala atingindo o alvo. Sabendo que a velocidade da bala era de 170 m/s e que a velocidade do som no ar é de 340 m/s, qual a distância do homem ao alvo?

Podemos resolver esse exemplo fazendo um esquema para facilitar a nossa visualização:



Note que o tempo de 0,8s compreende dois movimentos: o movimento de ida da bala e o movimento de volta do som. Assim temos:

$$t_{total} = t_{ida} + t_{volta}$$

$$0,6 = x/v_{ida} + x/v_{volta}$$

$$0,6 = x/v_{bala} + x/v_{som}$$

$$0,6 = \frac{x}{170} + \frac{x}{340}$$

$$0,6 = \frac{2x + x}{340}$$

$$0,6 = \frac{3x}{340}$$

$$3x = 204$$

$$x = 68 \text{ m}$$

Assim o alvo se encontra a 68 m do homem!!

Exemplo 2 – Uma ambulância se aproxima de um homem em repouso. O motorista da ambulância escuta um som de 620 Hz e o homem ouve um som de 680 Hz. Sabendo que a velocidade do som no ar é de 340 m/s, determine a velocidade da ambulância.

Podemos usar a fórmula geral do efeito Doppler para calcular a velocidade da ambulância. Devemos ter em mente, que o motorista da ambulância encontra-se em repouso em relação à ela, e desta forma, ouve o som emitido pela sirene na mesma frequência real. Já a pessoa escuta um som mais agudo, pois a ambulância se aproxima dela. Assim temos:

$$f_{ouvida} = f_{emitida} \times \left(\frac{v_{som} \pm v_{obs}}{v_{som} \mp v_{fonte}} \right)$$

$$680 = 620 \times \left(\frac{340 \pm 0}{340 - v_{fonte}} \right)$$

Aqui usamos o sinal negativo para a fonte pois ela se aproxima do observador!

$$\frac{680}{620} = \left(\frac{340}{340 - v_{fonte}} \right)$$

Multiplicando cruzado teríamos:

$$(340 - v_{fonte}) \times 680 = 340 \times 620$$

$$(340 - v_{fonte}) = 340 \times \frac{620}{680}$$

$$340 - v_{fonte} = 310$$

$$v_{fonte} = 30 \text{ m/s}$$

Assim a ambulância estaria a aproximadamente 108 km/h!!

EXERCÍCIOS

- 1) Para que um ser humano normal perceba o fenômeno "batimento", gerado por duas ondas, é necessário, entre outras coisas, que tais ondas sejam:

- a) eletromagnéticas, de comprimentos de onda bem diferentes e audíveis.
- b) Eletromagnéticas, de frequências bem afastadas, e visíveis.
- c) Mecânicas, de comprimentos de onda idênticos, e audíveis.
- d) Mecânicas, de frequências bem próximas, e estejam na faixa audível.
- e) De amplitudes ligeiramente diferentes, podendo ser de qualquer natureza.

2) Em uma corda de 7,5 cm de comprimento, fixa em ambas extremidades, são produzidas ondas cujos comprimentos de onda, correspondentes ao modo fundamental e aos dois harmônicos seguintes são em centímetros:

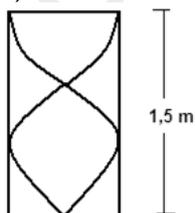
- a) 7,5; 5; 3,5
- b) 15; 7,5; 5
- c) 7,5; 3,5; 5
- d) 5; 7,5; 15
- e) 3,5; 5; 15

3) (AFA) Uma corda de comprimento $L = 50$ cm e massa $m = 1,00$ g está presa em ambas as extremidades sob tensão $F = 80$ N. Nessas condições, a frequência fundamental de vibração dessa corda é:

- a) 400 Hz
- b) 320 Hz
- c) 200 Hz
- d) 100 Hz

4) (ESPCEX) Uma onda estacionária se forma num tubo sonoro fechado, como ilustra a figura. Admitindo ser de 340 m/s a velocidade do som no ar, podemos afirmar que a frequência do som emitido pelo tubo é:

- a) 100 Hz
- b) 150 Hz
- c) 170 Hz
- d) 200 Hz
- e) 340 Hz



5) (ITA) São dados 2 tubos sonoros de mesmo comprimento L , sendo um deles (A) aberto e

(B) fechado numa das extremidades. O comprimento do som fundamental do primeiro tubo A é λ_A . Então o comprimento de onda λ_B do som fundamental emitido pelo tubo B será:

- a) $1/4\lambda_A$.
- b) $1/2\lambda_A$.
- c) λ_A .
- d) $2\lambda_A$.
- e) $4\lambda_A$.

6) (ITA) Um observador que viaja num trem a velocidade de 46,8 km/h ouve um silvo de outro trem, o qual se aproxima paralelamente a ele, e percebe a nota si_4 . Após o cruzamento, ouve a nota $lá_4$. Dadas as frequências relativas da escala musical (dó = 1, ré = 9/8, mi = 5/4, fá = 4/3, sol = 3/2, lá = 5/3, si = 15/8, dó = 2) e a velocidade do som no ar, igual a 347 m/s, podemos afirmar que o segundo trem passou com uma velocidade de:

- a) 25 km/h
- b) 27 km/h
- c) 334 km/h
- d) 337 km/h
- e) -28 m/s

7) (AFA) Um corpo é abandonado do topo de um precipício. O ruído produzido pela queda do corpo ao atingir o chão é ouvido 10 s após o seu abandono. Considerando a velocidade do som no ar igual a 340 m/s, pode-se afirmar que a altura do precipício, em metros, é aproximadamente

- a) 200
- b) 288
- c) 391
- d) 423

8) (AFA) Uma pessoa está observando uma corrida a 170m do ponto de largada. Em dado instante, dispara-se a pistola que dá início à competição. Sabe-se que o tempo de reação de um determinado corredor é 0,2s, sua velocidade é 7,2 km/h e a velocidade do som no ar é 340m/s. A distância desse atleta em relação à linha de largada, quando o som do disparo chegar ao ouvido do espectador, é:

- a) 0,5m

- b) 0,6m
- c) 0,7m
- d) 0,8m

9) (EEAER) Uma ambulância, em alta velocidade e com a sirene ligada emitindo sempre a mesma frequência, passa na rua em frente de uma pessoa em repouso na calçada. Essa pessoa ouve o som da sirene com frequências diferentes. Dentre as alternativas a seguir, assinale aquela que completa corretamente a frase:

“As frequências do som da sirene percebidas pela pessoa quando a ambulância se aproxima (f_A) e, em seguida, se afasta (f_D) possuem uma razão f_A/f_D _____.”

Considere que não haja vento e a densidade do ar seja constante durante todo trajeto da ambulância.

- a) maior que 1.
- b) menor que 1.
- c) igual a zero.
- d) igual a 1.

10) (EFOMM) Um nadador ao executar o movimento das pernas e braços dentro da água produz pequenas ondas. Ao incidirem em certas bordas de piscina, essas ondas retornam e incidem sobre o nadador acarretando a diminuição do módulo da velocidade do mesmo. Para evitar isso, as piscinas mais atuais utilizam bordas cuja altura em relação ao nível da água é praticamente nula e assim evitam a(o) _____ das ondas.

- a) reflexão
- b) ressonância
- c) polarização
- d) efeito Doppler

11) Uma onda sonora propaga-se no ar com um comprimento de onda igual a 1,1 m a uma velocidade de 330 m/s. A frequência, em Hz, dessa onda sonora é:

- a) 155.
- b) 150.
- c) 330.
- d) 300.

12) (AFA) Considerando os tubos sonoros, observe as afirmações abaixo:

I- Em um tubo aberto, todos os harmônicos estão presentes.

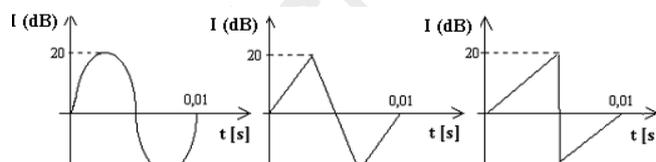
II- Em um tubo fechado, somente os harmônicos pares estão presentes.

III- A frequência dos harmônicos é diretamente proporcional ao comprimento do tubo sonoro, tanto aberto, quanto fechado.

Está (ão) correta (s):

- a) I e II.
- b) I, II e III.
- c) somente a I.
- d) somente a II.

13) (AFA) As figuras abaixo representam ondas sonoras emitidas por 3 dispositivos diferentes. A qualidade do som que permite ao ouvinte identificar a diferença entre os sons gerados pelos dispositivos é:



- a) a altura.
- b) o timbre.
- c) a intensidade.
- d) o comprimento de onda.

14) Um aparelho sonoro portátil, produz em um fone de ouvido a potência de um microwatt ($1 \cdot 10^{-6} W$) em uma área de 1 mm^2 . Lembrando que o limiar da intensidade sonora para a audição do ser humano é $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, que corresponde a 0 dB, assinale a alternativa que indica a intensidade sonora (em dB) produzida por este fone de ouvido.

- a) 12 dB.
- b) 40 dB.
- c) 60 dB.
- d) 120 dB.

15) O valor mínimo da escala de intensidade sonora corresponde a 10^{-12} W/m^2 . Assinale a alternativa que indica corretamente o valor, em decibéis, para uma intensidade de $1,0 \text{ W/m}^2$.

- a) 1 dB.
- b) 10 dB.
- c) 12 dB.
- d) 120 dB.

16) (EFOMM) A altura é uma qualidade do som que se refere à _____ da onda sonora.

- a) intensidade
- b) velocidade
- c) frequência
- d) amplitude

17) (EEAER) Determine a frequência, em kHz, do 5º harmônico de um tubo sonoro **aberto** de 40 cm de comprimento, contendo ar no seu interior, no qual o som se propaga com velocidade de 320 m/s.

- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 100,0
- d) 200,0

18) (AFA) Dentre as frases a seguir, a respeito de Ondulatória e Acústica, são corretas: I- a voz masculina apresenta, geralmente, menor frequência que a voz feminina;

II- o timbre depende da forma das vibrações, isto é, da forma da onda sonora;

III- as ondas infrassônicas e ultrassônicas são ondas eletromagnéticas e, por este motivo, inaudíveis para o ser humano;

IV- a altura é a qualidade do som que depende da amplitude da onda sonora.

- a) I e II
- b) todas
- c) III e IV
- d) I, II e III

19) (ESPCEX) Um barítono emite um som uníssono na frequência de 180 Hz. Sabendo que a velocidade do som no ar é constante e igual a 324 m/s, pode-se afirmar que o comprimento de onda do som emitido pelo barítono é de:

- a) 2,4 m.
- b) 1,8 m.
- c) 0,9 m.
- d) 0,6 m.
- e) 0,5 m.

AULA 32 - CARGA ELÉTRICA

Todos os corpos são constituídos de partículas elementares denominadas **átomos**. A palavra átomo vem do grego e significa não divisível, o que na verdade não acontece. Um átomo de uma determinada substância ou elemento é na verdade constituído de uma grande variedade de sub-partículas menores.

Para o nosso estudo vamos considerar que um átomo é composto de um núcleo e uma região externa denominada eletrosfera. No núcleo estão presentes os prótons e nêutrons (e outras tantas partículas) e na eletrosfera temos os elétrons.

Convencionamos que os prótons e os elétrons são dotados de uma quantidade denominada **carga elétrica**, que é capaz de modificar a região do espaço ao seu redor, o que faz com que essas partículas consigam interagir com outras partículas que também possuam tal carga elétrica. Essa região na qual as partículas podem interagir é denominada região de campo elétrico. Dizemos que a carga elétrica (Q) de um próton tem o mesmo valor que a carga elétrica de um elétron. O que as diferencia é que no caso dos prótons, convencionamos que sua carga é positiva e no caso dos elétrons, negativa. Os nêutrons não possuem carga elétrica. A carga presente em um próton ou um elétron é em módulo dada por **e**, denominada **carga elementar**:

$$e = \pm 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

onde **e** é dada em Coulomb (unidade de carga elétrica)!

A carga final de um átomo depende do número de prótons e elétrons que ele possui. Quando esse número é igual, a carga total do átomo é zero, significando que o átomo está neutro, ou como costumamos chamar, no estado fundamental. Quando há um desequilíbrio no número de prótons e elétrons, dizemos que o átomo está carregado (eletrizado). Como um

corpo qualquer (um pente por exemplo), é feito de átomos, se alguns desses átomos estiverem carregados, o corpo como um todo ficaria com uma carga elétrica líquida, podendo desta forma interagir com outros corpos carregados.

Eletrizar ou carregar um corpo é dar ou retirar **elétrons** a esse corpo. A carga final do corpo será dada por:

$$\Delta Q = n \cdot |e|$$

Onde **n** é o número de elétrons dados ou retirados do condutor e **e**, é a carga elétrica elementar.

Processos de eletrização

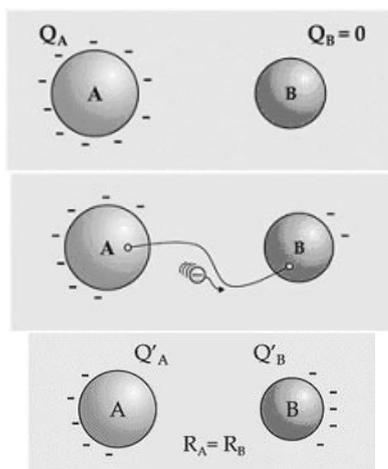
Existem três formas de se eletrizar um corpo: atrito, contato ou indução.

Atrito: Processo pelo qual, dois corpos inicialmente neutros adquirem carga elétrica ao serem atritados. Um dos corpos perde certa quantidade de elétrons e o outro corpo adquire esses elétrons, o que faz com que ao final do processo os corpos adquiram cargas de igual valor e sinais contrários. Para saber qual corpo perde elétrons e qual recebe, fazemos uso de uma série chamada tribo elétrica:

Substância	
Vidro	
Mica	
Lã	
Pele de gato	
Seda	
Algodão	
Ebonite	
Cobre	
Enxofre	
Celulóide	

Na tabela acima, ao esfregarmos dois materiais diferentes, àquele localizado na parte superior termina positivo enquanto que o outro termina negativo, ou seja, recebe elétrons no processo.

Contato: na eletrização por contato, pelo menos um dos corpos deve estar carregado antes do contato. Ao se tocarem os corpos acabam por trocar elétrons entre si de modo que ao final do processo a sua densidade de carga seja a mesma, mantendo a carga total do sistema constante antes e depois do contato.



Caso as esferas sejam idênticas, as cargas serão distribuídas igualmente entre as esferas. Caso os raios sejam diferentes, a carga final de cada uma será proporcional ao seu raio. Ao final do processo de contato, os corpos terminam com cargas de sinais iguais.

Indução: Ocorre quando aproximamos um condutor carregado (indutor) de um condutor inicialmente neutro (induzido). Devido ao excesso de cargas no indutor, elas reordenam as posições das cargas no induzido, que ao ser ligado brevemente à Terra (potencial zero), faz com que elétrons subam ou desçam por meio da ligação (fio terra) para tentar “neutralizar” o corpo enquanto o indutor estiver próximo ao induzido. Ao final do processo, removemos o fio terra e o indutor e induzido terminam com cargas de sinais contrários!



Exemplo 1 - Sabe-se que a carga do elétron vale $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Considere-se um bastão de vidro que foi atritado e perdeu elétrons, ficando positivamente carregado com carga de $8 \mu\text{C}$. Determine o número de elétrons que foram retirados do bastão.

Para resolver esse exemplo, devemos lembrar que se o bastão perde elétrons, ele fica com seu número de prótons maior que o número de elétrons, ficando assim com carga positiva. A quantidade de carga positiva remanescente depende do número de elétrons que foram retirados, ou seja, se tirarmos 1 único elétron, a carga final do bastão seria de $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ e se tirássemos 2 elétrons, seria de $2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ou seja $3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Assim, para determinarmos o número de elétrons que foram retirados, basta utilizarmos a relação:

$$Q = n \cdot |e|$$

$$8 \times 10^{-6} = n \cdot |1,6 \cdot 10^{-19}|$$

Aqui usamos o 10^{-6} representando a letra μ (mi). Desta forma o número de elétrons seria:

$$n = \frac{8 \times 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 5 \times 10^{13} \text{ elétrons}$$

Exemplo 2 - Considere três esferas metálicas, X, Y e Z, de diâmetros iguais. Y e Z estão fixas e distantes uma da outra o suficiente para que os efeitos da indução eletrostática possam ser desprezados. A situação inicial das esferas é a seguinte: X neutra, Y carregada com carga $+Q$ e Z carregada com carga $-2Q$. As esferas não trocam cargas elétricas com o ambiente. Fazendo-se a esfera X tocar primeiro na esfera Y e depois na esfera Z, a carga final de X será igual a:

Para resolver o problema devemos separá-lo em etapas. Na primeira etapa tocamos a esfera X na esfera Y. Assim, como não criamos nem destruímos cargas elétricas, ao somarmos a quantidade inicial de carga de X com a quantidade inicial de Y, temos uma quantidade

total inicial de carga igual a $+Q$. Essa é a quantidade que teremos no sistema ao final do contato. Como as esferas possuem diâmetros iguais, a carga se dividirá igualmente entre as duas, ficando portanto $+Q/2$ de carga para cada uma das esferas.

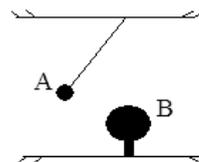
Em seguida, tocamos X (agora com carga $+Q/2$) com Z. O somatório inicial de cargas do sistema é igual a $-3Q/2$ ($+Q/2 + (-2Q)$), o que faz com que ao final do toque, ambas esferas terminem com carga $-3Q/4$, já que a carga total será dividida igualmente entre as esferas, pois elas possuem diâmetros iguais.

EXERCÍCIOS

- 1) Sabe-se que a carga do elétron vale $-1,6 \cdot 10^{19}$ C. Considere-se um bastão de vidro que foi atritado e perdeu elétrons, ficando positivamente carregado com carga de $5 \cdot 10^{-6}$ C. Determine o número de elétrons que foram retirados do bastão.
- 2) Tem-se uma esfera eletrizada negativamente com carga Q. Sendo q o valor da carga de um elétron, o quociente Q/q é necessariamente:
 - a) Par
 - b) Ímpar
 - c) Não inteiro
 - d) Inteiro
 - e) Infinito
- 3) Considere três esferas metálicas, X, Y e Z, de diâmetros iguais. Y e Z estão fixas e distantes uma da outra o suficiente para que os efeitos da indução eletrostática possam ser desprezados. A situação inicial das esferas é a seguinte: X neutra, Y carregada com carga $+Q$ e Z carregada com carga $-Q$. As esferas não trocam cargas elétricas com o ambiente. Fazendo-se a esfera X tocar primeiro na esfera Y e depois na esfera Z, a carga final de X será igual a:
 - a) zero
 - b) $2Q/3$

- c) $-Q/2$
- d) $Q/8$
- e) $-Q/4$

- 4) Na figura abaixo, a esfera A suspensa por um fio flexível e isolante, e a esfera B, fixa por um pino também isolante, estão em equilíbrio.



É correto afirmar que:

- a) é possível que somente a esfera A esteja eletrizada;
 - b) a esfera A pode estar neutra, mas a esfera B certamente estará eletrizada;
 - c) as esferas A e B devem estar eletrizadas com cargas de mesma natureza;
 - d) as esferas devem estar eletrizadas com cargas de mesmo módulo.
- 5) Em um laboratório de Física, tem-se três pêndulos eletrostáticos: A, B e C. Aproximando-se os pêndulos, dois a dois, verificou-se que:
- A e B sofrem atração entre si.
 - A e C sofrem atração entre si.
 - B e C sofrem repulsão entre si.
- Dessas observações, quatro grupos de alunos chegaram a diferentes conclusões que estão descritas nas alternativas a seguir. Assinale a alternativa que está fisicamente correta, sem margem de dúvida.
- a) O pêndulo A está carregado negativamente e os pêndulos B e C, carregados positivamente.
 - b) O pêndulo A está carregado positivamente e os pêndulos B e C, carregados negativamente.
 - c) Os pêndulos B e C certamente estão carregados com cargas de mesmo sinal, e o pêndulo A certamente está carregado com cargas de sinal contrário aos pêndulos B e C.
 - d) Os pêndulos B e C estão carregados com cargas de mesmo sinal, mas não sabemos se são positivas ou negativas. O pêndulo A pode estar carregado ou não, pois o fato de ter sido atraído, pode ser explicado pelo fenômeno da indução.

FIS 33 FORÇA ELÉTRICA

Lei de Coulomb

Vimos que um corpo eletrizado é um corpo com um desequilíbrio no número de elétrons e prótons de seus átomos. Quando um corpo possui um excesso de prótons, dizemos que sua carga total é positiva e quando possui um excesso de elétrons, sua carga total é negativa. Corpos carregados interagem eletricamente entre si numa região denominada região de campo elétrico. Nessas situações, corpos de cargas de sinais iguais se repelem e corpos de cargas de sinais diferentes se atraem. Essa atração ou repulsão é uma força, denominada força elétrica de interação entre os corpos. Desta forma, devido à terceira lei de Newton, as forças que as cargas exercem entre si são iguais e seu módulo é dado pela chamada Lei de Coulomb:

$$F_{el} = \frac{k \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

Onde Q_1 e Q_2 são as cargas das partículas e d é a distância entre a carga 1 e a carga 2. Aqui, k é a constante eletrostática do meio, que está relacionada com a facilidade de ocorrer a interação entre as cargas naquele meio. No vácuo, o k é máximo, ou seja, a interação elétrica ocorre com a maior intensidade possível. Seu valor no vácuo é dado por:

$$K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$$

Em muitos exercícios consideramos o valor de k no ar como sendo o mesmo do vácuo, já que o ar influenciaria muito pouco nesta interação.

Devemos enfatizar que a expressão da Lei de Coulomb dá somente o módulo da força de interação entre as cargas, ou seja, seu valor. Por se tratar de uma força, temos um vetor, e devemos além do módulo, considerar ainda sua direção e sentido.

Vejamos alguns exemplos práticos:

Exemplo 1 - Duas cargas elétricas, ambas positivas, estão situadas a uma certa distância d uma da outra exercem entre si uma força de repulsão F . Duplicando-se a distância que as separa, qual será a nova força de repulsão entre elas?

Podemos simplificar o entendimento do exercício representando a primeira situação, ou seja:



Desta forma, aplicando a Lei de Coulomb, temos:

$$F = \frac{k \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

Se agora, duplicarmos a distância entre as cargas, teremos o seguinte esquema:



E a nova força F' , pode ser calculada também pela Lei de Coulomb:

$$F' = \frac{k \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{(2d)^2}$$

$$F' = \frac{k \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{4d^2}$$

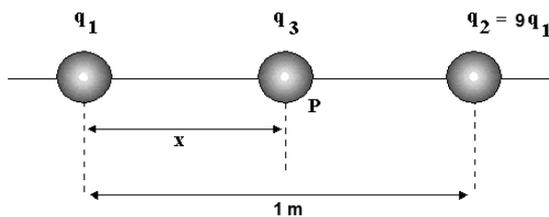
Observe que na expressão para F' , temos praticamente a força F encontrada inicialmente (entre chaves logo abaixo) apenas dividida por 4, assim temos:

$$F' = \frac{k \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{4d^2} = \frac{\left\{ \frac{k \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2} \right\}}{4}$$

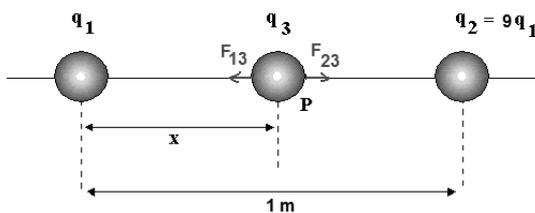
$$F' = \frac{F}{4}$$

Assim, ao duplicarmos a distância entre as cargas, a força de interação entre elas diminui quatro vezes!!

Exemplo 2- Duas cargas pontuais positivas, q_1 e $q_2 = 9q_1$, são fixadas a uma distância de 1m uma da outra. Uma terceira carga negativa é colocada no ponto P entre q_1 e q_2 , a uma distância x da carga q_1 , conforme mostra a figura. Determine o valor de x , para que a carga q_3 permaneça em equilíbrio estático entre as outras duas.



Podemos resolver este exemplo, lembrando que para que a carga 3 fique em equilíbrio, a força que a carga 1 exerce sobre ela deve ser igual em módulo à força que a carga 2 também exerce sobre ela. Como a carga 3 é negativa, a carga 1 a atrai, assim como a carga 2 também a atrai. Desta forma teríamos o seguinte esquema:



Podemos notar que embora a força de 2 em 3 pareça ser maior já que a carga 2 é nove vezes maior que a carga 1, a distância da carga 1 à 3 é menor, o que equilibra o sistema. Assim, para que 3 fique em repouso temos:

$$F_{13} = F_{23}$$

$$\frac{k \cdot |q_1| \cdot |q_3|}{d_{13}^2} = \frac{k \cdot |q_2| \cdot |q_3|}{d_{23}^2}$$

Podemos simplificar a expressão acima cortando os "k" e q_3 . Assim, substituindo os valores de q_2 e das respectivas distâncias, teríamos:

$$\frac{|q_1|}{x^2} = \frac{|9 \cdot q_1|}{(1-x)^2}$$

E finalmente eliminando q_1 , temos:

$$9x^2 = (1-x)^2$$

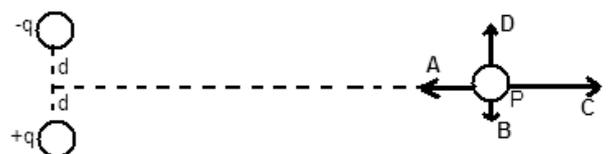
Que pode ser resolvida como uma equação de 2º grau simples, onde:

$$8x^2 + 2x - 1 = 0$$

E encontraríamos 2 raízes: $x = 0,25 \text{ m}$ e $x = -0,50 \text{ m}$. Como x é uma distância, o valor negativo não possui significado físico e pode ser desprezado. Assim a resposta para o exercício seria 0,25 m ou 25 cm.

EXERCÍCIOS

- Entre duas cargas positivas, q_1 e q_2 , separadas por uma distância r no vácuo, aparece uma força F . Troca-se a carga q_2 por uma outra com o dobro da sua carga e separa-se esta nova carga da carga q_1 por uma distância $2r$, também no vácuo. A intensidade da força entre essa nova carga e a carga q_1 vale:
 - $2F$
 - F
 - $F/2$
 - $F/4$
 - $F/8$
- (AFA) A força que as cargas $+q$ e $-q$ produzem sobre uma carga positiva situada em P pode ser representada pelo vetor:



a) A

- b) B
- c) C
- d) D

3) Três cargas elétricas pontiformes idênticas, de valor Q , são fixas nos vértices de um triângulo equilátero de lado L . Qual o módulo da força elétrica resultante sobre uma carga pontiforme de valor q , colocada no ponto médio de um lado do triângulo? (k é constante da eletrostática no vácuo).

- a) $4kqQ/3L^2$
- b) $2kqQ/3L^2$
- c) $2kqQ/L^2$
- d) $4kqQ/L^2$

4) Duas esferas condutoras idênticas, muito pequenas, de mesma massa $m=0,30g$, encontram-se no vácuo, suspensas por meio de dois fios leves, isolantes de mesmo comprimento $L=1,00$ m, presos a um mesmo ponto de suspensão O . Estando as esferas separadas, eletriza-se uma delas com carga Q , mantendo-se a outra neutra. Em seguida, elas são colocadas em contato e depois abandonada, verificando-se que, na posição de equilíbrio, a distancia que as separa é $d=1,20$ m. Considere $Q>0$.

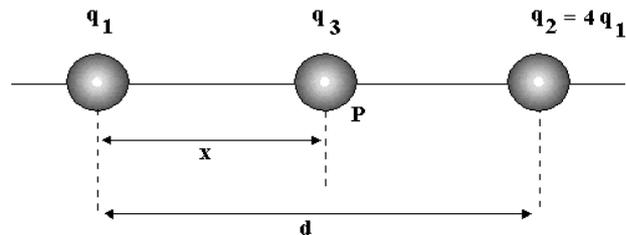
- a) Determine o valor de Q .
- b) Determine o valor da carga q que deve ser colocada no ponto O a fim de que sejam nulas as forças de tensão nos fios. (adote $k=9 \cdot 10^9$ N/m²/C².)

5) Uma pequena esfera condutora, fixa e isolada é carregada com uma carga $Q = 10^{-6}$ C. A uma distância de 2 mm, é colocada uma partícula carregada com carga $q = 1,6 \times 10^{-9}$ C e de massa $m = 9 \times 10^{-2}$ kg. Essa partícula é liberada, de maneira que se move em relação a Q . A aceleração da carga q , no instante de sua liberação, em m/s², vale:

- Dado: $K = 9 \times 10^9$ N m²/C²
- a) 0,04
 - b) 0,40
 - c) 4,00
 - d) 40,00

6) (AFA) Duas cargas pontuais positivas, q_1 e $q_2 = 4q_1$, são fixadas a uma distância d uma da

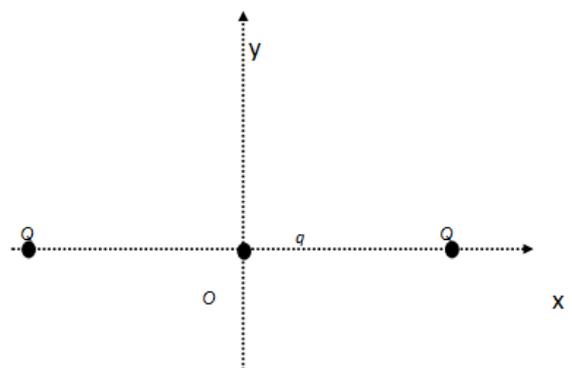
outra. Uma terceira carga negativa q_3 é colocada no ponto P entre q_1 e q_2 , a uma distância x da carga q_1 , conforme mostra a figura.



Para que as forças sobre a carga q_3 sejam nulas, o valor de x é:

- a) $\frac{d}{2}$
- b) $\frac{d}{3}$
- c) $\frac{d}{4}$
- d) $\frac{d}{6}$

7) (AFA) Duas esferas eletrizadas com carga Q são mantidas fixas, em pontos equidistantes de um ponto O onde é colocada uma terceira esfera de carga q .



Considere as afirmativas

- I - Se $Q \cdot q > 0$ haverá equilíbrio estável de q em relação a Ox .
- II - Se $Q \cdot q < 0$ haverá equilíbrio instável de q em relação a Oy .
- III - Tanto para $Q \cdot q > 0$ ou $Q \cdot q < 0$ o equilíbrio de q será indiferente.

É (são) correta(s)

- a) apenas I e II. c) apenas I.
b) apenas II e III. d) I, II e III.

- d) $\frac{\sqrt{3} K_0 Qq}{9d^2}$
e) $\frac{K_0 Qq}{d^2}$

8) (ESPCEX) O desenho abaixo mostra uma barra homogênea e rígida "AB" de peso desprezível, apoiada no ponto "O" do suporte.



A distância da extremidade "B" ao ponto de apoio "O" é o triplo da distância de "A" a "O".

No lado esquerdo, um fio ideal isolante e inextensível, de massa desprezível, prende a extremidade "A" da barra a uma carga elétrica puntiforme positiva de módulo "Q". A carga "Q" está situada a uma distância "d" de uma outra carga elétrica fixa puntiforme negativa de módulo "q".

No lado direito, um fio ideal inextensível e de massa desprezível prende a extremidade "B" da barra ao ponto "C".

A intensidade da força de tração no fio "BC", para que seja mantido o equilíbrio estático da barra na posição horizontal, é de:

Dados:

$$\begin{aligned} \text{sen } 30^\circ &= \text{cos } 60^\circ = 1/2 \\ \text{cos } 30^\circ &= \text{sen } 60^\circ = \sqrt{3}/2 \end{aligned}$$

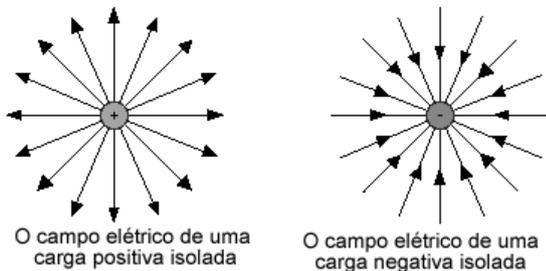
K_0 é a constante eletrostática do meio

- a) $\frac{K_0 Qq}{2d^2}$
b) $\frac{K_0 Qq}{4d^2}$
c) $\frac{\sqrt{3} K_0 Qq}{3d^2}$

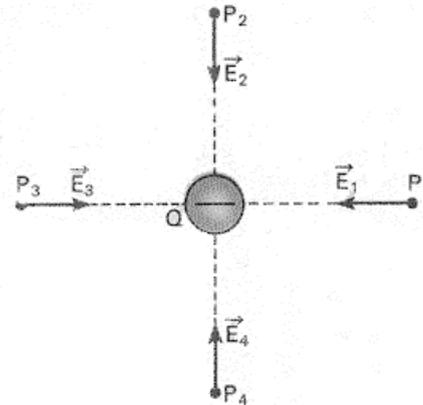
AULA 34 - CAMPO ELÉTRICO

O campo elétrico é uma região do espaço onde ocorrem as interações elétricas. Uma partícula carregada (geratriz), cria ao seu redor uma região de campo elétrico que pode ser sentida por outra partícula carregada (carga teste).

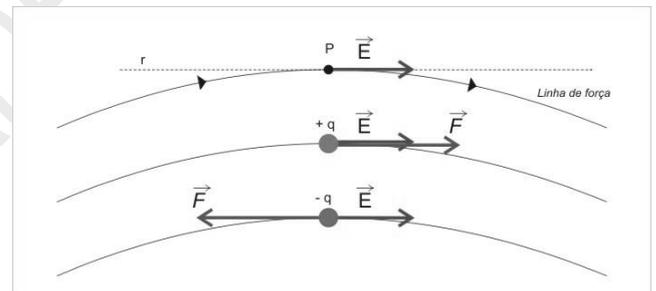
A região de campo elétrico é representada por meio de linhas radiais cujo centro coincide com o centro do corpo que cria o campo. Quanto mais próximas as linhas de campo elétrico mais intenso será o campo criado. Convencionamos que o campo elétrico gerado por partículas positivas são radiais no sentido de afastamento da partícula e, as cargas negativas criam campos elétricos cujas linhas tem o sentido de aproximação da partícula (veja a figura abaixo):



Como dissemos anteriormente, quanto mais próximas as linhas de campo estiverem, mais intenso será o campo elétrico. O valor ou intensidade do campo elétrico é dado pelo vetor campo elétrico (E), onde sua direção é tangente às linhas de campo no ponto onde se deseja medir o valor e seu sentido aponta no mesmo sentido das linhas de campo naquele ponto. (veja a figura abaixo).



Podemos notar ainda que se a carga teste é positiva, o vetor campo elétrico possui o mesmo sentido da força elétrica que atua sobre ela e se a carga teste é negativa, o vetor campo elétrico atua no sentido contrário ao da força elétrica sobre ela.



A intensidade do vetor campo elétrico (E) é dada pela expressão:

$$\vec{E} = k \cdot \frac{|Q|}{d^2}$$

Onde Q é a carga geradora do campo e d é a distância do ponto onde se está medindo até o centro da carga geratriz. O campo elétrico é dado em N/C, já que podemos escrever esta relação à partir da Lei de Coulomb, tomando como Q a carga geratriz e q como a carga teste, teríamos a força elétrica entre elas dada por:

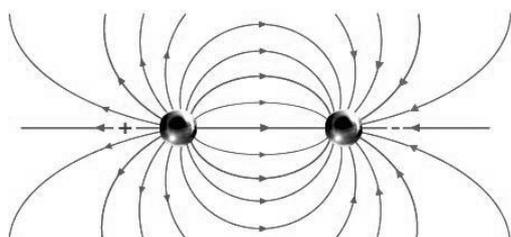
$$\vec{F} = k \cdot \frac{|Q| \cdot |q|}{d^2}$$

Onde podemos notar que a expressão para o campo elétrico E está inserida na anterior, portanto:

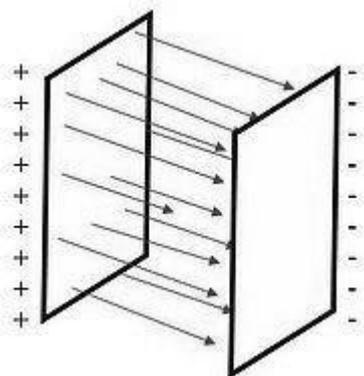
$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

Campo Elétrico Uniforme - CEU

Ocorre quando um corpo carregado (como uma placa por exemplo) é posicionado frontalmente a um outro corpo carregado de sinal contrário. Neste caso, forma-se um dipolo elétrico e as linhas de campo tendem a sair do corpo positivo e entrar no corpo negativo. No caso de partículas pontuais teríamos a seguinte forma para o campo elétrico lembrando que duas linhas de campo jamais se cruzam:



Quando tivermos superfícies carregadas de sinais contrários, podemos ter o chamado campo elétrico uniforme entre as superfícies, onde as linhas de campo estão igualmente espaçadas ao longo de todo o espaço:

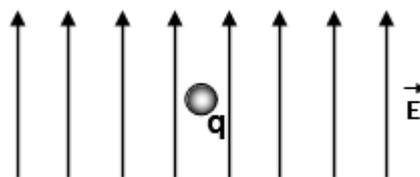


Devemos ressaltar que o vetor campo elétrico como o próprio nome diz, é um vetor. Assim, quando várias cargas estiverem criando o

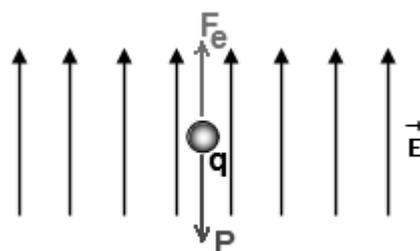
campo, o valor do campo elétrico em um determinado ponto será dado pela soma vetorial dos diversos campos criados pelas diferentes cargas!!

Vejam os alguns exemplos:

Exemplo 1- Uma gota de óleo se mantém em equilíbrio vertical ao ser imersa em uma região de campo elétrico dado pela figura. Determine o valor de E , sabendo que a massa da gota é igual a 2 g e sua carga elétrica é igual a $2\mu\text{C}$. Use $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Para que a gota permaneça em equilíbrio, é necessário que o somatório das forças que atuam sobre ela seja igual a zero. Assim, podemos representar as duas forças que atuam sobre a gota: a força Peso e a força Elétrica sobre ela (já que a gota está carregada e imersa num campo elétrico).



Desta forma temos:

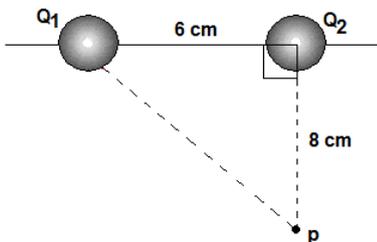
$$F_e = P$$

$$q \cdot E = m \cdot g$$

$$E = m \cdot \frac{g}{q} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{2 \cdot 10^{-6}} = 1 \times 10^4 \text{ N/C}$$

Exemplo 2 – Considere o arranjo da figura onde a carga $Q_1 = 8 \mu\text{C}$ e a carga $Q_2 = 2 \mu\text{C}$. Determine

o valor, a direção e o sentido do vetor campo elétrico no ponto p. Use $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.



Podemos resolver o problema lembrando que o vetor campo elétrico em p será a soma dos campos produzidos pelas cargas 1 e 2. Assim devemos determinar o campo elétrico produzido pela carga 1:

$$E_1 = k \cdot \frac{|Q_1|}{d_1^2}$$

$$E_1 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{|8 \cdot 10^{-6}|}{(10 \cdot 10^{-2})^2}$$

Aqui passamos as distâncias para metros. A distância 1 é a hipotenusa do triângulo retângulo (10 cm). Assim:

$$E_1 = \frac{72 \cdot 10^3}{10^{-2}} = 7,2 \cdot 10^6 \text{ N/C}$$

Repetindo o procedimento para a carga 2, temos:

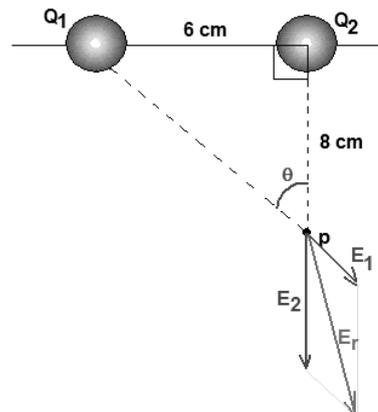
$$E_2 = k \cdot \frac{|Q_2|}{d_2^2}$$

$$E_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{|2 \cdot 10^{-6}|}{(8 \cdot 10^{-2})^2} = 45 \cdot 10^6 \text{ N/C}$$

O campo resultante é a soma vetorial dos dois campos criados. Assim, a resultante entre os dois vetores seria dada pela lei dos cossenos:

$$E_R = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2 \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot \cos\theta}$$

Onde θ é o ângulo entre os vetores E_1 e E_2 . Podemos determinar esse ângulo observando a figura que mostra para onde cada vetor está direcionado. Lembre-se que cargas positivas criam linhas de afastamento e é sobre essas linhas que o vetor campo elétrico se posiciona:



Desta forma temos:

$$E_R = \sqrt{(7,2 \cdot 10^6)^2 + (45 \cdot 10^6)^2 + 2 \cdot (7,2 \cdot 10^6) \cdot (45 \cdot 10^6) \cdot 0,8}$$

Onde 0,8 é o valor do cosseno do ângulo entre os vetores, dado pelo cateto adjacente ao ângulo (8) dividido pela hipotenusa (10). Resolvendo a equação temos o valor do campo em p, dado por:

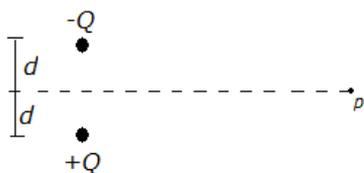
$$E_R = \sqrt{51,84 \cdot 10^{12} + 2025 \cdot 10^{12} + 518,4 \cdot 10^{12}}$$

$$= \sqrt{2595,24 \cdot 10^{12}} = 51 \cdot 10^6 \text{ N/C}$$

E aponta no sentido indicado na figura!

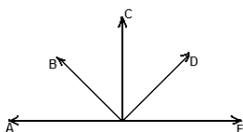
EXERCÍCIOS

1) Na figura, o ponto P está equidistante das cargas fixas $+Q$ e $-Q$.



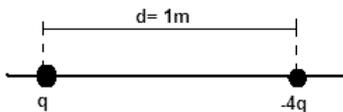
Qual dos vetores indica a direção e o sentido do campo elétrico em P , devido a essas cargas?

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E



2) Na distribuição de cargas elétricas representada na figura, o ponto onde o campo elétrico é nulo fica:

- a) entre as cargas e no centro.
- b) entre as cargas e a $0,3 m$ de q .
- c) a $2m$ de $-4q$ e à sua direita.
- d) a $1m$ de q e à sua esquerda.
- e) a $4m$ de q e à sua esquerda.

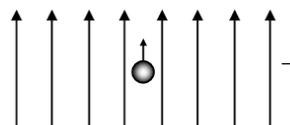


3) Baseando-se na Lei de Coulomb e na definição de campo elétrico de uma carga puntiforme, podemos estimar, qualitativamente, que o campo elétrico produzido por uma linha de transmissão de energia, que tem uma densidade linear de cargas λ (C/m), a uma distância r , perpendicular à linha, é proporcional a

- a) $r\lambda$

- b) r/λ
- c) $r/2\lambda$
- d) λ/r

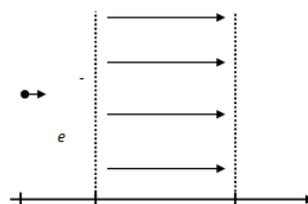
4) Uma gota de óleo de massa m e carga q é solta em uma região de campo elétrico uniforme E , conforme mostra a figura.



Mesmo sob o efeito da gravidade a gota move-se para cima com aceleração g . O módulo do campo elétrico é

- a) $E = \frac{2mg}{q}$
- b) $E = \frac{2mq}{g}$
- c) $E = \frac{2qg}{m}$
- d) $E = \frac{2m}{qg}$

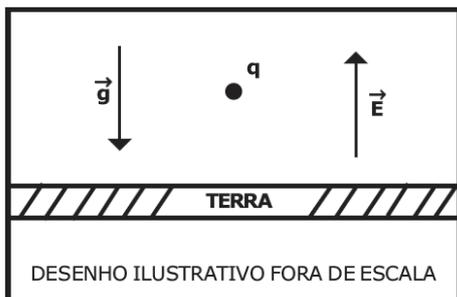
5) Um elétron desloca-se na direção x , com velocidade inicial \vec{v}_0 . Entre os pontos x_1 e x_2 , existe um campo elétrico uniforme, conforme mostra a figura abaixo.



Desprezando o peso do elétron, assinale a alternativa que **MELHOR** descreve o módulo da velocidade v do elétron em função de sua posição x .

- a)
- b)
- c)
- d)

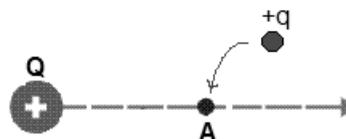
- 6) (Espcex – 2016) Uma partícula de carga q e massa 10^{-6} kg foi colocada num ponto próximo à superfície da Terra onde existe um campo elétrico uniforme, vertical e ascendente de intensidade $E=10^5$ N/C. Sabendo que a partícula está em equilíbrio, considerando a intensidade da aceleração da gravidade $g=10$ m/s², o valor da carga q e o seu sinal são respectivamente:



- a) 10^{-3} μ C, negativa
- b) 10^{-5} μ C, positiva
- c) 10^{-5} μ C, negativa
- d) 10^{-4} μ C, positiva
- e) 10^{-4} μ C, negativa

AULA 35 - POTENCIAL ELÉTRICO

Considere um campo elétrico gerado por uma carga Q . Ao colocarmos uma carga de prova q neste campo, notamos que, conforme a combinação de sinais entre as duas cargas, esta carga q , será atraída ou repelida, adquirindo movimento. Como vimos anteriormente, um corpo em movimento possui Energia Cinética, que provavelmente foi obtida da transformação de algum tipo de energia potencial. A energia potencial ligada à atuação de um campo elétrico é chamada de Energia Potencial Elétrica. Assim como na mecânica, a energia potencial pode ser calculada através do trabalho da força elétrica num deslocamento entre dois pontos do campo. Desta forma, considerando um campo elétrico uniforme (para simplificar), o trabalho realizado pela força elétrica para deslocar uma carga q até o ponto A ao longo de uma linha de campo, pode ser dado por:



$$\tau = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

$$\tau_{Fel} = F_{el} \cdot d \cdot \cos 0^\circ$$

$$\tau_{Fel} = F_{el} \cdot d$$

Como sabemos que a força elétrica pode ser dada pelo produto da carga pelo campo elétrico, podemos substituí-la na expressão acima obtendo:

$$\tau_{Fel} = q \cdot E \cdot d$$

Se agora substituirmos o campo elétrico pela fórmula usual, teremos:

$$\tau_{Fel} = q \cdot \frac{k \cdot |Q|}{d^2} \cdot d$$

$$\tau_{Fel} = q \cdot \frac{k \cdot Q}{d}$$

Essa expressão é a energia potencial elétrica que uma carga q adquire ao ser colocada no ponto A. Ou seja, a energia potencial elétrica pode ser dada por:

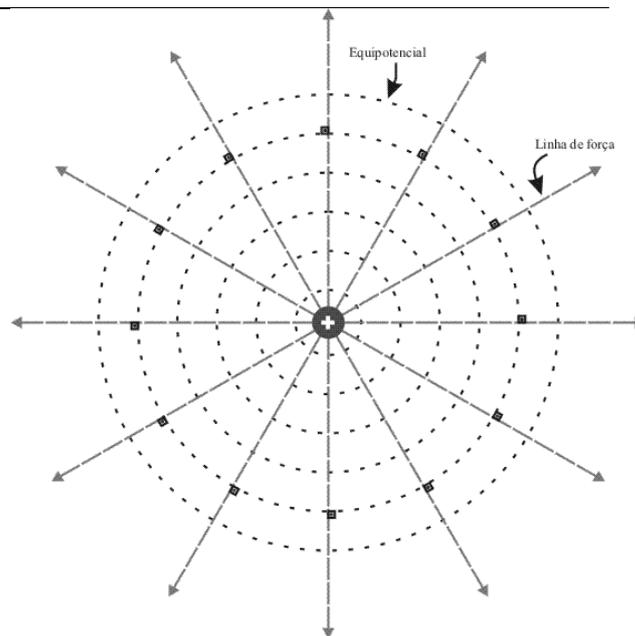
$$E_{p_{el}} = q \cdot \frac{k \cdot Q}{d}$$

Aqui a quantidade que aparece após q na expressão acima, é denominada potencial elétrico, e está diretamente relacionado com a energia potencial que uma carga adquire ao ser colocado naquele ponto do campo.

$$V = \frac{k \cdot Q}{d}$$

Vale ressaltar que o potencial elétrico é escalar e representa apenas um ponto do espaço. A unidade adotada, no SI para o potencial elétrico é o volt (V), em homenagem ao físico italiano Alessandro Volta, e a unidade designa Joule por Coulomb (J/C). Cada ponto do campo teria, portanto, um valor de potencial que depende somente da distância do ponto à carga geratriz. Desta forma, pontos diferentes que estejam à uma mesma distância da carga geradora teriam o mesmo potencial. Se ligarmos tais pontos por meio de uma linha, teremos a chamada superfície equipotencial, na qual todos os pontos sobre essa linha teriam o mesmo valor de potencial elétrico.

Para o caso particular onde o campo é gerado por apenas uma carga, estas linhas equipotenciais serão circunferências, já que o valor do potencial diminui uniformemente em função do aumento da distância (levando-se em conta uma representação em duas dimensões, pois caso a representação fosse tridimensional, os equipotenciais seriam representados por esferas ocas, o que constitui o chamado efeito casca de cebola, onde quanto mais interna for a casca, maior seu potencial).

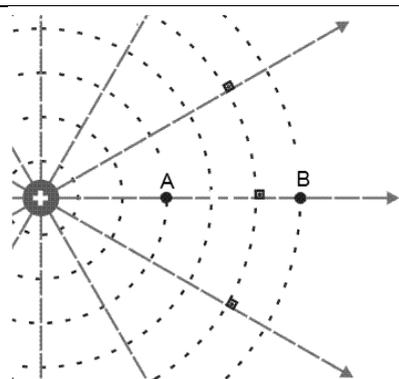


Quando existe mais de uma partícula eletrizada gerando campos elétricos, em um ponto P que está sujeito a todas estes campos, o potencial elétrico é igual à soma de todos os potenciais criados por cada carga, ou seja:

$$V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_N$$

Diferença de potencial entre dois pontos

Considere dois pontos de um campo elétrico, A e B, cada um a uma distância diferente da carga geradora, ou seja, com potenciais diferentes. Se quisermos saber a diferença de potenciais entre os dois pontos, devemos calcular o valor do potencial em A e em B e subtrair o valor encontrado, ou seja:



$$V_A = \frac{k \cdot Q}{d_A}$$

E

$$V_B = \frac{k \cdot Q}{d_B}$$

Assim, a diferença entre esses potenciais seria dada por:

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

Onde U_{AB} representa a diferença de potencial entre os pontos A e B, também chamada de tensão ou voltagem. Assim, podemos escrever a expressão para o trabalho da força elétrica (ou para a energia potencial elétrica) entre os pontos A e B da seguinte forma:

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

$$U_{AB} = \frac{k \cdot Q}{d_A} - \frac{k \cdot Q}{d_B}$$

Se multiplicarmos ambos os lados por q (a carga teste que seria deslocada pela força elétrica entre os pontos A e B), teremos:

$$q \cdot U_{AB} = q \cdot \frac{k \cdot Q}{d_A} - q \cdot \frac{k \cdot Q}{d_B}$$

Note que podemos reescrever a expressão acima em função da força elétrica constante sobre a carga q em cada ponto:

$$q \cdot U_{AB} = F \cdot d_A - F \cdot d_B = F \cdot (d_A - d_B)$$

$$q \cdot U_{AB} = F \cdot d_{AB} = \tau_{AB}$$

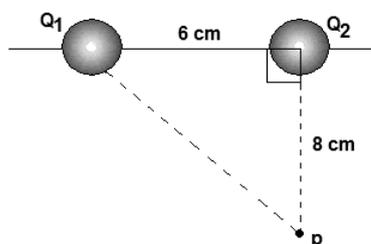
Ou seja, o trabalho da força elétrica pode ser escrito como sendo:

$$\tau_{AB} = q \cdot U_{AB}$$

E ainda, podemos verificar que num campo elétrico uniforme:

$$U_{AB} = E \cdot d_{AB}$$

Exemplo 1 – Considere o arranjo da figura onde a carga $Q_1 = -8 \mu\text{C}$ e a carga $Q_2 = 2 \mu\text{C}$. Determine o valor do potencial elétrico no ponto p. Use $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$.



Podemos resolver o problema lembrando que o potencial elétrico em p será a soma escalar dos potenciais gerados pelas cargas 1 e 2 no ponto p. Desta forma, basta calcularmos o potencial de cada carga no ponto p e somá-los. Assim:

$$V_1 = \frac{k \cdot Q_1}{d_1}$$

$$V_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-8 \cdot 10^{-6})}{0,10}$$

$$V_1 = -7,2 \cdot 10^5 \text{ V}$$

E também:

$$V_2 = \frac{k \cdot Q_2}{d_2}$$

$$V_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (2 \cdot 10^{-6})}{0,08}$$

$$V_1 = +2,25 \cdot 10^5 V$$

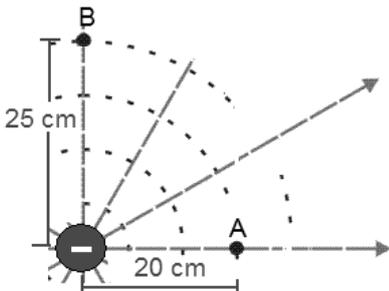
Desta forma, o potencial resultante seria a soma escalar desses potenciais, ou seja:

$$V_p = V_1 + V_2$$

$$V_p = -7,2 \cdot 10^5 + 2,25 \cdot 10^5$$

$$V_p = -4,95 \cdot 10^5 V$$

Exemplo 2 – Considere o arranjo da figura onde uma carga $Q = -4 \mu C$ cria um campo elétrico ao seu redor. Determine o trabalho da força elétrica para deslocar uma carga de prova $q = 2 \mu C$ do ponto A ao ponto B. Use $k = 9 \cdot 10^9 N \cdot m^2 / C^2$.



Podemos resolver o problema lembrando que o trabalho da força elétrica depende da variação do potencial elétrico entre os pontos A e B. Como o potencial depende somente da distância até o ponto, o trabalho independe da trajetória que a carga q faria de A para B, dependendo somente da diferença de distância entre A e B. Assim temos:

$$\tau_{AB} = q \cdot U_{AB}$$

$$V_A = \frac{k \cdot Q}{d_A} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-4 \cdot 10^{-6})}{0,2} = -18 \cdot 10^4 V$$

$$V_B = \frac{k \cdot Q}{d_B} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-4 \cdot 10^{-6})}{0,25} = -14,4 \cdot 10^4 V$$

$$U_{AB} = V_A - V_B = -18 \cdot 10^4 - (-14,4 \cdot 10^4) = -3,6 \cdot 10^4 V$$

Assim, o trabalho da força elétrica para deslocar a carga q de A até B, será dado por:

$$\tau_{AB} = q \cdot U_{AB}$$

$$\tau_{AB} = 2 \cdot 10^{-6} \cdot (-3,6 \cdot 10^4) = -7,2 \cdot 10^{-2} \text{ Joules}$$

O sinal do trabalho (negativo), significa que temos um trabalho resistente, ou seja, a carga q não se desloca espontaneamente de A para B. Esse deslocamento só será possível na presença de uma força externa, já que naturalmente a carga q (positiva) se desloca em direção ao ponto de menor potencial!

EXERCÍCIOS

- 1) Duas cargas elétricas de mesmo módulo e de sinais contrários são colocadas a uma determinada distância. No ponto médio da reta que une as duas cargas, teremos:
 - a) O campo elétrico é nulo e o potencial elétrico não.
 - b) O campo e o potencial elétrico são nulos.
 - c) O potencial elétrico é nulo e o campo elétrico não.
 - d) O potencial elétrico é numericamente duas vezes maior que a intensidade do campo elétrico.
 - e) O campo e o potencial elétricos não são nulos.
- 2) Em uma região de campo elétrico uniforme, de intensidade $2 \cdot 10^3 N/C$, a diferença de potencial, em volts, entre dois pontos, situados sobre uma linha de força do campo

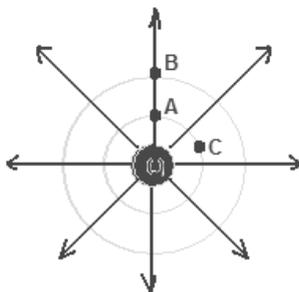
elétrico e separados por uma distância de 50 cm é:

- a) 10^3
- b) 10^5
- c) $4 \cdot 10^3$
- d) $2,5 \cdot 10^4$

3) Duas cargas de valor q estão separadas de um ponto A pela distância d . A que distância do ponto A deve ser colocada uma carga $-q$ para que o potencial em A seja nulo?

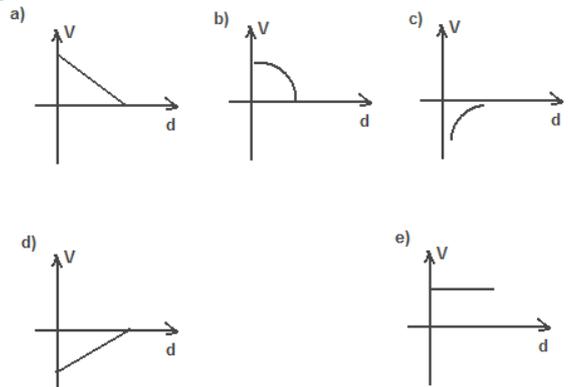
- a) $d/2$
- b) d
- c) $d/4$
- d) $2d$

4) Na figura a seguir estão representados algumas linhas de força do campo criado pela carga Q . Os pontos A, B e C estão sobre circunferências centradas na carga. Assinale a alternativa FALSA:



- a) Os potenciais elétricos em A e C são iguais.
- b) O potencial elétrico em A é maior do que em B.
- c) Uma carga elétrica positiva colocada em A tende a se afastar da carga Q.
- d) O trabalho realizado pelo campo elétrico para deslocar uma carga de A para C é nulo.
- e) O campo elétrico em B é mais intenso do que em A.

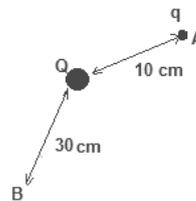
5) O gráfico que melhor descreve a relação entre potencial elétrico V , originado por uma carga elétrica $Q < 0$, e a distância d de um ponto qualquer à carga é:



6) Um sistema formado por três cargas puntiformes iguais, colocadas em repouso nos vértices de um triângulo equilátero, tem energia potencial eletrostática igual a U . Substitui-se uma das cargas por outra, na mesma posição, mas com o dobro do valor. A energia potencial eletrostática do novo sistema será igual a:

- a) $4U/3$
- b) $3U/2$
- c) $5U/3$
- d) $2U$
- e) $3U$

7) Na figura a seguir, $Q = 20 \mu\text{C}$ e $q = 1,5 \mu\text{C}$ são cargas puntiformes no vácuo ($k = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$). O trabalho realizado pela força elétrica em levar a carga q do ponto A para o ponto B é:



- a) 1,8 J
- b) 2,7 J
- c) 3,6 J
- d) 4,5 J
- e) 5,4 J

8) Um corpúsculo de 0,2 g eletrizado com carga de $80 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, varia sua velocidade de 20 m/s para 80 m/s ao ir do ponto A para o ponto B de um campo elétrico. A d.d.p. entre os pontos A e B desse campo elétrico é:

- a) 1500 V
- b) 3000 V
- c) 7500 V
- d) 8500 V
- e) 9000 V

9) (EFOMM) A unidade de diferença de potencial (ddp) denomina-se Volt, uma homenagem ao físico italiano Alessandro Volta (1745–1827) que construiu a primeira pilha elétrica. No Sistema Internacional de Unidades (SI), uma ddp de 110 volts significa que para uma carga elétrica de 1 coulomb é (são) necessário(s) _____ de energia para deslocá-la entre dois pontos, num campo elétrico.

Assinale a alternativa que completa corretamente a lacuna acima.

- a) 1 joule
- b) 110 joules
- c) 110 ampères
- d) 110 eletron-volts

10) (EEAER) Considere uma esfera metálica oca com 0,1 m de raio, carregada com 0,01 C de carga elétrica, em **equilíbrio eletrostático** e com vácuo no seu interior. O valor do campo elétrico em um ponto situado no centro dessa esfera tem intensidade de _____ N/C.

- a) 0,0
- b) 1,0
- c) 10,0
- d) 100,0

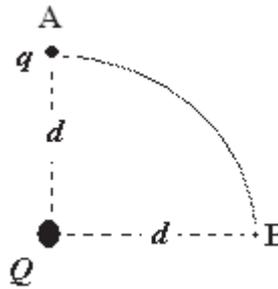
11) (EFOMM) Uma carga puntiforme com $4 \cdot 10^{-9}$ C, situada no vácuo, gera campo elétrico ao seu redor. Entre dois pontos, A e B, distantes respectivamente 0,6 m e 0,8 m da carga, obtém-se a diferença de potencial V_{ab} de _____ volts.

Obs.: $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

- a) 15
- b) 20
- c) 40
- d) 60

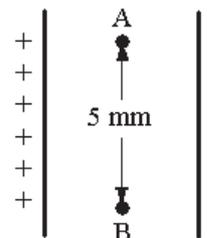
12) (AFA) Uma carga puntiforme Q de $10 \mu\text{C}$ gera um campo elétrico no qual tem-se dois pontos

A e B representados na figura a seguir. Assinale a alternativa que representa o valor do trabalho, em joules, da força elétrica para transportar uma carga q de $3 \mu\text{C}$ a partir de A até B, mantendo uma trajetória circular.



- a) 0,0.
- b) 1,5.
- c) 3,0.
- d) 4,5.

13) (EFOMM) Entre duas placas carregadas de um capacitor de placas paralelas tem-se um campo elétrico uniforme de $1,6 \times 10^{-3} \text{ N/C}$. Calcule o valor da diferença de potencial entre os pontos A e B, em volts, de acordo com a figura.



- a) 0
- b) 4
- c) 8
- d) 16

AULA 36 - CAPACITORES

Um capacitor ou condensador é um dispositivo elétrico que armazena cargas elétricas. Definimos por capacidade elétrica ou **capacitância**, a quantidade de carga que pode ser armazenada por um capacitor numa determinada diferença de potencial.

$$C = \frac{Q}{U}$$

A capacitância elétrica é uma constante para cada forma de condutor e meio em que se encontra. Para um condutor esférico, a capacitância pode ser determinada por:

$$C = \frac{R}{k}$$

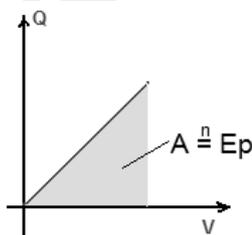
A unidade no S.I. de capacidade elétrica é o Farad (F), definida como $1F=1C/1V$. Podemos determinar a energia potencial elétrica armazenada em um capacitor pelas expressões:

$$E_p = \frac{Q^2}{2C}$$

$$E_p = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

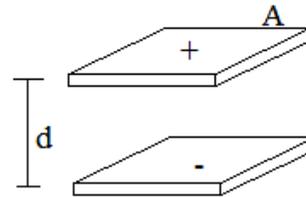
$$E_p = \frac{Q \cdot U}{2}$$

Em um gráfico $Q \times V$, a área sob a curva representa a energia potencial elétrica.



Um capacitor é um conjunto de dois condutores (armaduras), eletrizados com quantidades de cargas de mesmo valor absoluto, mas de sinais opostos.

Para o caso de um capacitor plano, temos:

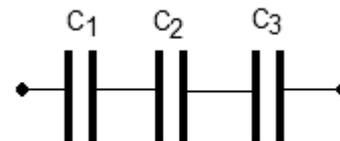


$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

Onde A é a área da superfície das armaduras e d é a distância entre elas. Aqui, ϵ é a permissividade elétrica do isolante (dielétrico) entre as armaduras. Podemos associar capacitores de modo a obter um capacitor resultante (capacitor equivalente), que equivale a um capacitor que substitui a todos os outros naquele arranjo.

Associação em Série de Capacitores

Numa associação em série, os capacitores são ligados um após o outro formando uma única linha.



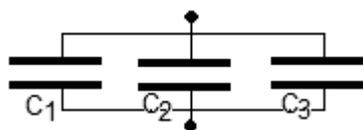
O capacitor equivalente da associação pode ser obtido pela expressão:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \dots$$

Na associação em série a ddp se divide entre os vários capacitores e todos os capacitores têm a mesma carga Q .

Associação em Paralelo de Capacitores

Os capacitores são ligados um paralelo ao outro na forma de pontes.



$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots$$

Na associação em paralelo, a carga Q fica dividida entre os capacitores e a ddp é a mesma para todos.

Condutores em Equilíbrio

Um condutor eletrizado ou não, é dito em equilíbrio eletrostático quando nele não ocorre movimento ordenado de cargas elétricas em relação a um referencial fixo no condutor. Desta forma temos que:

“O campo elétrico resultante no interior do condutor é nulo”.

Como o campo elétrico no interior do condutor em equilíbrio é nulo, isto significa que uma carga colocada em qualquer ponto no interior do condutor não adquiriria movimento, ou seja, não existe naquela região, pontos a diferentes potenciais elétricos. Desta forma podemos afirmar:

“O potencial em todos os pontos internos de um condutor inclusive em sua superfície é constante.”

O potencial elétrico do condutor é o valor do potencial em qualquer ponto de um condutor em equilíbrio e, como todos os pontos da sua superfície têm o mesmo potencial, ela é dita superfície equipotencial, e as linhas de campo elétrico neste condutor seriam perpendiculares à superfície.

Qualquer excesso de carga em um condutor inicialmente em equilíbrio acaba se acumulando na superfície de maneira uniforme, já que por possuírem o mesmo sinal, acabam por se repelirem mutuamente até a maior distância possível. Assim, podemos afirmar:

“As cargas elétricas em excesso num condutor em equilíbrio eletrostático se acumulam uniformemente em sua superfície externa.”

Condutores Esféricos

Para pontos externos à esfera, o potencial elétrico e o campo elétrico são calculados como se toda a carga do condutor fosse puntiforme e localizada no centro da esfera. Desta forma, para pontos externos à esfera, o campo elétrico e o potencial são calculados da mesma forma que aprendemos anteriormente, ou seja:

$$E_{ext} = \frac{k \cdot |Q|}{d^2}$$

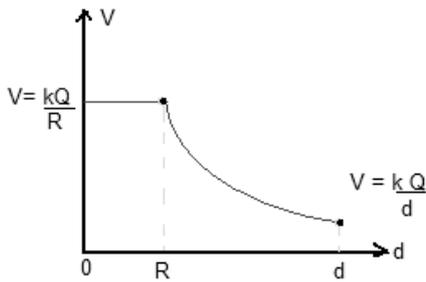
e

$$V_{ext} = \frac{k \cdot Q}{d}$$

Vale ressaltar que para pontos infinitamente próximos à esfera a distância d pode ser substituída pelo raio da esfera, e o campo elétrico tem o seu valor diminuído pela metade:

$$E_{sup} = \frac{k \cdot |Q|}{2R^2}$$

Assim, o gráfico do potencial elétrico de um condutor esférico em função da distância do seu centro, é dado por:



Num condutor não esférico, as cargas tendem a se acumular em regiões pontiagudas, fazendo com que o ar próximo a estas regiões se ionize, podendo atrair cargas elétricas de sinais contrários com mais facilidade (poder das pontas). Dizemos que dois ou mais condutores estão em **equilíbrio elétrico**, quando possuem o **mesmo potencial elétrico**.

Exemplo 1 - A carga de um capacitor plano e isolador é $60 \mu C$. Diminuindo-se a distância entre as armaduras desse capacitor pela metade, o que acontece com a sua capacitância e sua energia potencial armazenada?

Como vimos, a capacitância de um capacitor plano é dada pela expressão:

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

Ao diminuirmos a distância entre suas placas, sem alterar a área das placas, teremos:

$$C' = \frac{\epsilon A'}{d'} = \frac{\epsilon A}{\left(\frac{d}{2}\right)} = \frac{2\epsilon A}{d} = 2C$$

Ou seja, a capacitância dobra!!

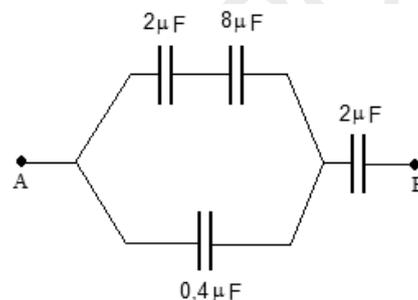
Já no caso da energia potencial armazenada, temos que:

$$E_p = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

Se a capacitância dobrar, notamos que a energia potencial também duplica!

$$E'_p = \frac{C' \cdot U'^2}{2} = \frac{2C \cdot U^2}{2} = 2 \cdot E_p$$

Exemplo 2 - No arranjo a seguir, determine a capacitância equivalente entre os pontos A e B.



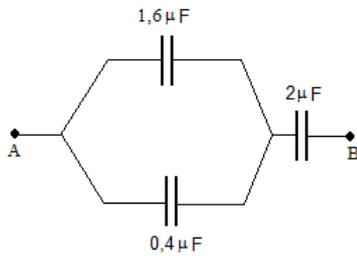
Para determinarmos a capacitância equivalente, ou seja, um capacitor que substitua todos os capacitores do esquema acima, temos que ir simplificando o arranjo. Assim, começando pela parte superior, podemos trocar os dois capacitores em série por um só capacitor no valor de $1,6 \mu F$ (usando a relação para capacitores em série) da seguinte forma:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{8} = \frac{8 + 2}{16} = \frac{10}{16}$$

$$C_{eq} = \frac{16}{10} = 1,6 \mu F$$

Ou seja, nosso novo arranjo ficaria da seguinte forma:

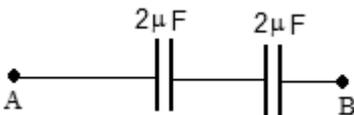


Agora podemos associar os capacitores em paralelo (1,6 e 0,4 μF), substituindo-os por um único capacitor equivalente de 2 μF , da seguinte forma:

$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

$$C_{eq} = 1,6 + 0,4 = 2 \mu\text{F}$$

Assim, o novo arranjo ficaria da seguinte forma:



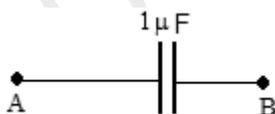
Agora, de maneira similar, vamos associar os dois capacitores que restaram em série, substituindo-os por um único capacitor equivalente de 1 μF , da seguinte forma:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{2}{2} = 1$$

$$C_{eq} = 1 \mu\text{F}$$

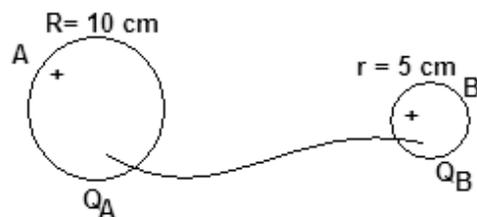
e desta forma teríamos:



Ou seja, todo o arranjo inicial poderia ser substituído por um único capacitor (equivalente) de 1 μF , que manteria todas as propriedades do arranjo.

EXERCÍCIOS

- Três esferas condutoras A, B e C, de raios 3a, 2a e a respectivamente, encontram-se ligadas por fios condutores. Antes das ligações, a esfera A tinha carga Q e as esferas B e C tinham carga nula. Assinale as alternativas corretas para as superfícies esféricas no equilíbrio do sistema:
 - Estão a um mesmo potencial
 - Têm a mesma carga Q/3
 - Têm o mesmo campo elétrico na superfície
 - De maior carga têm o maior potencial
 - De maior carga têm o maior campo elétrico na superfície
 - Têm o mesmo potencial, logo as cargas sobre elas são diferentes
 - Têm o mesmo potencial e isto implica que os campos elétricos destas superfícies sejam os mesmos.
- Duas esferas metálicas isoladas, A e B, estão eletricamente carregadas com cargas Q_A e Q_B .



Quando ligadas entre si por um fio condutor, haverá transferência de cargas entre elas até que se igualem:

- As cargas elétricas.
 - As capacitâncias.
 - Os campos elétricos.
 - Os potenciais elétricos.
 - As forças de atração.
- A carga de um capacitor plano e isolador é 20 μC . Duplicando-se a distância entre as

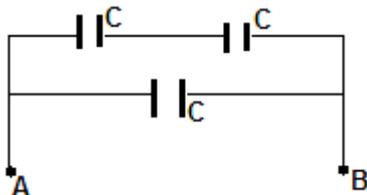
armaduras desse capacitor, a energia armazenada por ele:

- a) reduz-se a um quarto
- b) quadruplica
- c) reduz-se a metade
- d) duplica
- e) não se altera

4) Um catálogo de fábrica de capacitores descreve um capacitor de 25V de tensão de trabalho e com capacitância de 22000 μF . Se a energia armazenada neste capacitor se descarrega num motor sem atrito, arranjado para levantar um tijolo de 0,5 kg de massa, a altura alcançada pelo tijolo é ($g=10 \text{ m/s}^2$):

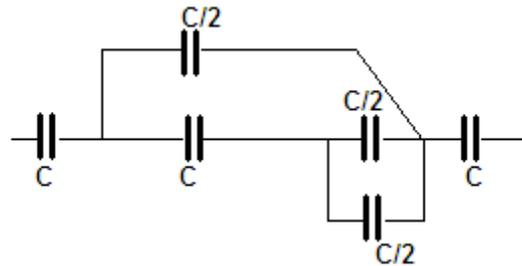
- a) 1 km
- b) 10 cm
- c) 1,4 m
- d) 20 m

5) Três capacitores de capacitâncias individuais C estão conectados conforme a figura. Entre os pontos A e B , esse sistema pode ser substituído por um único capacitor de capacitância:



- a) $C/3$
- b) $2C/3$
- c) $3C$
- d) C
- e) $3C/2$

6) (UFPA) A capacidade do condensador equivalente à associação mostrada na figura é:



- a) $2C/3$
- b) $C/3$
- c) $3C/2$
- d) $2C$
- e) $3C$

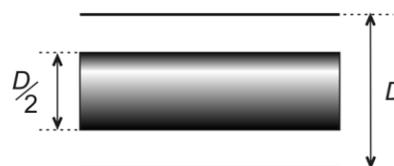
7) Uma casca metálica esférica e não eletrizada envolve uma partícula eletrizada. Afirma -se que:

- I - a casca esférica não interfere no campo elétrico gerado pela partícula.
- II - em pontos exteriores à casca o campo elétrico é nulo.
- III - qualquer ponto interior à casca apresenta o mesmo potencial elétrico.

Está(ão) correta(s) apenas

- a) II e III.
- b) I
- c) III.
- d) I e II.

8) (AFA) As placas de um capacitor a ar estão separadas entre si por uma distância igual a D . Ao se introduzir entre as placas, simetricamente em relação a elas, uma chapa metálica de espessura $D/2$ (figura abaixo), a capacitância do capacitor

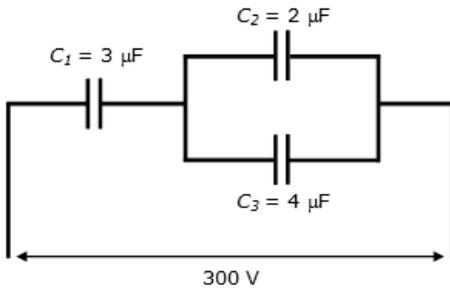


- a) triplica
- b) reduz à terça parte

- c) *reduz à metade*
d) *dobra*

- c) $\times 10^{-2}$
d) 8×10^{-2}

9) (AFA) Considere a associação da figura abaixo:



As cargas, em μC , de cada capacitor C_1 , C_2 e C_3 são, respectivamente

- a) 600, 200 e 400.
b) 600, 400 e 200.
c) 200, 300 e 400.
d) 200, 400 e 600.

10) (AFA) Três esferas condutoras de raio R , $3R$ e $5R$ e eletrizadas, respectivamente, com quantidade de cargas iguais a $-10 \mu\text{C}$, $-30 \mu\text{C}$ e $+13 \mu\text{C}$ estão muito afastadas entre si. As esferas são, então, interligadas por fios metálicos de capacitância desprezível até que o sistema atinja completo equilíbrio. Nessa situação, o valor da quantidade de carga, em micro coulombs, da esfera de raio $3R$ é

- a) -9
b) -3
c) 3 .
d) 9

11) (AFA) Dois capacitores planos, de placas paralelas, de mesma capacitância, 1 mF , são ligados em paralelo e conectados a uma fonte de tensão de 20 V . Após ambos estarem completamente carregados, são desconectados da fonte, e uma resistência é colocada no lugar da fonte, de maneira que, em um intervalo de tempo de $0,5 \text{ s}$, ambos se descarregam completamente. A corrente média, em ampères, na resistência vale

- a) $\times 10^{-1}$
b) $\times 10^{-1}$

12) (AFA) Um capacitor de placas planas e paralelas é ligado a uma fonte de tensão de 10 V até ficar totalmente carregado. A seguir é desligado da fonte e conectado a uma resistência R , de maneira que se descarrega completamente em $0,1 \text{ s}$, dissipando 2 W de potência. A capacitância, em F , e a carga acumulada no capacitor, em C , são, respectivamente,

- a) 2×10^{-2} e 2×10^{-3}
b) 2×10^{-3} e 2×10^{-2}
c) 2×10^{-3} e 2×10^{-1}
d) 2×10^{-1} e 2×10^{-3}

13) (ESPCEX) Duas esferas metálicas de raios R_A e R_B , com $R_A < R_B$, estão no vácuo e isoladas eletricamente uma da outra. Cada uma é eletrizada com uma mesma quantidade de carga positiva. Posteriormente, as esferas são interligadas por meio de um fio condutor de capacitância desprezível e, após atingir o equilíbrio eletrostático, a esfera A possuirá uma carga Q_A e um potencial V_A , e a esfera B uma carga Q_B e um potencial V_B . Baseado nas informações anteriores, podemos, então, afirmar que

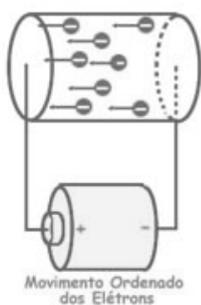
- a) $V_A < V_B$ e $Q_A = Q_B$
b) $V_A = V_B$ e $Q_A = Q_B$
c) $V_A < V_B$ e $Q_A < Q_B$
d) $V_A = V_B$ e $Q_A < Q_B$
e) $V_A > V_B$ e $Q_A = Q_B$

AULA 37 - CORRENTE ELÉTRICA

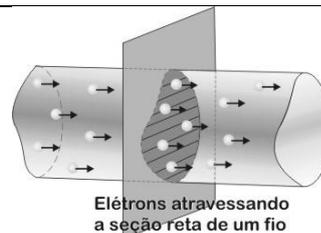
A **eletrodinâmica** é a parte da física que estuda as interações entre cargas elétricas em movimento. Em um condutor isolado, as cargas elétricas não estão em repouso, mas possuem um movimento desordenado.



Quando o condutor é submetido em suas extremidades a uma diferença de potencial, surge um campo elétrico em seu interior, e desta forma, as cargas elétricas ficam submetidas a uma força elétrica que faz com que se movimentem de forma ordenada através do condutor. Esse movimento ordenado pelo condutor é denominado: **corrente elétrica**.



A intensidade da corrente elétrica (i) é definida como sendo a quantidade de carga elétrica que atravessa uma seção reta do condutor num determinado tempo:



$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

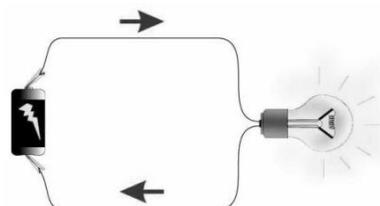
Ou

$$i = \frac{n \cdot e}{\Delta t}$$

é dada em ampéres (A). Um ampère é equivalente a $1A=1C/1s$. Comumente podemos encontrar as sub-unidades: mA (miliampéres = 10^{-3} A) e o μA (microampéres = 10^{-6} A).

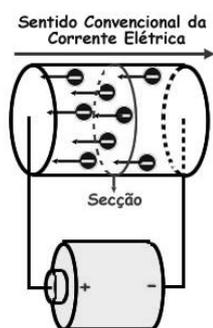
Circuitos Elétricos

Um circuito elétrico é um caminho fechado por onde os elétrons livres se deslocam levando energia elétrica. Um circuito elétrico simples deve conter: Fonte de tensão (pilha, bateria, tomada elétrica...), um interruptor, fios de ligação e um aparelho que transformará a energia elétrica em um outro tipo de energia (aparelho consumidor).



O aparelho consumidor pode ser uma lâmpada, uma televisão, um ferro elétrico de passar... Quando o aparelho possui como função principal o aquecimento, ou seja, ele é projetado para transformar energia elétrica em energia térmica, ele é chamado de resistor.

Quando os elétrons percorrem um circuito elétrico (caminho fechado), sentido da corrente elétrica é convencionado como sendo o contrário do movimento real dos elétrons pelo condutor, ou seja, tem o mesmo sentido do vetor campo elétrico no interior do condutor.



Definimos **Potência Elétrica**, como o trabalho realizado por uma fonte elétrica num determinado tempo. Essa potência, expressa em Watts, pode ser determinada por:

$$P = U \cdot i$$

ou também

$$P = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo}}$$

Exemplo 1 - Se durante 5s, 1 milhão de elétrons atravessarem a secção reta de um condutor metálico, qual a corrente elétrica que está percorrendo o condutor?

Como vimos, a corrente elétrica é definida como a quantidade de carga que atravessa um condutor num determinado tempo. Assim, teríamos:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{n \cdot |e|}{\Delta t}$$

$$i = \frac{10^6 \cdot |-1,6 \cdot 10^{-19}|}{5} = 0,32 \times 10^{-13} \\ = 3,2 \cdot 10^{-14} \text{ C/s}$$

$$i = 3,2 \cdot 10^{-14} \text{ A}$$

Exemplo 2 - Um chuveiro elétrico possui potência de 4400 W quando ligado na tensão elétrica de 220V. Sabendo que um kWh custa R\$ 0,30, determine o gasto mensal de uma pessoa que toma um banho de 15 minutos por dia usando este chuveiro.

A primeira coisa a fazer é determinarmos a energia consumida por este chuveiro ao longo de um mês. Podemos fazer isso usando a fórmula para a potência elétrica, ou seja:

$$P = \frac{\text{energia}}{\text{tempo}}$$

E assim teríamos:

$$E_n = P \times \Delta t$$

Desta forma, cada banho de 15 min (0,25 h) consome uma quantidade de energia igual a:

$$E_n = 4400 \times 0,25 = 1100 \text{ W} \cdot h$$

Ao longo de 1 mês (30 dias), terão sido consumidos:

$$E_n = 1100 \times 30 = 33.000 \text{ W} \cdot h$$

Ou em kWh, teríamos:

$$E_n = 33 \text{ kWh}$$

Assim, se 1 kWh custa R\$ 0,30, os 33 kWh custariam:

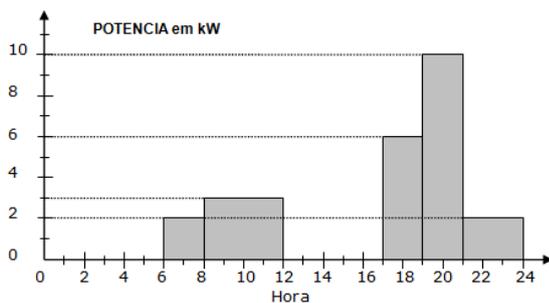
$$\text{Custo} = 0,30 \times 33 = \text{R\$ } 9,90$$

EXERCÍCIOS

- 1) (ESPCEX) Uma lâmpada dissipa 60W quando ligada a 220 V. Ligada em 110 V, a potência dissipada pela lâmpada será:
- 120 W
 - 90 W
 - 60 W
 - 30 W
 - 15 W

- 2) Uma corrente elétrica de 1,6 A percorre um fio condutor cilíndrico ligado a uma tomada de 100V. (a) quantos elétrons passam por uma seção reta deste fio condutor durante 100s? (b) quanto tempo seria necessário para aquecer 1 kg de água de 0° C até 40° C, supondo que 80% de energia dissipada no fio fosse utilizada para aquecer a água? Dados: Calor específico da água = 1 cal/g °C; 1 cal = 4J; carga do elétron = $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

- 3) O gráfico abaixo mostra a potência elétrica consumida, ao longo do dia, em uma certa residência alimentada com a voltagem de 120 V.



Se o kWh custa R\$ 0,10, o valor pago por 30 dias de consumo é

- R\$ 88,00.
 - R\$ 112,00.
 - R\$ 144,00.
 - R\$ 162,00.
- 4) Um forno de microondas opera na voltagem de 120 V e corrente de 5,0 A. Colocaram

nesse forno 200 mililitros de água à temperatura de 25 °C. Admite-se que toda energia do forno é utilizada para aquecer a água. O tempo para elevar a temperatura da água a 100 °C é: (use 1 cal = 4 J)

- 60 s.
 - 100 s.
 - 120 s.
 - 150 s.
- 5) (AFA) Um dos equipamentos domésticos de maior consumo é o chuveiro elétrico. Em uma determinada residência utiliza-se um chuveiro de 4 kW, de potência, duas vezes por dia com banhos de 30 minutos cada. E nessa mesma casa utiliza-se 6 lâmpadas elétricas de 100 W ligadas durante 5 horas por dia, ou seja, com consumo diário de 3 kWh. Se o tempo dos banhos for reduzido para 15 minutos cada, em um mês (30 dias), a economia alcançada por essa redução durante esse período, equivale a quantos dias do uso das lâmpadas?
- 10
 - 15
 - 20
 - 25

- 6) (AFA) Uma determinada bateria recarregável de 12 V, totalmente carregada, consegue manter acesa uma lâmpada de 24 W por 24 horas. Se esta lâmpada for trocada por outra com a metade da potência, por quanto tempo, em horas, a mesma bateria, depois de totalmente recarregada, conseguirá mantê-la acesa?

- 12
- 24
- 36
- 48

- 7) (EFOMM) Assinale a alternativa que preenche corretamente a afirmação a seguir: "O choque elétrico, sensação experimentada pelo corpo ao ser percorrido por uma corrente elétrica, também é conhecido como efeito _____ da corrente elétrica."

- térmico

- b) químico
- c) luminoso
- d) fisiológico

8) (ESPCEX) Num recipiente contendo 4,0 litros de água, a uma temperatura inicial de 20 °C, existe um resistor ôhmico, imerso na água, de resistência elétrica $R = 1\Omega$, alimentado por um gerador ideal de força eletromotriz $E = 50\text{ V}$, conforme o desenho abaixo. O sistema encontra-se ao nível do mar.

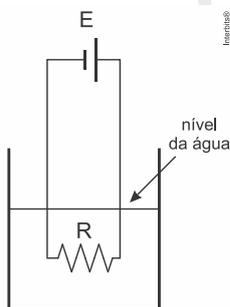
A transferência de calor para a água ocorre de forma homogênea. Considerando as perdas de calor desprezíveis para o meio, para o recipiente e para o restante do circuito elétrico, o tempo necessário para vaporizar 2,0 litros de água é

Dados:

calor específico da água = 4 kJ / kg °C

calor latente de vaporização da água = 2.230 kJ / kg

densidade da água = 1 kg / L

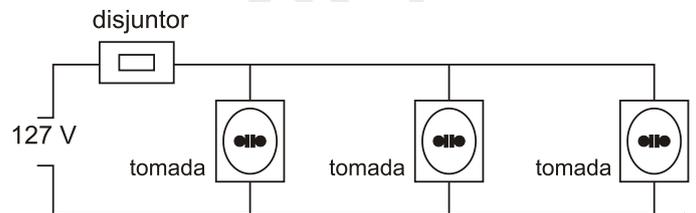


desenho ilustrativo - fora de escala

- a) 4.080 s
- b) 2.040 s
- c) 3.200 s
- d) 2.296 s

e) 1.500 s

9) (ESPCEX) O disjuntor é um dispositivo de proteção dos circuitos elétricos. Ele desliga automaticamente e o circuito onde é empregado, quando a intensidade da corrente elétrica ultrapassa o limite especificado. Na cozinha de uma casa ligada à rede elétrica de 127 V, há três tomadas protegidas por um único disjuntor de 25 A, conforme o circuito elétrico representado, de forma simplificada, no desenho abaixo.



desenho ilustrativo - fora de escala

A tabela a seguir mostra a tensão e a potência dos aparelhos eletrodomésticos, nas condições de funcionamento normal, que serão utilizados nesta cozinha.

APARELHOS	forno de micro-ondas	lava-louça	geladeira	cafeteira	liquidificador
TENSÃO (V)	127	127	127	127	127
POTÊNCIA (W)	2000	1500	250	600	200

Cada tomada conectará somente um aparelho, dos cinco já citados acima. Considere que os fios condutores e as tomadas do circuito elétrico da cozinha são ideais. O disjuntor de 25 A será desarmado, desligando o circuito, se forem ligados simultaneamente:

- a) forno de micro-ondas, lava-louça e geladeira.
- b) geladeira, lava-louça e liquidificador.
- c) geladeira, forno de micro-ondas e liquidificador.
- d) geladeira, cafeteira e liquidificador.
- e) forno de micro-ondas, cafeteira e liquidificador.

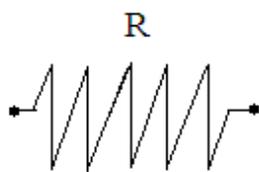
AULA 38 - RESISTÊNCIA ELÉTRICA

Quando os elétrons livres percorrem um condutor, o choque desses elétrons com os átomos da rede e/ou impurezas, faz com que certa quantidade de energia seja liberada na forma de calor. Esse fenômeno de aquecimento a partir de energia elétrica é denominado **efeito joule** e vários dispositivos elétricos se valem desse efeito para funcionar, como chuveiros e ferro elétrico.

A resistência elétrica é a dificuldade à passagem da corrente elétrica imposta por um condutor. A resistência de um determinado condutor pode ser determinada pela expressão:

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

Onde ρ é a resistividade do material, L o comprimento do fio em questão e A a área de secção reta do condutor. A resistividade é uma característica de cada material numa determinada faixa de temperatura. Materiais com alta resistividade são piores condutores de eletricidade sendo desta forma, chamados de materiais isolantes.



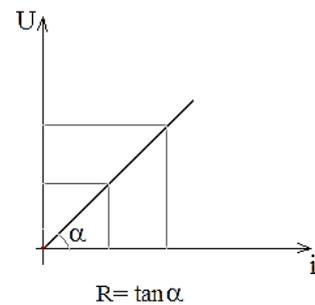
Símbolo do resistor

A resistência elétrica é dada em Ohms (Ω).

Existem dispositivos elétricos que utilizam a resistência elétrica como fator fundamental para o seu funcionamento. O dispositivo que usa tal função é denominado resistor, que basicamente converte energia elétrica em energia térmica.

Os resistores ôhmicos são assim chamados por obedecerem à Lei de Ohm numa determinada faixa de temperatura:

$$U = R \cdot i$$



Podemos notar pela expressão acima, que tais resistores variam linearmente a sua tensão em seus terminais com a corrente que os percorre.

Para os resistores não ôhmicos, a resistência acaba sendo diretamente proporcional à temperatura do resistor, já que um aumento da temperatura do material faz com que a agitação molecular seja maior no material, o que aumenta o número de choques entre os eletros livres e a rede. O aumento da temperatura faz também com que o comprimento do fio aumente, o que aumentaria a resistência do material. Desta forma temos:

$$R = R_0 [1 + \alpha \Delta \theta]$$

Onde R_0 representa a resistência à uma temperatura inicial θ_0 .

A quantidade de calor dissipada por um resistor pode ser determinada pelo cálculo de sua potência dissipada. A potência de um dispositivo elétrico é definida como sendo:

$$P = U \cdot i$$

A potência dissipada por um resistor, pode ser calculada por:

$$P = R \cdot i^2$$

Onde P é dado em Watts (W).

Associação de Resistores

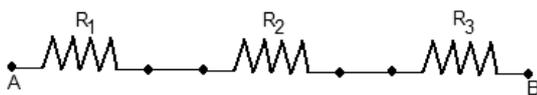
Podemos associar resistores de resistências elétricas diferentes ou não, para obtermos um resistor equivalente à associação, isto é, um resistor que substitui todo o arranjo. Os resistores podem ser associados de três formas:

- I. *Em série:* quando os resistores são ligados uns aos outros numa mesma linha.
- II. *Em paralelo:* Quando são ligados na forma de uma ponte.
- III. *Mista:* Quando num mesmo arranjo estão presentes resistores em série e em paralelo.

Vamos analisar cada caso detalhadamente,

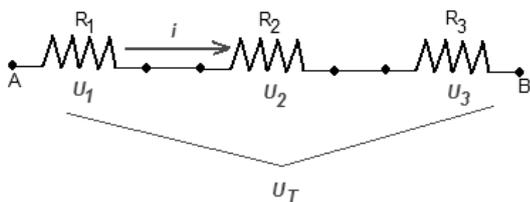
Resistores em Série

Numa associação em série os resistores estão associados num mesmo fio.



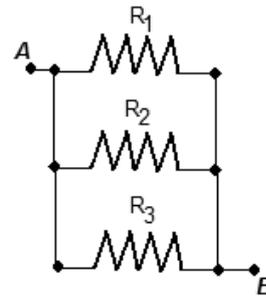
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$$

Desta forma, neste tipo de associação a corrente elétrica que atravessa os resistores é a mesma e a tensão total na associação é dividida proporcionalmente entre os resistores:



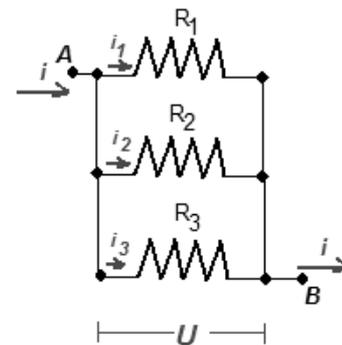
Resistores em Paralelo

Numa associação em paralelo, os resistores estão associados na forma de uma ponte, de modo que as extremidades dos resistores ficam sobre um mesmo condutor. Observe a figura:



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

Neste tipo de arranjo, a corrente elétrica se divide proporcionalmente entre os resistores e a tensão em cada um deles é a mesma!



Vejamos alguns exemplos de aplicação.

Exemplo 1 - Um fio de cobre com resistividade $1,69 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ possui um comprimento de 80 cm e raio de 0,5 mm. Qual a resistência elétrica deste fio?

Como vimos, a resistência elétrica de um trecho de um condutor é dada por:

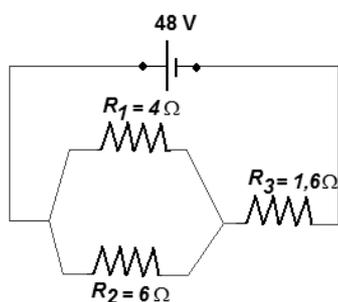
$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

Assim, considerando as unidades em metros, teremos:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} = \rho \cdot \frac{l}{\pi \cdot R^2} = \frac{1,69 \cdot 10^{-8} \times 0,80}{3,14 \times (5 \cdot 10^{-4})^2}$$

$$R = 0,017 \Omega$$

Exemplo 2 – Determine a corrente elétrica que atravessa cada um dos três resistores no circuito abaixo.



A primeira coisa que devemos fazer é tentar encontrar o resistor equivalente da associação. Iniciando com o trecho em paralelo (resistores 1 e 2), temos:

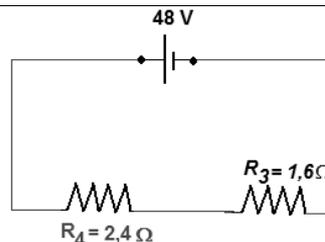
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{6 + 4}{24}$$

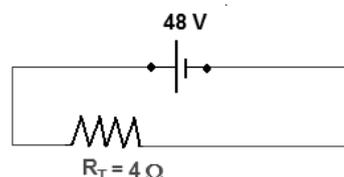
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{10}{24}$$

$$R_{eq} = 2,4 \Omega$$

Ou seja, o circuito pode ser redesenhado da seguinte forma:



Onde o resistor 4 é o resistor equivalente entre os resistores 1 e 2 iniciais. Note que os resistores 4 e 3 estão sobre o mesmo fio, desta forma estão em série, e podem ser substituídos por um único resistor de 4Ω (a soma dos resistores 4 e 3). Assim teríamos agora:



Este resistor substitui todo o arranjo inicial. Desta forma, podemos determinar a corrente elétrica no circuito usando a Lei de Ohm, ou seja:

$$U = R \cdot i$$

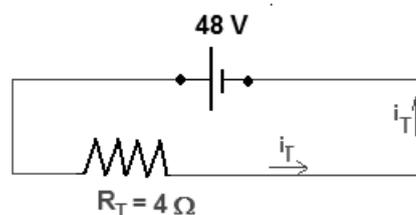
Assim, se queremos a corrente total no circuito, basta inserirmos o índice "T" na equação e substituímos os valores:

$$U_T = R_T \cdot i_T$$

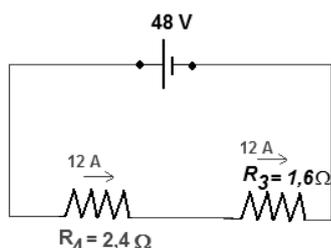
$$48 = 4 \cdot i_T$$

$$i_T = 12 A$$

Que é a corrente total no circuito. O sentido da corrente no circuito é o inverso da corrente real (sentido convencional), e assim teríamos:



Assim, para determinarmos a corrente elétrica que passa em cada resistor, basta voltarmos nos esquemas anteriores. O resistor equivalente, na verdade era a soma dos dois resistores 4 e 3 em série, ou seja, a corrente nesses resistores é igual à corrente total no circuito.



Porém o resistor 4 na verdade é a soma dos resistores 1 e 2 em paralelo. Como sabemos, num trecho em paralelo a tensão é constante e a corrente elétrica se divide proporcionalmente entre os resistores. Sendo assim, a tensão no resistor 4 seria a mesma dos resistores 1 e 2. Podemos determinar a tensão no resistor 4 por:

$$U_4 = R_4 \cdot i_4$$

$$U_4 = 2,4 \times 12 = 28,8 \text{ V}$$

Sendo assim, a corrente em cada resistor poderia agora ser facilmente calculada pela Lei de Ohm pois a tensão em cada resistor vale 28,8 V. Desta forma:

$$U_2 = R_2 \cdot i_2$$

$$28,8 = 6 \times i_2$$

$$i_2 = 4,8 \text{ A}$$

E o resistor 1 teria:

$$U_1 = R_1 \cdot i_1$$

$$28,8 = 4 \times i_1$$

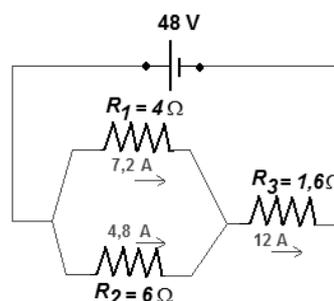
$$i_1 = 7,2 \text{ A}$$

Desta forma, nossa resposta seria:

$$i_1 = 7,2 \text{ A}$$

$$i_2 = 4,8 \text{ A}$$

$$i_3 = 12 \text{ A}$$



Note pela figura que a soma das correntes em 1 e 2 é justamente a corrente que sai (3).

EXERCÍCIOS

- (ITA) Duas lâmpadas incandescentes têm filamentos de mesmo comprimento, feitos do mesmo material. Uma delas obedece às especificações 220V, 100W e a outra 220V, 50W. A razão m_{50}/m_{100} da massa do filamento da segunda para a massa do filamento da primeira é:
 - 1,5
 - 2
 - $\sqrt{2}$
 - $\sqrt{2}/2$
 - 0,5
- Sabe-se que a resistência elétrica de um fio cilíndrico é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à área de sua seção reta.
 - O que acontece com a resistência do fio quando triplicamos o seu comprimento?
 - O que acontece com a resistência do fio quando duplicamos o seu raio?
- Um fio de cobre com resistividade $1,69 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ é enrolado em um suporte cilíndrico, com raio 10 cm, com 500 voltas. Sendo o raio

do fio 2 mm, sua resistência elétrica, em ohms, é

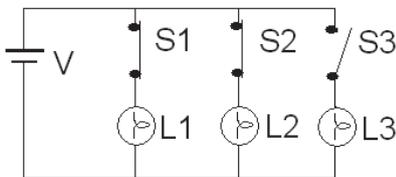
- a) 0,42
- b) 4,20
- c) 42,00
- d) 420,00

4) (AFA) Com relação ao circuito elétrico a seguir, considere:

- I- as lâmpadas L1, L2 e L3 idênticas e fornecendo brilho máximo quando ligadas à uma d.d.p. = V,
- II- a bateria ideal e com d.d.p. = V,
- III- S1, S2 e S3 são chaves,
- IV- S1 e S2 estão fechadas e S3 está inicialmente aberta.

Assinale a alternativa que completa corretamente a frase a seguir:

Quando a chave S3 for fechada, o brilho de L1:



- a) aumentará de intensidade.
- b) diminuirá até 1/3 da intensidade anterior.
- c) diminuirá até 50% da intensidade anterior.
- d) permanecerá com a mesma intensidade que antes.

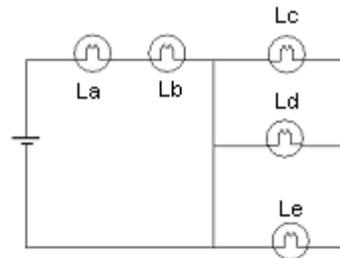
5) (AFA) Em um circuito elétrico, composto de cinco lâmpadas, iguais, após a queima de uma das lâmpadas, vários fatos se sucedem:

- I- uma outra lâmpada apaga,
- II- uma outra lâmpada permanece acesa com o mesmo brilho,
- III- uma outra lâmpada permanece acesa porém diminui o seu brilho,

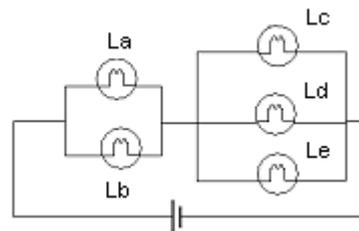
IV- uma outra lâmpada permanece acesa porém aumenta o seu brilho,

Assinale a alternativa que contém o único circuito no qual essa sequência de fatos pode ocorrer.

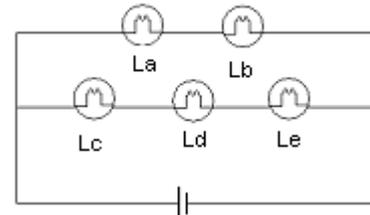
a)



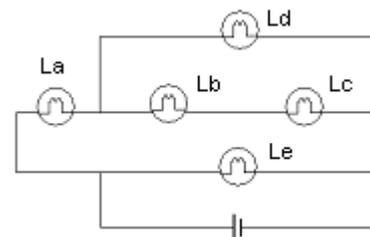
b)



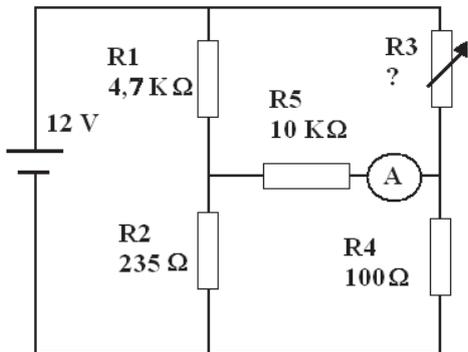
c)



d)

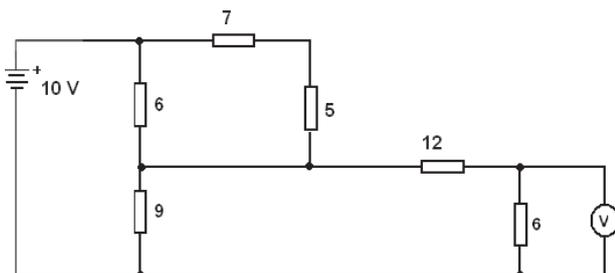


6) (AFA) Assinale a alternativa que representa o valor, em quiloohms (kΩ) que o resistor variável R3 deve ser ajustado para que a corrente em R5, indicada no amperímetro, seja zero ampère.



- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 3,0
- d) 4,0

7) (AFA) Considere o circuito abaixo. Assinale a alternativa que apresenta o valor, em volts, da ddp indicada pelo voltímetro ideal.



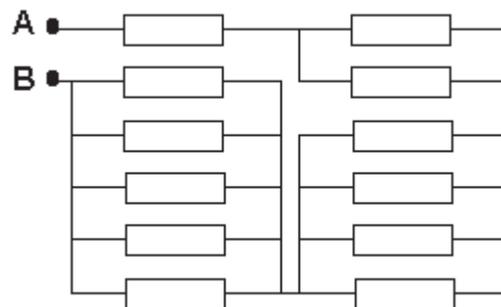
- a) 2,0
- b) 3,0
- c) 4,0
- d) 6,0

8) Dois aquecedores elétricos, 1 e 2, são feitos com fios idênticos (diâmetros iguais e de mesmo material) enrolados sobre bases de cerâmicas idênticas. A resistência do aquecedor 1 tem o dobro de voltagens que a resistência do aquecedor 2. Supondo que os dois aquecedores, ligados corretamente à mesma ddp, conseguem aquecer a mesma quantidade de água até entrar em ebulição, conclui-se, corretamente, que:

- a) O tempo gasto pelo aquecedor 1 é menor que o gasto pelo aquecedor 2.
- b) O tempo gasto pelo aquecedor 1 é maior que o gasto pelo aquecedor 2.

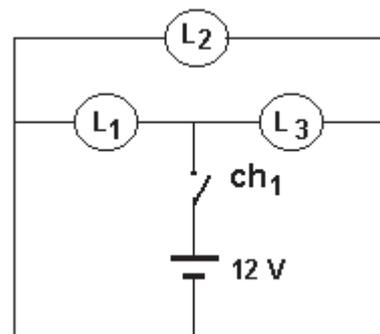
c) O aquecedor 1 consegue elevar a temperatura de ebulição da água a um valor mais alto do que o aquecedor 2.
d) A potência elétrica do aquecedor depende somente da tensão aplicada.

9) Calcule a resistência elétrica equivalente entre os pontos A e B do circuito a seguir. Obs. todos os resistores possuem resistência igual a R.



- a) $1/12 R$
- b) $12R$
- c) $39/20 R$
- d) $49/12 R$

10) (AFA) Assinale a alternativa que, de acordo com as Leis de Ohm, corresponde ao que irá acontecer após a chave ch1, do circuito abaixo ser fechada. Obs. L1, L2 e L3, são lâmpadas idênticas que acendem com 12 volts.



- a) Somente L2 acende.
- b) Somente L1 e L3 acendem.
- c) Todas as lâmpadas acendem.
- d) Nenhuma das lâmpadas acende.

11) Ao obter experimentalmente a curva V versus I de um resistor, um estudante verificou que

se for aplicada uma d.d.p. (diferença de potencial) de 13,75 volts nos terminais do resistor obtém-se uma corrente elétrica cuja intensidade vale 0,25 ampères. Se este resistor for ôhmico, qual deve ser a corrente obtida, em ampères, se nos seus terminais for aplicada uma ddp de 27,5 volts?

- a) 0,50
- b) 1,25
- c) 1,50
- d) 2,50

12) (AFA) Em um laboratório de Física deseja-se construir um aquecedor elétrico de 1kW de potência utilizando um fio de níquel-cromo de 1mm^2 de área transversal. Qual o comprimento necessário desse fio, em metros, para construir tal aquecedor? Considere que:

- 1- O resistor seja ôhmico.
- 2- O aquecedor seja ligado em 120 volts.
- 3- A resistividade do níquel-cromo seja: $144 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$

- a) 8
- b) 10
- c) 12
- d) 14

13) (ESPCEX) Um circuito elétrico é constituído por um resistor de 4 ohms e outro resistor de 2 ohms. Esse circuito é submetido a uma diferença de potencial de 12 V e a corrente que passa pelos resistores é a mesma. A intensidade desta corrente é de:

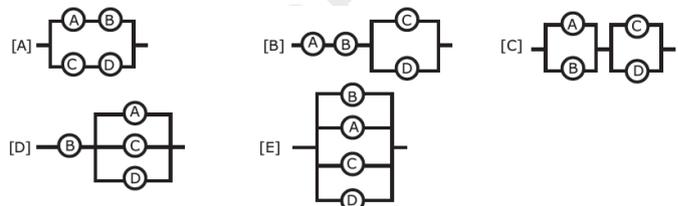
- [A] 8 A
- [B] 6 A
- [C] 3 A
- [D] 2 A
- [E] 1 A

14) (ESPCEX) Um fio de cobre possui uma resistência R. Um outro fio de cobre, com o triplo do comprimento e a metade da área da seção transversal do fio anterior, terá uma resistência igual a:

- [A] $2R/3$
- [B] $3R/2$
- [C] $2R$

- [D] $3R$
- [E] $6R$

15) (ESPCEX) Quatro lâmpadas ôhmicas idênticas A, B, C e D foram associadas e, em seguida, a associação é ligada a um gerador de energia elétrica ideal. Em um dado instante, a lâmpada A queima, interrompendo o circuito no trecho em que ela se encontra. As lâmpadas B, C e D permanecem acesas, porém o brilho da lâmpada B aumenta e o brilho das lâmpadas C e D diminui. Com base nesses dados, a alternativa que indica a associação formada por essas lâmpadas é:



16) (ESPCEX) O amperímetro é um instrumento utilizado para a medida de intensidade de corrente elétrica em um circuito constituído por geradores, receptores, resistores, etc. A maneira correta de conectar um amperímetro a um trecho do circuito no qual queremos determinar a intensidade da corrente é

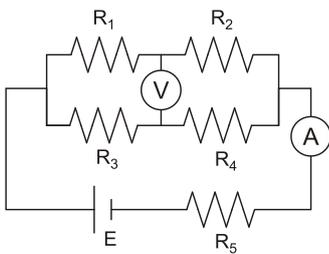
- [A] em série
- [B] em paralelo
- [C] na perpendicular
- [D] em equivalente
- [E] mista

17) (ESPCEX) No circuito elétrico desenhado abaixo, todos os resistores ôhmicos são iguais e têm resistência $R = 1,0 \Omega$. Ele é alimentado por uma fonte ideal de tensão contínua de $E = 5,0 \text{ V}$. A diferença de potencial entre os pontos A e B é de:



- a) 1,0 V
- b) 2,0 V
- c) 2,5 V
- d) 3,0 V
- e) 3,3 V

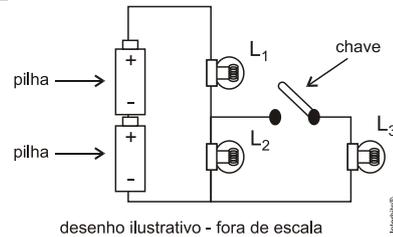
18) (ESPCEX) Em um circuito elétrico, representado no desenho abaixo, o valor da força eletromotriz (fem) do gerador ideal é $E = 1,5 \text{ V}$, e os valores das resistências dos resistores ôhmicos são $R_1 = R_4 = 0,3 \Omega$, $R_2 = R_3 = 0,6 \Omega$ e $R_5 = 0,15 \Omega$. As leituras no voltímetro V e no amperímetro A , ambos ideais, são, respectivamente,



desenho ilustrativo-*fora de escala*

- a) 0,375 V e 2,50 A
- b) 0,750 V e 1,00 A
- c) 0,375 V e 1,25 A
- d) 0,750 V e 1,25 A
- e) 0,750 V e 2,50 A

19) (ESPCEX) O circuito elétrico de um certo dispositivo é formado por duas pilhas ideais idênticas, de tensão “ V ” cada uma, três lâmpadas incandescentes ôhmicas e idênticas L_1 , L_2 e L_3 , uma chave e fios condutores de resistências desprezíveis. Inicialmente, a chave está aberta, conforme o desenho abaixo.



desenho ilustrativo - *fora de escala*

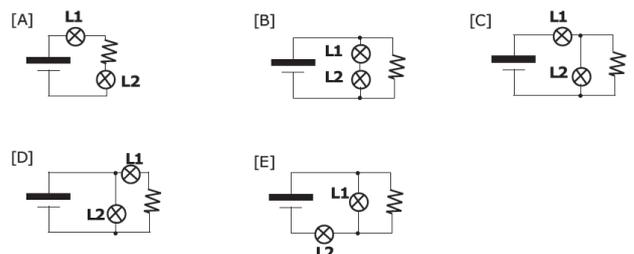
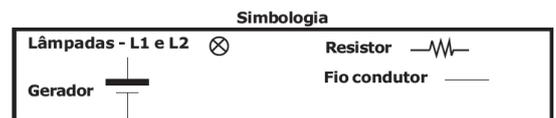
Em seguida, a chave do circuito é fechada. Considerando que as lâmpadas não se queimam, pode-se afirmar que

- a) a corrente de duas lâmpadas aumenta.
- b) a corrente de L_1 diminui e a de L_3 aumenta.
- c) a corrente de L_3 diminui e a de L_2 permanece a mesma.
- d) a corrente de L_1 diminui e a corrente de L_2 aumenta.
- e) a corrente de L_1 permanece a mesma e a de L_2 diminui.

20) (Espcex – 2016) Um aluno irá montar um circuito elétrico com duas lâmpadas incandescentes, L_1 e L_2 , de resistências elétricas constantes, que têm as seguintes especificações técnicas fornecidas pelo fabricante, impressas nas lâmpadas:

- L_1 : 30 V e 60 W;
- L_2 : 30 V e 30 W.

Além das duas lâmpadas, ele também usará um gerador ideal de tensão elétrica contínua de 60 V, um resistor ôhmico de 30Ω e fios condutores elétricos ideais. Utilizando todo material acima descrito, a configuração da montagem do circuito elétrico, para que as lâmpadas funcionem corretamente com os valores especificados pelo fabricante das lâmpadas será:



AULA 39 - GERADORES ELÉTRICOS

Geradores são dispositivos que transformam um determinado tipo de energia em energia elétrica. Como exemplo, podemos citar as pilhas, que transformam energia química em elétrica ou as turbinas de uma usina hidrelétrica, que convertem energia mecânica em energia elétrica.

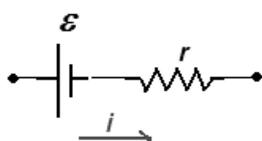
Embora a função principal do gerador seja a conversão de outras energias em energia elétrica, um gerador real ainda acaba por transformar uma parte da energia que chega até ele em calor (efeito Joule). Esse efeito é indesejado sempre acontece na prática. Desta forma, a tensão entre os pólos de um gerador acaba sendo menor que aquela esperada.

A tensão máxima que um gerador poderia fornecer, também denominada de tensão nominal, é chamada de **força eletromotriz do gerador (f.e.m.)**, cujo símbolo é a letra ϵ . Não se trata de uma "força" como diz a palavra, e sim de uma tensão produzida pela conversão da energia que chega em elétrica. Quanto maior for a ϵ do gerador, maior será a tensão entre seus pólos.

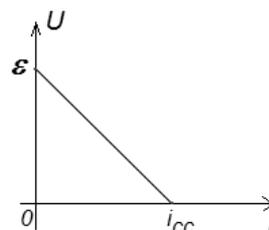
Como dissemos, um gerador real acaba aquecendo durante o processo de conversão de energia, e ele próprio acaba por consumir parte da energia elétrica produzida, na forma de calor. Assim, a equação para a tensão entre os pólos de um gerador, pode ser escrita como sendo:

$$U = \epsilon - r \cdot i$$

Onde r é a resistência interna do gerador e i é a corrente elétrica que flui entre seus polos. O símbolo do gerador é descrito como sendo:



Convencionamos que a corrente elétrica num gerador flui sempre do pólo positivo para o pólo negativo dentro da fonte. A curva característica de um gerador é o gráfico de tensão versus corrente elétrica dada abaixo:



Podemos notar pela curva que a tensão máxima ocorre quando a corrente que flui entre os pólos do gerador é zero, ou seja, não teríamos energia perdida na forma de calor na resistência interna. Na prática seria um gerador ideal (sem resistência interna). Notamos também que para $U=0$, o gerador não teria ddp nenhuma, não estaria funcionando, a corrente é chamada corrente de curto circuito (i_{cc}). A corrente de curto circuito é dada por:

$$i_{cc} = \frac{\epsilon}{r}$$

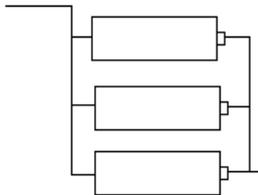
Aqui a corrente de curto circuito representa a corrente máxima que pode passar pelo gerador para que ele ainda funcione (tenha uma ddp entre os seus pólos).

Associação de Geradores

Os geradores podem ser associados em série ou em paralelo. Ao serem associados em **série**, a corrente elétrica que circula por eles é a mesma e a tensão total da associação seria a soma das tensões dos geradores. O equivalente a associar duas pilhas de 1,5 V para obter uma "pilha" de 3V, como num brinquedo.



Ao associarmos geradores em **paralelo**, a tensão entre os pólos dos geradores acaba sendo a mesma, mas a carga final é somada. O efeito num circuito seria o de manter a tensão de cada pilha e fazê-las durar um tempo maior.



$$r = \tan\theta$$

Instrumentos de Medidas Elétricas

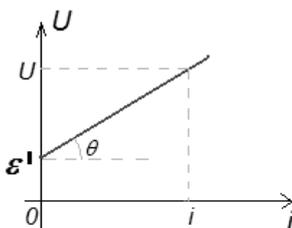
Existem vários instrumentos que fazem medições de ordem elétrica. São eles: Voltímetro, Amperímetro, Ohmímetro entre outros.

Receptores Elétricos

Um receptor é um dispositivo elétrico cuja função principal é converter energia elétrica em outro tipo de energia que não seja térmica. Um exemplo seria um aparelho de TV comum, que converte energia elétrica que chega até ele em energia luminosa e sonora. Novamente, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, o receptor acaba por perder uma parte da energia que chega até ele na forma de calor, já que os receptores também possuem resistências internas. Assim, a tensão na qual o aparelho é ligado (tensão máxima que chega ao aparelho) é chamada de força contra-eletromotriz (f.c.e.m.) dado por ε' . A corrente num receptor tem o sentido contrário ao de um gerador e sua equação é dada por:

$$U = \varepsilon' + r \cdot i$$

A curva característica de um receptor é:



Onde a inclinação da reta representa a resistência interna do receptor:

- **Voltímetro:** Instrumento que serve para medir a diferença de potencial entre dois pontos de um circuito. O voltímetro possui uma resistência interna grande, o que faz com que a corrente elétrica que passa pelo circuito, escolha passar apenas pelo trecho em que se deseja medir a tensão e não passe por dentro do aparelho. Deve ser sempre ligado em paralelo com o que se deseja medir. Seu símbolo é:



- **Amperímetro:** Instrumento que serve para medir a corrente elétrica entre dois pontos de um circuito. O amperímetro possui uma resistência interna pequena, o que faz com que a corrente elétrica passe quase integralmente sobre ele sem que haja perdas de energia na forma de calor. Deve ser sempre ligado em série com o trecho em que se deseja medir e seu símbolo é:



- **Ohmímetro:** Instrumento que serve para medir a resistência elétrica entre dois pontos de um circuito. O ohmímetro deve

ser sempre ligado em paralelo com o que se deseja medir e seu símbolo é:



Existem aparelhos que fazem todas as medidas acima, apenas mudando uma chave seletora. Estes aparelhos são chamados **galvanômetros** ou **multímetros**, e possuem uma resistência interna (resistor shunt) que é associado ao aparelho em série ou em paralelo dependendo da posição da chave seletora.

Leis de Kirchhoff

Em um circuito de caminho único, ou seja, onde todos os componentes estão em série, podemos determinar a corrente total do circuito localizando os geradores e os receptores e em seguida, aplicando a relação de Ohm-Pouillet:

$$i_t = \frac{\sum \varepsilon - \sum \varepsilon'}{\sum R}$$

Dica: Para identificar os geradores e os receptores, use o sentido da corrente. Inicialmente descubra o gerador principal do circuito (de maior f.e.m.), e use-o para determinar os demais componentes a partir da corrente que passa por ele. Lembre-se que o sentido da corrente em um gerador vai do pólo negativo para o positivo **dentro** da fonte!

Em circuitos que possuam diversas malhas, podemos resolvê-los considerando as chamadas Leis de Kirchhoff para circuitos elétricos:

1ª Lei : Lei dos Nós

“A corrente que chega em um nó do circuito é igual à corrente que o deixa.”

2ª Lei: Lei das Malhas

“A soma dos potenciais de cada elemento do circuito em uma malha fechada é igual a zero.”

Vejamos dois exemplos práticos:

Exemplo 1 – Um gerador possui força eletromotriz igual a 10V e resistência interna de 2Ω. Ao entrar em funcionamento, passa a ser percorrido por uma corrente elétrica de 0,5 amperes. Determine a tensão entre os polos do gerador e a corrente de curto circuito.

Para resolver este exemplo partimos da equação do gerador, ou seja:

$$U = \varepsilon - r \cdot i$$

Neste caso, podemos determinar a tensão entre os polos do gerador substituindo os valores fornecidos no enunciado:

$$U = \varepsilon - r \cdot i$$

$$U = 10 - 2 \times 0,5 = 9V$$

Ou seja, na pilha está escrito que ela fornece uma tensão de 10V (f.e.m.), porém ao funcionar, sua resistência interna dissipa parte da energia e a tensão realmente fornecida pelo gerador é de 9V. A medida que a pilha esquenta, sua resistência interna passa a dissipar mais energia até que toda a energia fornecida pela fem seja convertida em calor e a tensão entre os polos do gerador seja nula. Nesse momento, a corrente que circula pelo gerador é chamada de corrente de curto circuito, e é dada por:

$$i_{cc} = \frac{\varepsilon}{r}$$

$$i_{cc} = \frac{10}{2} = 5 \text{ A}$$

Ou seja, no momento que a corrente elétrica no gerador alcançar 5 A, o resistor interno dissipa toda a energia transformada.

Exemplo 2- A curva característica de um receptor é dada pela curva abaixo, onde se sabe que sua resistência interna vale $0,5\Omega$. Determine a f.c.e.m. do receptor.

Podemos resolver o exercício usando a equação do receptor, ou seja:

$$U = \varepsilon' + r \cdot i$$

$$\varepsilon' = U - r \cdot i$$

De acordo com o gráfico, temos que para $i = 3 \text{ A}$, a tensão entre os polos do receptor vale 12 V . Assim temos:

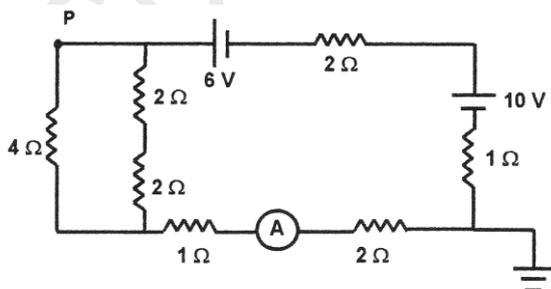
$$\varepsilon' = 12 - 0,5 \times 3$$

$$\varepsilon' = 10,5 \text{ V}$$

Que representa a menor diferença de potencial entre os polos do receptor para que ele funcione.

EXERCÍCIOS

1) (AFA) Considere o circuito:



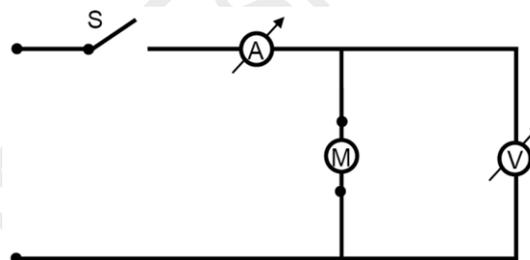
Afirma-se que:

- I. O amperímetro ideal A registra 2 A.
- II. O potencial no ponto P é 10 V.
- III. A potência dissipada no resistor de 4Ω é 4 W.

São verdadeiras:

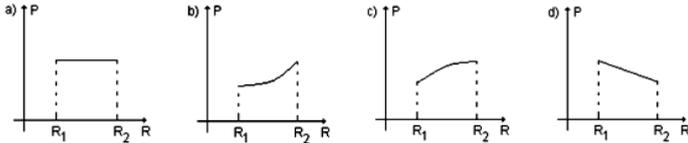
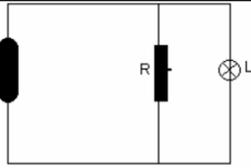
- a) Apenas I e II.
- b) Apenas I e III.
- c) Apenas II e III.
- d) I, II e III.

2) (AFA) A figura abaixo representa o esquema de um motor elétrico M, de força contra-eletromotriz \mathcal{E}' e resistência interna r' , ligado à rede elétrica.



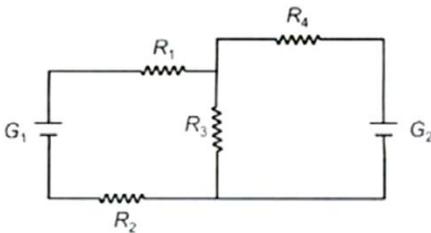
Com a chave S fechada, o amperímetro A indica a intensidade i da corrente elétrica que circula pelo circuito e o voltímetro V mede a ddp U' nos terminais do motor. Considera-se os fios de ligação com resistência desprezível e os aparelhos de medida como sendo ideais. No instante em que a chave S é aberta, a indicação no amperímetro e no voltímetro será, respectivamente,

- a) $0; U'/2$.
 - b) $i/2; U'/2$.
 - c) $i/2; \mathcal{E}'$.
 - d) $0; \mathcal{E}'$.
- 3) (AFA) No circuito esquematizado abaixo, o reostato tem resistência R ($R_1 < R < R_2$) e o gerador tem resistência interna desprezível. O gráfico que melhor representa a potência dissipada pela lâmpada em função da resistência do reostato é:



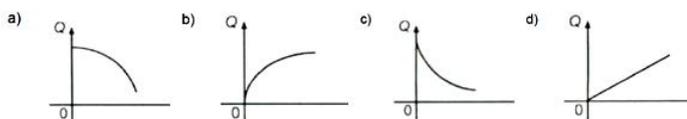
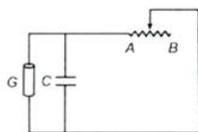
4) (AFA) No circuito abaixo representado, os geradores G_1 e G_2 são ideais e os resistores têm a mesma resistência R .

Se a potência dissipada por R_2 é nula, então a razão entre as f.e.m. de G_1 e G_2 é:

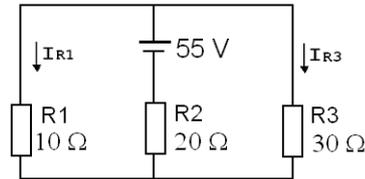


- a) $\frac{1}{4}$.
- b) 2.
- c) $\frac{1}{2}$.
- d) 4.

5) (AFA) No circuito esquematizado abaixo, C é um capacitor, G um gerador de f.e.m. ξ e resistência interna r e AB um reostato. O gráfico que melhor representa a carga acumulada Q no capacitor em função da resistência R do reostato é:



6) (AFA) Com relação ao circuito elétrico a seguir, assinale a alternativa na qual estão indicados corretamente os valores da intensidade de corrente elétrica, em ampères, correspondentes a I_{R1} e I_{R3} , respectivamente.

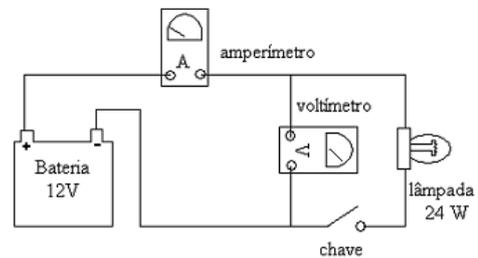


- a) 0,5 e 2,5
- b) 1,0 e 2,0
- c) 1,5 e 0,5
- d) 5,5 e 1,8

7) (AFA) Assinale a alternativa que apresenta as indicações corretas dos medidores ideais do circuito abaixo. Observações:

- amperímetro ideal possui resistência interna nula e

- voltímetro ideal possui resistência interna infinita.



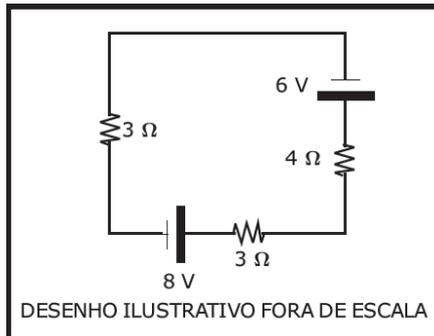
- a) 0 A e 0 V
- b) 2 A e 6 V
- c) 0 A e 12 V
- d) 0,5 A e 12 V

8) (ESPCEX) A pilha de uma lanterna possui uma força eletromotriz de 1,5 V e resistência interna de 0,05 Ω . O valor da tensão elétrica nos polos dessa pilha quando ela fornece uma corrente elétrica de 1,0 A a um resistor ôhmico é de:

- [A] 1,45 V
- [B] 1,30 V
- [C] 1,25 V
- [D] 1,15 V
- [E] 1,00 V

FIS 40 MAGNETISMO

- 9) (Espcex – 2016) O desenho abaixo representa um circuito elétrico composto por resistores ôhmicos, um gerador ideal e um receptor ideal. A potência elétrica dissipada no resistor de 4Ω do circuito é:



- a) 0,16 W
- b) 0,20 W
- c) 0,40 W
- d) 0,72 W
- e) 0,80 W

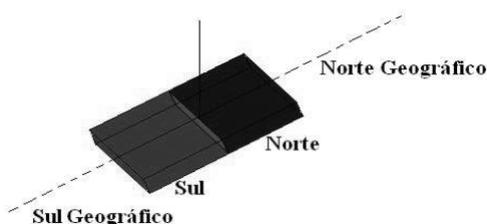
O magnetismo é uma propriedade que alguns materiais possuem de atrair ferro. Esta capacidade está relacionada com os spins dos elétrons das camadas d e/ou f dos átomos de tais materiais, que fazem com que tais átomos possuam uma orientação “líquida” de spin, podendo atrair ou repelir corpos cujos átomos também possuam tais propriedades. Em geral, os corpos possuem regiões microscópicas denominadas **domínios magnéticos**, onde cada uma dessas pequenas regiões possui uma orientação de spin diferente para seus átomos.

Desta forma, o corpo como um todo, acabaria por não ter uma orientação “líquida” e, portanto, não possuiria propriedades magnéticas. Alguns corpos possuem essas regiões com uma orientação “única” para todas elas, gerando o fenômeno do magnetismo. Esses materiais são ditos ferromagnéticos e são conhecidos como ímãs. Um ímã natural é aquele que naturalmente possui tal propriedade. O ímã natural é composto por óxido de ferro (Fe_3O_4) encontrado em abundância numa região próxima à Grécia denominada Magnésia, daí o nome de magnetismo.

Existem materiais ferromagnéticos como o ferro, que naturalmente não apresenta um sentido único de orientação magnética, não sendo portanto naturalmente magnético. Porém, ao ser aproximado ou posto em contato com um ímã natural, acaba por absorver tal propriedade, se tornando um ímã também. Materiais que conseguem ser magnetizados com facilidade são os chamados **ferromagnéticos**. Outros materiais até podem ser magnetizados, porém perdem rapidamente tal propriedade ao serem separados do ímã que os orientou. Tais materiais são ditos **paramagnéticos**. Materiais que não conseguem ser magnetizados são ditos **diamagnéticos**.

Se pegarmos um ímã natural em forma de barra e o pendurarmos pelo meio através de um fio retilíneo, notamos que ele se orienta sempre

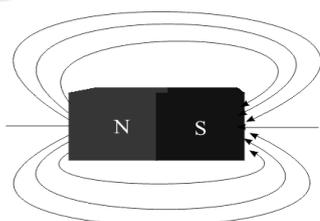
na direção norte e sul da Terra. Essa propriedade foi primeiramente usada pelos chineses para a criação da Bússola. Devido a esta propriedade, as extremidades do ímã foram denominadas de polos, tendo o polo norte apontando sempre para o norte geográfico do planeta.



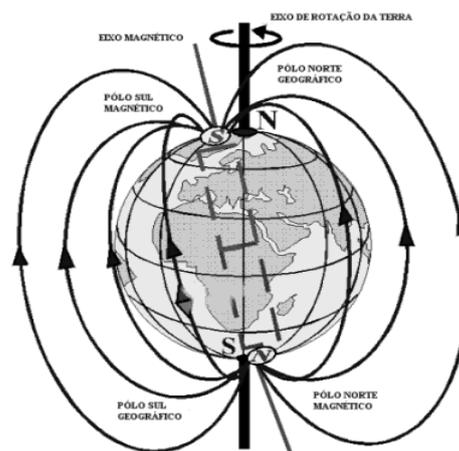
Um ímã natural apresenta as seguintes propriedades:

- Seus polos são inseparáveis. (não existem monopólos magnéticos). Ao tentarmos separar os polos de um ímã, sempre teremos outro ímã com as mesmas características de orientação do ímã “pai”.
- Um ímã pode passar suas propriedades magnéticas para materiais ferromagnéticos.
- Orienta-se sempre na direção norte-sul da Terra.
- Pólos iguais se repelem e pólos diferentes se atraem por meio da chamada força magnética.

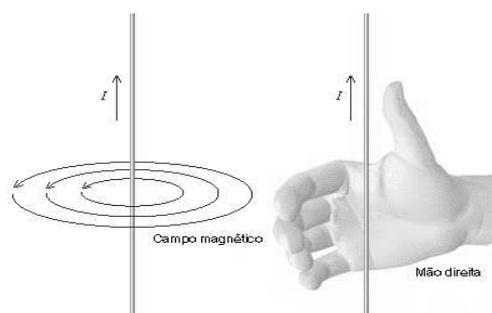
O ímã natural cria ao seu redor uma região susceptível à interações magnéticas. Essa região é conhecida como região de campo magnético e é representada por meio de linhas de campo magnético. As linhas de campo são orientadas sempre saindo do polo norte do ímã e entrando no polo sul. As linhas de campo magnético são sempre fechadas.



Como um ímã sempre se orienta na direção norte-sul, tendo o seu polo norte apontando sempre para o polo norte geográfico da Terra, vemos que a Terra seria comparada a um grande ímã cujos polos magnéticos seriam invertidos em relação aos polos geográficos.



Em 1819, o físico Hans Christian Oersted verificou que uma corrente elétrica ao percorrer um fio era capaz de modificar a direção da agulha de uma bússola. A partir desta observação que surgiu o eletromagnetismo, que passou a unir os fenômenos elétricos com os fenômenos magnéticos, até então visto como fenômenos completamente distintos. Oersted verificou que um fio ao ser percorrido por uma corrente elétrica produziria um campo magnético ao seu redor, que seria representado por linhas de campo magnético formando círculos concêntricos perpendiculares ao fio, e cuja orientação seria dada pela regra da mão direita:



A intensidade do campo magnético está relacionada com a proximidade das linhas, sendo tanto maior quanto mais próximas elas estiverem. O valor do campo magnético é dado pelo vetor campo magnético \vec{B} cuja intensidade depende da distância do ponto em que se pretende determinar o campo e o fio que o gera. A direção do vetor campo magnético será sempre tangente às linhas de campo que passam pelo ponto e seu sentido será o mesmo da linha de campo. É comum representarmos o vetor indução magnética \vec{B} , quando o mesmo tem orientação entrando no plano do papel, pelo símbolo \otimes e saindo do plano do papel pelo símbolo \odot .

Fio Retilíneo Longo

Para um fio retilíneo longo, a intensidade do vetor indução magnética num ponto p a uma distância d perpendicular do fio, será dada por:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi d}$$

Onde μ_0 representa a constante de permeabilidade magnética no vácuo. Essa constante está relacionada com a facilidade de propagação do campo magnético no meio em questão. No vácuo ela assume o seu valor máximo, dado por:

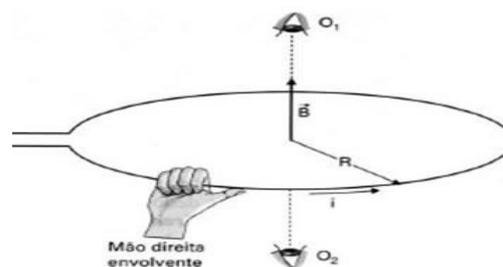
$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$$

A unidade do vetor indução magnética no S.I. é o Tesla (T).

Espira Circular

Para uma espira circular, a intensidade do vetor indução magnética no seu centro dependerá principalmente do raio da espira R . O sentido do vetor indução magnética no centro da espira será dado pela regra da mão direita aplicada em qualquer ponto da mesma. Podemos notar, que ao ser percorrida por uma corrente elétrica,

teremos linhas de campo magnético entrando por um dos lados da espira e saindo por outro, o que faz da espira um ímã, já que suas faces teriam orientações de polos magnéticos bem definidos: Norte para a face onde as linhas saem e Sul para a face onde as linhas entram.



A intensidade do vetor indução magnética no centro da espira será dada pela expressão:

$$\vec{B}_{\text{centro}} = \frac{\mu_0 \cdot i}{2R}$$

Bobina Circular

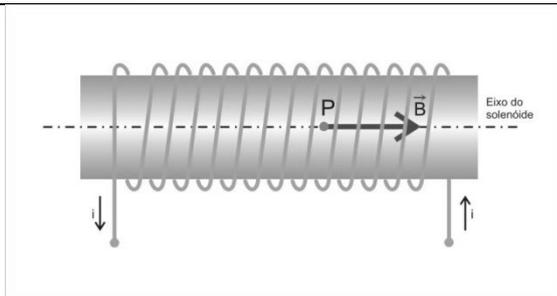
Uma bobina circular é um conjunto de espiras circulares colocadas lado a lado. A intensidade do vetor indução magnética em seu centro, seria portanto a soma dos campos individuais produzidos pela passagem da corrente elétrica em cada espira, de maneira que:

$$\vec{B}_{\text{bobina}} = n \frac{\mu_0 \cdot i}{2R}$$

Onde n é o número de voltas da bobina.

Solenóide

Ao enrolarmos um fio em forma de espiral, deixando um certo espaço entre os fios, criamos o chamado solenóide. Para aumentar a eficiência do solenóide, em geral enrolamos o fio ao redor de um cilindro ferromagnético (ferro por exemplo).



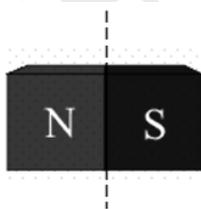
No interior do solenóide as linhas de campo magnético seriam paralelas entre si, e a intensidade do campo magnético em seu interior seria dada pela expressão:

$$\vec{B}_{\text{solenóide}} = \frac{\mu_0 \cdot i \cdot N}{l}$$

Onde N representa o número de voltas do solenóide e l o seu comprimento. Usando a regra da mão direita, notamos que as linhas de campo entrariam por um lado do solenóide e sairiam pelo outro, fazendo-o se comportar como um ímã, o chamado eletroímã, que manteria suas propriedades magnéticas enquanto uma corrente estiver percorrendo-o.

Vejamos um exemplo:

Exemplo 1 - A figura representa um ímã permanente com polos N e S.

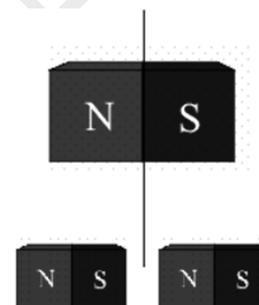


Se cortarmos o ímã na direção indicada pela linha tracejada, teremos:

- a) Separado os polos N e S e a parte à direita só terá polo N.

- b) Separado as cargas positivas para a direita e negativas para esquerda.
- c) Dois pedaços de alumínio desmagnetizados.
- d) Aumentado a força do ímã.
- e) Dois pedaços de ímã, cada um com os seus respectivos polos N e S.

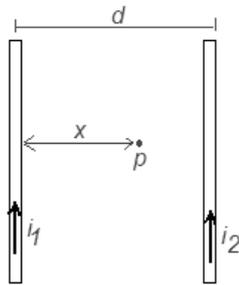
De acordo com o discutido acima, vemos que ao cortar o ímã, os dois pedaços menores se comportarão da mesma forma que o ímã pai, ou seja, teríamos a seguinte situação:



Desta forma, ao final do corte teremos dois pedaços de ímã com seus respectivos polos magnéticos. Resposta letra e.

Exemplo 2 - Considere dois fios retilíneos separados pela distância $d = 80 \text{ cm}$. A corrente que passa pelo fio 1 é de 4 A e de 2 A pelo fio 2 conforme figura. Sabendo-se que no ponto p o campo magnético resultante criado pelos fios 1 e 2 é nulo, determine a distância x .

Tome $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$.



Como sabemos que o campo magnético em p é nulo, temos que a soma dos vetores indução magnética produzidos pelos fios 1 e 2 no ponto p são iguais a zero. Desta forma, a intensidade de tais vetores é igual, porém o seu sentido é contrário. Vamos determinar o vetor indução magnética criado pelo fio 1 no ponto p:

$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot i_1}{2\pi d_1}$$

$$B_1 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4}{2\pi x} = \frac{8}{x} \cdot 10^{-7} T$$

E sua orientação seria dada pela regra da mão direita, portanto no ponto p teria o sentido entrando no papel: \otimes . O vetor indução magnética criado pelo fio 2 no ponto p seria dado por:

$$B_2 = \frac{\mu_0 \cdot i_2}{2\pi d_2}$$

$$B_2 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2}{2\pi(d-x)} = \frac{4}{(d-x)} \cdot 10^{-7} T$$

E sua orientação também seria dada pela regra da mão direita, portanto no ponto p teria o sentido saindo do papel: \odot . Como os vetores ao serem somados produzem um vetor nulo no ponto p, temos que suas intensidades devem ser iguais, e portanto:

$$\frac{8}{x} \cdot 10^{-7} = \frac{4}{(d-x)} \cdot 10^{-7}$$

$$\frac{8}{x} = \frac{4}{(d-x)}$$

Como a distância $d = 80 \text{ cm}$ ($0,8 \text{ m}$), temos:

$$\frac{8}{x} = \frac{4}{(0,8-x)}$$

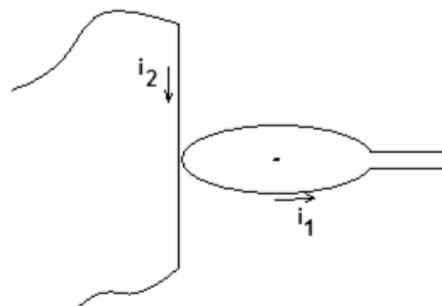
$$6,4 - 8x = 4x$$

$$12x = 6,4$$

$$x = \frac{6,4}{12} = 0,53 \text{ m}$$

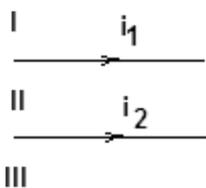
EXERCÍCIOS

- 1) Faz-se passar uma corrente de $10/\pi \text{ A}$ por uma espira circular de raio igual a $0,20 \text{ m}$. Um condutor retilíneo comprido, percorrido por uma corrente de 10 A , é paralelo ao eixo da espira e passa ao lado de um ponto da circunferência, como mostra a fig. Calcule o vetor indução magnética B no centro da espira (módulo, direção e sentido). Dado: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$.



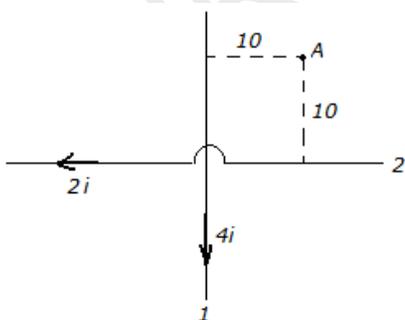
- 2) (ITA) Correntes i_1 e i_2 fluem na mesma direção ao longo de dois condutores paralelos, separados por uma distância a ,

com $i_1 > i_2$. Em qual das três regiões I, II ou III e para que distancia x , medida a partir do condutor onde passa a corrente i_1 , a indução magnética é igual a zero?



- a) Região I, $x = \frac{i_2 a}{i_1 + i_2}$;
- b) Região II, $x = \frac{i_2 a}{i_1 - i_2}$;
- c) Região II, $x = \frac{i_1 a}{i_1 + i_2}$;
- d) Região III, $x = \frac{i_1 a}{i_1 - i_2}$;
- e) Região III, $x = \frac{i_2 i_1 a}{i_1 + i_2}$.

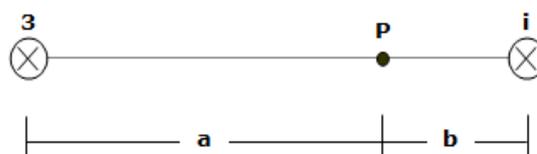
- 3) (AFA) Os dois condutores retilíneos e compridos da figura produzem um campo magnético resultante no ponto A de intensidade $10^{-5} T$, saindo perpendicularmente do plano do papel. Se substituirmos os dois condutores por um único condutor, colocado exatamente onde se encontra o condutor 2, a intensidade de corrente e o sentido, para que o campo em A continue inalterado, serão



- a) $2i$, para a direita.
- b) $4i$, para a direita.
- c) $2i$, para a esquerda.

d) $4i$, para a esquerda.

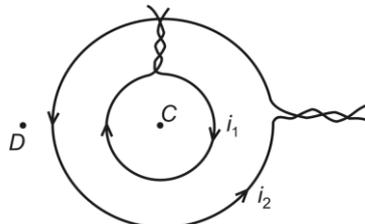
- 4) (AFA) Dois fios metálicos retos, paralelos e longos são percorridos por correntes $3i$ e i de sentidos iguais (entrando no plano do papel).



O campo magnético resultante produzido por essas correntes é nulo num ponto P, tal que

- a) $\frac{a}{b} = \frac{1}{3}$
- b) $\frac{a}{b} = 3$
- c) $\frac{a}{b} = \frac{1}{9}$
- d) $\frac{a}{b} = 9$

- 5) A figura seguinte representa duas espiras circulares, concêntricas e coplanares percorridas por correntes elétricas contínuas cujo sentido está indicado.



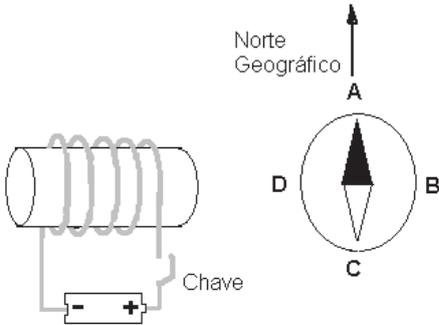
O campo magnético gerado por estas duas espiras poderá ser nulo

- a) em C ou D.
- b) apenas em D.
- c) em nenhum deles.
- d) apenas em C.

- 6) (EEAER) Assinale a alternativa que completa corretamente a frase abaixo: Um condutor longo e retilíneo percorrido por corrente elétrica produz ao seu redor um campo magnético no formato de
- a) retas paralelas ao fio.

- b) círculos concêntricos ao fio.
c) retas radiais com o centro no fio.
d) uma linha em espiral com o centro no fio.
- 7) (AFA) Das afirmações a seguir sobre o magnetismo:
I- Polos magnéticos de mesmo nome se atraem e de nomes contrários se repelem.
II- Imãs são corpos de materiais diamagnéticos com propriedades de apenas atrair outros materiais paramagnéticos.
III- Como não existem polos magnéticos isolados, quando um imã, por exemplo, quebra em duas partes, tem-se numa das partes dois polos norte e na outra parte dois polos sul.
É correto afirmar que:
a) todas estão corretas.
b) todas estão incorretas.
c) apenas a afirmação II está correta.
d) estão corretas, apenas, as afirmações I e III.
- 8) (EFOMM) Um técnico utilizando um fio de comprimento L sobre o qual é aplicado uma ddp, obtém um campo magnético de módulo igual a B fio a uma distância r do fio. Se ele curvar o fio de forma a obter uma espira de raio r , quantas vezes maior será a intensidade do vetor campo magnético no centro da espira em relação à situação anterior?
a) 1.
b) π .
c) 2.
d) 4.
- 9) (EEAER) Uma espira possui resistência elétrica igual a R e está conectada a uma fonte de tensão contínua. No vácuo, essa espira ao ser submetida a uma tensão V é percorrida por uma corrente elétrica de intensidade i e produz no seu centro um campo magnético de intensidade B . Assinale a alternativa que indica, corretamente, uma possibilidade de aumentar a intensidade do campo magnético no centro da espira alterando apenas um dos parâmetros descritos.
- a) Usar uma espira de resistência elétrica menor que R .
b) Colocar material diamagnético no centro da espira.
c) Diminuir a tensão V aplicada.
d) Aumentar o raio da espira.
- 10) (AFA) Dentre as alternativas a seguir, selecione aquela na qual a execução da sua ação implica redução da intensidade do campo magnético gerado no interior de um solenóide. Dado: o solenóide é mantido sempre imerso no vácuo.
a) Aumentar o número de espiras do solenóide, mantendo constantes o comprimento e a intensidade da corrente elétrica no solenóide.
b) Aumentar o comprimento do solenóide, mantendo constantes o número de espiras e a intensidade da corrente elétrica no solenóide.
c) Aumentar a intensidade da corrente elétrica no solenóide, mantendo constantes o número de espiras e o comprimento do solenóide.
d) Aumentar o número de espiras por unidade de comprimento, ou seja, aumentar o valor da razão N/L , mantendo constante a intensidade da corrente elétrica no solenóide.
- 11) (AFA) Dentro de um sistema de confinamento magnético um próton realiza movimento circular uniforme com um período de $5,0 \cdot 10^{-7}$ s. Determine a intensidade desse campo magnético, em tesla, sabendo que a relação carga elétrica/massa q/m de um próton é dado por 10^8 C.kg^{-1} .
a) 4,0
b) $2,5 \cdot 10^2$
c) $4,0 \cdot 10^{-2}$
d) $4,0 \cdot 10^{-16}$
- 12) (EEAER) No Laboratório de Física da EEAR, colocou-se uma bússola sobre a mesa. Após a agulha magnética ter-se orientado com o campo magnético terrestre, aproximou-se um eletroímã desligado, como mostra a figura. Suponha que nessa distância, depois que a

chave for fechada, o campo magnético gerado pelo eletroímã seja mais intenso que o campo magnético terrestre. Assinale a alternativa correspondente à nova orientação da ponta escura da agulha magnética.



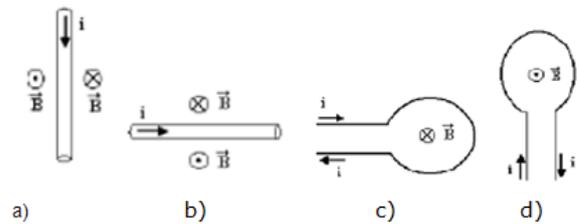
- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

13) (EEAER) Dois condutores longos e retilíneos estão dispostos paralelamente e distantes 10 cm um do outro, no vácuo. As correntes em ambos os condutores possuem a mesma intensidade, 10 ampères, e sentidos opostos. Nesse caso, a intensidade do campo magnético em um ponto P entre os condutores, coplanar e equidistante a eles, é de ___ T.

Dados: Permeabilidade magnética do vácuo = $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$

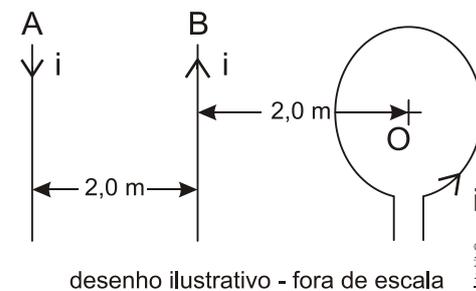
- a) 0
- b) $2 \cdot 10^{-5}$
- c) $4 \cdot 10^{-5}$
- d) $8 \cdot 10^{-5}$

14) (EFOMM) Nas figuras a seguir são apresentadas quatro situações que os condutores são percorridos por corrente elétrica. Adotando o sentido convencional para a corrente elétrica representada, assinale a alternativa em que está corretamente representado o campo magnético gerado.



- 15) (EEAER) Uma bobina chata formada de 80 espiras circulares, de raio igual a 4 cm, gera um campo magnético no centro da bobina de intensidade igual a $8\pi \cdot 10^{-6} \text{ T}$. Determine a intensidade da corrente elétrica que percorre essa bobina. Dado: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$
- a) 20mA
 - b) 40 mA
 - c) 200 mA
 - d) 400 mA

16) (ESPCEX) Dois fios "A" e "B" retos, paralelos e extensos, estão separados por uma distância de 2 m. Uma espira circular de raio igual a $\pi/4 \text{ m}$ encontra-se com seu centro "O" a uma distância de 2 m do fio "B", conforme desenho abaixo.



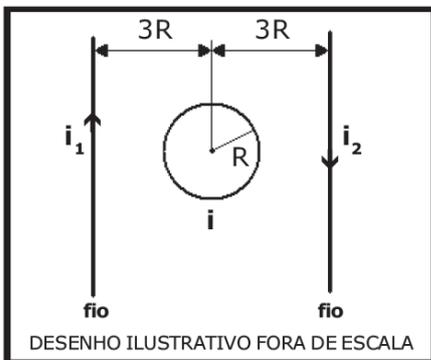
A espira e os fios são coplanares e se encontram no vácuo. Os fios "A" e "B" e a espira são percorridos por correntes elétricas de mesma intensidade $i = 1 \text{ A}$ com os sentidos representados no desenho. A intensidade do vetor indução magnética resultante originado pelas três correntes no centro "O" da espira é:

- Dado: Permeabilidade magnética do vácuo: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$
- a) $3,0 \cdot 10^{-7} \text{ T}$

- b) $4,5 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- c) $6,5 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- d) $7,5 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- e) $8,0 \cdot 10^{-7} \text{ T}$

AULA 41 - FORÇA MAGNÉTICA

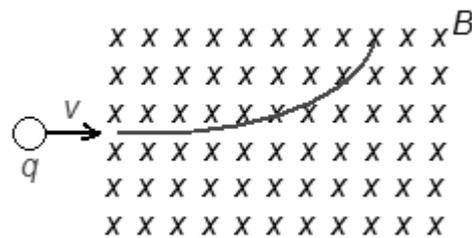
17) (Espcex – 2016) Dois fios condutores retilíneos, muito longos e paralelos entre si, são percorridos por correntes elétricas de intensidades distintas, i_1 e i_2 , de sentidos opostos. Uma espira circular condutora de raio R é colocada entre os dois fios e é percorrida por uma corrente elétrica i . A espira e os fios estão no mesmo plano. O centro da espira dista de $3R$ de cada fio, conforme o desenho abaixo. Para que o vetor campo magnético resultante, no centro da espira, seja nulo, a intensidade da corrente elétrica i e seu sentido, tomando como referência o desenho, são respectivamente:



- a) $\frac{i_1 + i_2}{3}$ e horário.
- b) $\frac{i_1 - i_2}{3\pi}$ e anti-horário.
- c) $\frac{i_1 - i_2}{3\pi}$ e horário.
- d) $\frac{i_1 + i_2}{3\pi}$ e horário.
- e) $\frac{i_1 + i_2}{3\pi}$ e anti-horário.

Vimos que um fio ao ser percorrido por uma corrente elétrica induz um campo magnético ao seu redor. Se este fio estiver imerso em uma região onde atua um campo magnético externo, a presença desses dois campos faz com que o fio “sinta” uma força devido à esses campos. Essa força é denominada força magnética.

Uma partícula pontual carregada viajando com velocidade v em um campo magnético externo sofre a ação de uma força magnética que tende a desviá-la de sua direção original de propagação, dependendo da forma com que a partícula viaja no campo.



Esta intensidade desta força magnética é dada por:

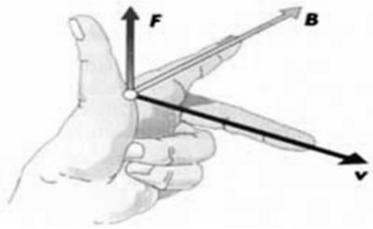
$$F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\theta$$

Onde q é a carga da partícula (em Coulombs), v é a velocidade da partícula (m/s), B é a intensidade do vetor indução magnética (em Tesla), θ é o ângulo entre o vetor velocidade \vec{v} e o vetor indução magnética \vec{B} .

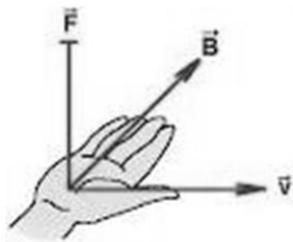
Note que a força magnética será máxima caso o ângulo θ seja 90° . Desta forma, a força magnética máxima que atuaria numa carga que viaja com velocidade v perpendicularmente às linhas de campo B , seria dado por:

$$F_m = |q| \cdot v \cdot B$$

A orientação da força magnética pode ser obtida usando a regra da mão esquerda ou pela regra do tapa (usando a mão direita) conforme a figura abaixo:



(a) Regra da mão esquerda. A regra vale para partículas positivas. Para partículas negativas, inverte o sentido encontrado de F.



(b) Regra do tapa. Para partículas positivas, use a mão direita. Direcione B e v conforme a figura e no sentido do "tapa" dado pela palma da mão, teríamos a direção e o sentido da força magnética.

A intensidade seria dada somando-se a força sentida por cada partícula em movimento no fio, ou seja:

$$F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta$$

$$F_m = |q| \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t} \cdot B \cdot \sin\theta$$

$$F_m = B \cdot \frac{|q|}{\Delta t} \cdot \Delta s \cdot \sin\theta$$

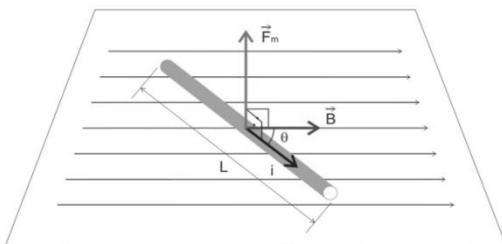
$$F_m = B \cdot i \cdot l \cdot \sin\theta$$

Aqui i é a intensidade da corrente elétrica no fio e l é o comprimento do fio. Para o caso em que o fio seja colocado perpendicularmente às linhas de campo, teríamos a força máxima que seria dada por:

$$F_m = B \cdot i \cdot l$$

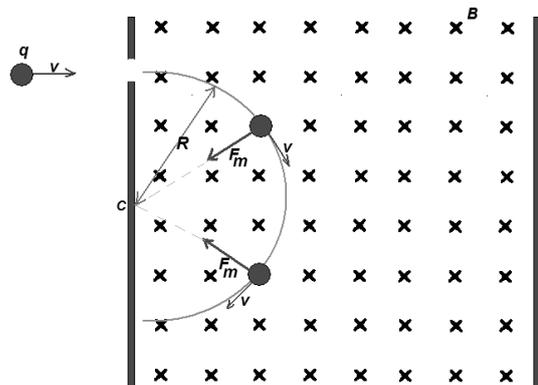
Força Magnética em um fio imerso em um Campo Magnético

Como dissemos, um fio ao ser percorrido por uma corrente elétrica, induz um campo magnético ao seu redor. Caso este fio esteja imerso em um campo magnético externo, cada partícula carregada em movimento sentirá uma força magnética, e desta forma todo o fio sofrerá a ação de uma força magnética.



Partícula penetrando em uma região de campo magnético uniforme

Suponha uma partícula de carga q (negativa), viajando com velocidade v conforme figura abaixo.



Ao penetrar numa região de campo magnético uniforme, ela passa a sofrer a ação de uma força magnética perpendicular às linhas de campo. Essa força muda de direção na medida em que a partícula se propaga, e faz com que a partícula carregada passe a descrever uma órbita semicircular de Raio R conforme vemos acima (use a regra da mão esquerda lembrando que trata-se de uma partícula negativa e, portanto, a força magnética obtida aponta no sentido inverso). Assim, a força magnética sempre apontaria para o centro de tal curva, sendo desta forma uma força centrípeta, e assim:

$$F_m = F_{cp}$$

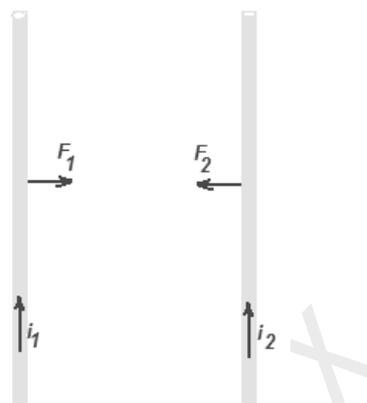
$$|q| \cdot v \cdot B = \frac{mv^2}{R}$$

$$R = \frac{mv}{|q| \cdot B}$$

Que nos dá o raio da trajetória descrita pela partícula ao penetrar no campo. Note que este valor depende principalmente da massa da partícula, ou seja, partículas de maior massa teriam maior raio. Usamos esse princípio para identificar a massa de determinados elementos pelo raio da trajetória do rastro deixado por tais elementos num aparelho denominado espectrômetro de massa, que permite ainda identificar qual seria o sinal da carga da partícula a partir do desvio provocado pela força magnética em sua trajetória.

Força Magnética entre dois fios paralelos

Suponha dois fios 1 e 2 percorridos por correntes elétricas i_1 e i_2 de mesmo sentido conforme mostra a figura.



Usando a regra da mão direita, podemos notar que o fio 1 induz um campo magnético na região onde se encontra o fio 2 (para dentro), de tal forma que o fio 2, ao ser percorrido por uma corrente elétrica i_2 , sente tal campo e sofre a ação de uma força magnética que aponta para a esquerda (aplicando a regra da mão esquerda no fio 2). A intensidade desta força seria dada por:

$$F_2 = B_1 \cdot i_2 \cdot l_2$$

Onde B_1 seria o campo no qual o fio 2 está imerso, ou seja, o campo produzido pelo fio 1. Esse campo é dado por:

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 \cdot i_1}{2\pi d_1}$$

Fazendo d_1 igual a d (distância entre o fio 1 e o fio 2), temos que a força magnética em 2 seria dada por:

$$F_2 = \frac{\mu_0 \cdot i_1}{2\pi d} \cdot i_2 \cdot l$$

Onde l é o comprimento do fio 2 paralelo ao fio 1. Se fizéssemos o caminho inverso, ou seja, calcularmos a força sentida pelo fio 1 por estar em um campo magnético induzido pelo fio 2 (já que uma corrente 2 passa pelo fio), teríamos de maneira semelhante:

$$F_1 = B_2 \cdot i_1 \cdot l_1$$

Onde B_2 seria dado por:

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 \cdot i_2}{2\pi d_2}$$

E assim teríamos:

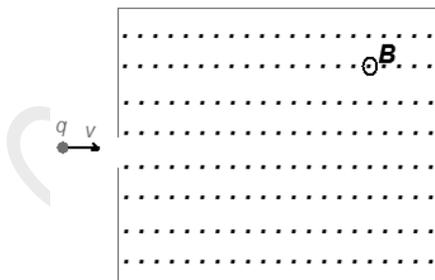
$$F_1 = \frac{\mu_0 \cdot i_2}{2\pi d} \cdot i_1 \cdot l$$

Podemos notar que as forças F_1 e F_2 são iguais em módulo e apontam cada uma na direção do outro fio, ou seja, trata-se de uma força de interação entre os fios, separados por uma distância d , e paralelos por um comprimento l , onde, para correntes de mesmo sentido temos uma força de atração entre os fios, e quando tivermos sentidos contrários, uma força de repulsão surge entre os fios. De uma maneira geral, a força de interação entre os fios será dada por:

$$F_{12} = \frac{\mu_0 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot l}{2\pi d}$$

Vejamos dois exemplos práticos:

Exemplo 1 – Uma partícula de 1g de massa e carga $q = + 2\mu\text{C}$ possui velocidade de 1,6 cm/s e penetra numa região cujo campo magnético vale 8 T de acordo com a figura abaixo.



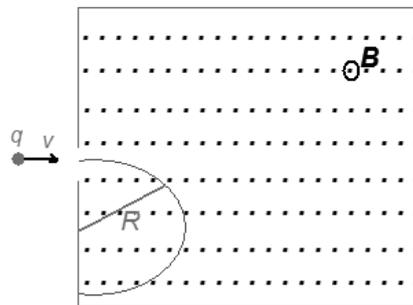
Determine:

- a) A trajetória da partícula ao penetrar na região;

- b) O valor do raio da trajetória descrita pela partícula até sair da região.

- c) O valor da força magnética que atua na partícula enquanto imersa no campo.

- a) Para determinarmos a trajetória da partícula, devemos lembrar que a sua carga é positiva, e, portanto a regra da mão esquerda pode ser aplicada. A partícula descreverá uma trajetória semicircular de acordo com a figura, pois ao penetrar na região a força magnética que passa a atuar sobre ela apontaria para baixo (na direção do centro do semicírculo). Desta forma teríamos:



- b) O raio da trajetória pode ser obtido pela expressão:

$$R = \frac{mv}{q \cdot B}$$

$$R = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-6} \cdot 8} = \frac{16 \cdot 10^{-6}}{16 \cdot 10^{-6}} = 1 \text{ m}$$

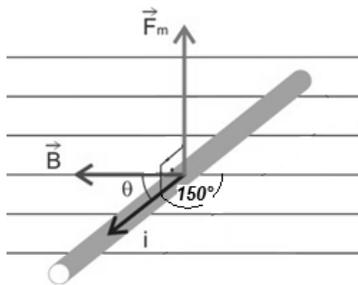
- c) A intensidade da força magnética que sabemos ser perpendicular ao campo magnético, seria dado por:

$$F_m = q \cdot v \cdot B$$

$$F_m = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 1,6 \cdot 10^{-2} \cdot 8$$

$$F_m = 2,56 \times 10^{-7} \text{ N}$$

Exemplo 2 – Um fio retilíneo de 20 cm é percorrido por uma corrente elétrica i e está imerso em uma região onde atua um campo magnético uniforme de 2T (figura). Passa a atuar no fio uma força magnética de 1N. Determine o valor da corrente elétrica no fio neste momento.



Um fio reto imerso em um campo magnético sofre uma ação de uma força magnética cuja intensidade é dada por:

$$F_m = B \cdot i \cdot l \cdot \text{sen}\theta$$

Substituindo os valores dados no enunciado e de acordo com a figura usando $\theta=30^\circ$, temos:

$$1 = 2 \times i \times 0,20 \times \text{sen}30^\circ$$

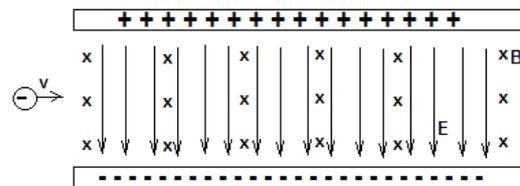
$$1 = 2 \times i \times 0,20 \times 0,5$$

$$1 = i \times 0,20$$

$$i = \frac{1}{0,20} = 5 \text{ A}$$

EXERCÍCIOS

- 1) (AFA) Uma partícula eletrizada com carga negativa é lançada com velocidade v numa região onde há dois campos uniformes: um magnético B e um elétrico E , conforme a figura:



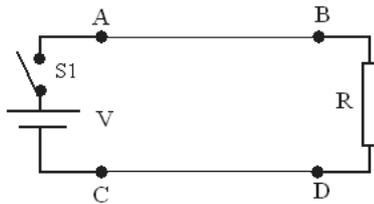
Sabendo que $v = 2,0 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ e $B = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ T}$, calcule a intensidade de vetor campo elétrico, em volts por metro, de modo que a partícula descreva um movimento retilíneo uniforme.

- a) $1,0 \cdot 10^8$
- b) $2,0 \cdot 10^2$
- c) $5,0 \cdot 10^1$
- d) $5,0 \cdot 10^0$

- 2) (EEAER) Em uma região, estabelecem-se dois campos, um campo elétrico e um campo magnético, ambos uniformes, de direções e sentidos coincidentes. Um elétron é colocado no centro dessa região com velocidade nula. Desprezando a ação da gravidade sobre o elétron, assinale a alternativa que completa corretamente a frase a seguir: Logo após ser colocado, o elétron _____

- a) permanecerá em repouso, pois não sofrerá ação de nenhuma força.
- b) sofrerá ação de uma força perpendicular às linhas de força dos campos.
- c) sofrerá ação de uma força com a mesma direção e sentido contrário às linhas de força dos campos.
- d) sofrerá ação de uma força com a mesma direção e mesmo sentido das linhas de força dos campos.

- 3) No circuito representado pela figura a seguir temos dois condutores, AB e CD que estão suspensos, e são paralelos. Após a chave S1 ser fechada, uma corrente elétrica flui pelo circuito. Nessas condições assinale a alternativa que apresenta corretamente o que ocorre nos condutores AB e CD, devido a ação do campo magnético gerado por um condutor, sobre o outro condutor.



- Sobre os condutores aparecerão forças de atração.
- Sobre os condutores aparecerão forças de repulsão.
- Não aparecerão forças nem de atração nem de repulsão, porque é o mesmo circuito.
- Não aparecerão forças nos condutores, pois a bateria é de corrente contínua.

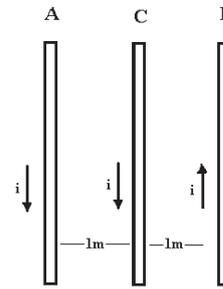
- 4) (EFOMM) Um próton é lançado perpendicularmente a um campo magnético uniforme de intensidade $2,0 \cdot 10^9 \text{ T}$ com uma velocidade de $1,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. Nesse caso, a intensidade da força magnética que atua sobre a partícula é de _____ N.

Dado: carga elemental: $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

- $1,6 \cdot 10^{-3}$
- $1,6 \cdot 10^{-4}$
- $3,2 \cdot 10^{-3}$
- $3,2 \cdot 10^{-4}$

- 5) (AFA) Três condutores retilíneos e longos, são dispostos paralelamente um ao outro, com uma separação de um metro entre cada condutor. Quando estão energizados, todos são percorridos por correntes elétricas de intensidade igual a um ampère cada, nos sentidos indicados pela figura.

Nesse caso, o condutor **C** tende a



- aproximar-se do condutor A.
- aproximar-se do condutor B.
- permanecer no centro, e A e B mantêm-se fixos.
- permanecer no centro, e A e B tendem a aproximar-se.

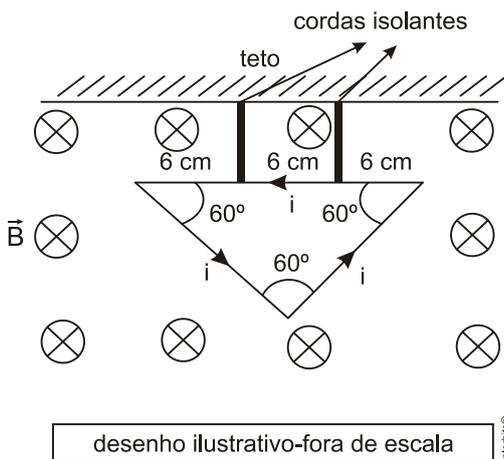
- 6) A definição oficial de ampère, unidade de intensidade de corrente elétrica no Sistema Internacional é: "O ampère é a intensidade de uma corrente elétrica que, mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de secção circular desprezível e situados à distância de um metro entre si, no vácuo, produz em esses condutores uma força igual a $2 \cdot 10^{-7}$ newtons por metro de comprimento." Para que a força magnética que atua nos condutores seja de atração,

- os condutores devem ser percorridos por correntes contínuas de mesmo sentido.
- os condutores devem ser percorridos por correntes contínuas de sentidos opostos.
- um dos condutores deve ser ligado em corrente contínua e o outro deve ser aterrado nas duas extremidades.
- os dois condutores devem ser aterrados nas duas extremidades.

- 7) Determine a intensidade da força magnética que atua sobre uma partícula com carga igual a $+4\mu\text{C}$ e velocidade de 10^6 cm/s , quando esta penetra ortogonalmente em um campo magnético uniforme de intensidade igual a $6 \cdot 10^2 \text{ T}$.

- 15 N
- 24 N
- 1500 N
- 2400 N

8) (ESPCEX) Em uma espira condutora triangular equilátera, rígida e homogênea, com lado medindo 18 cm e massa igual a 4,0 g, circula uma corrente elétrica i de 6,0 A, no sentido anti-horário. A espira está presa ao teto por duas cordas isolantes, ideais e de comprimentos iguais, de modo que todo conjunto fique em equilíbrio, num plano vertical. Na mesma região, existe um campo magnético uniforme de intensidade $B = 0,05 \text{ T}$ que atravessa perpendicularmente o plano da espira, conforme indicado no desenho abaixo.



Considerando a intensidade da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, a intensidade da força de tração em cada corda é de

Dados: $\cos 60^\circ = 0,50$

$\sin 60^\circ = 0,87$

- a) 0,01 N
- b) 0,02 N
- c) 0,03 N
- d) 0,04 N
- e) 0,05 N

11) (ESPCEX) Partículas com grande velocidade, provenientes do espaço, atingem todos os dias o nosso planeta e algumas delas interagem com o campo magnético terrestre. Considere que duas partículas A e B, com cargas elétricas $Q_A > 0$ e $Q_B < 0$, atingem a Terra em um mesmo ponto com velocidades, $\vec{V}_A = \vec{V}_B$, perpendiculares ao vetor campo magnético local. Na situação exposta, podemos afirmar que

- a) a direção da velocidade das partículas A e B não irá se alterar.
- b) a força magnética sobre A terá sentido contrário à força magnética sobre B.
- c) a força magnética que atuará em cada partícula terá sentido contrário ao do seu respectivo vetor velocidade.
- d) a força magnética que atuará em cada partícula terá o mesmo sentido do vetor campo magnético local.
- e) a direção da velocidade das partículas A e B é a mesma do seu respectivo vetor força magnética.

12) (ESPCEX) Sob a ação exclusiva de um campo magnético uniforme de intensidade 0,4 T, um próton descreve um movimento circular uniforme de raio 10 mm em um plano perpendicular à direção deste campo. A razão entre a sua massa e a sua carga é de 10^{-8} kg/C . A velocidade com que o próton descreve este movimento é de:

- a) $4 \cdot 10^5 \text{ m/s}$
- b) $2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$
- c) $8 \cdot 10^4 \text{ m/s}$
- d) $6 \cdot 10^4 \text{ m/s}$
- e) $5 \cdot 10^3 \text{ m/s}$

AULA 42 - INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Vimos que correntes elétricas são capazes de criar campos magnéticos mas será que o contrário seria possível? Ou seja, seria possível um campo magnético criar uma corrente elétrica?

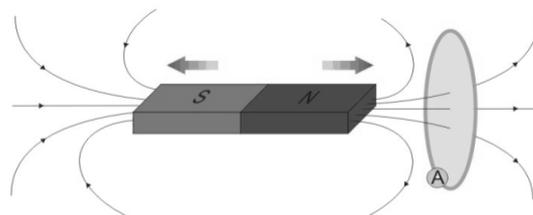
Em 1831, na Inglaterra, Michael Faraday conseguiu provar experimentalmente tal fenômeno, chamado de indução eletromagnética. Para entendermos como se dá tal fenômeno, precisamos estabelecer alguns conceitos fundamentais para tal entendimento. O primeiro deles é o chamado fluxo magnético ou fluxo de indução.

O fluxo magnético para uma superfície plana de área A imersa em um campo uniforme B , é definido como sendo:

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos\theta$$

Onde θ é o ângulo entre as linhas de campo B e a reta normal que corta a superfície A perpendicularmente. O fluxo magnético está diretamente ligado à quantidade de linhas de campo magnético que atravessam tal área.

Quanto mais linhas atravessarem a superfície, maior será o fluxo de campo magnético. Podemos notar pela figura, que quando o ângulo é zero, teremos o fluxo máximo e quando o ângulo é 90° , nenhuma linha atravessaria a superfície e o fluxo seria zero. O fluxo é dado no SI em Weber (Wb). A variação do número de linhas que atravessam um condutor num determinado tempo, ou seja, uma variação do fluxo magnético através de um condutor dá origem a uma corrente elétrica através do condutor. Esse fenômeno é conhecido como indução eletromagnética.



Aproximando-se ou afastando-se o ímã, varia o fluxo magnético através da espira e o amperímetro A indica a passagem de corrente elétrica.

Podemos variar o fluxo através de um condutor de três formas diferentes: variando o campo magnético, por exemplo, afastando ou aproximando um ímã de um condutor; variando a área do condutor, ou variando o ângulo θ entre o campo e à normal da superfície. Este último caso é utilizado num gerador de uma usina hidrelétrica, onde uma espira é posta a girar em um campo magnético uniforme.

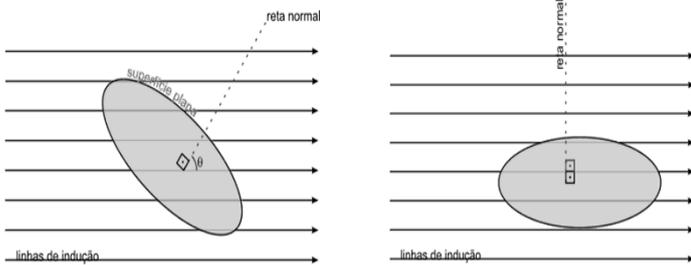
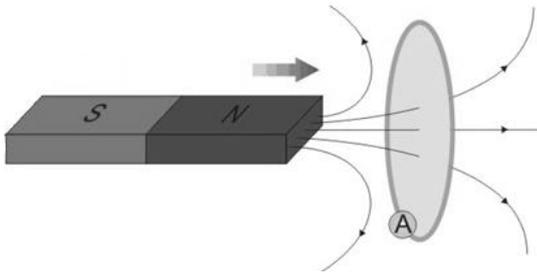
A f.e.m. que surge em um condutor ou espira na qual fazemos variar o fluxo, é dado por:

$$\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

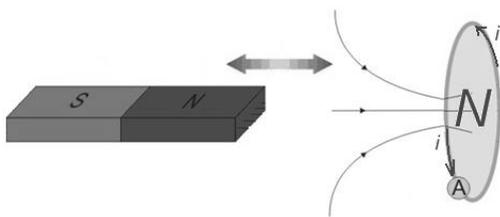
A unidade da f.e.m. é o Volt. O sinal negativo indica que esta induz uma corrente elétrica no interior do condutor/espira de modo a restaurar as condições iniciais do sistema. Trata-se de uma conservação de energia. O sentido da corrente será tal que o campo magnético induzido, criado pela passagem da corrente pelo condutor, tende a se opor à variação do fluxo produzido. Essa particularidade é chamada de Lei de Lenz:

“A corrente induzida surge em um sentido tal que produz um fluxo induzido em oposição à variação do fluxo indutor que lhe deu origem”.

Vejamos um exemplo:

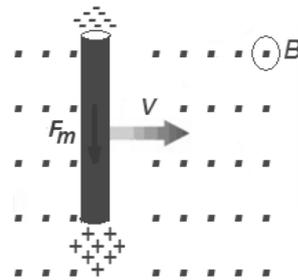


Ao aproximarmos o ímã da espira conforme a figura surge na espira uma corrente elétrica que terá um sentido tal que, a face voltada para o ímã terá uma polaridade magnética que fará oposição à aproximação do ímã, repelindo-o. Desta maneira, a espira deveria adquirir um polo norte na face voltada para o ímã. Assim, para que seja polo norte, as linhas de campo magnético no centro da espira deveriam estar saindo do plano da espira e a corrente que produz tal efeito teria o sentido anti-horário (regra da mão direita).



Uma dica é: sempre que o sentido da corrente for horário, a face da espira em questão será sul e sempre que for anti-horário, a face da espira em questão será norte.

Ao arrastarmos um condutor reto de comprimento L , com uma velocidade v perpendicularmente às linhas de campo magnético B na região, verificaremos que esse movimento induzirá uma corrente no fio, tal que os elétrons seriam deslocados para uma das extremidades fazendo com que tenhamos uma diferença de potencial entre as pontas do condutor.



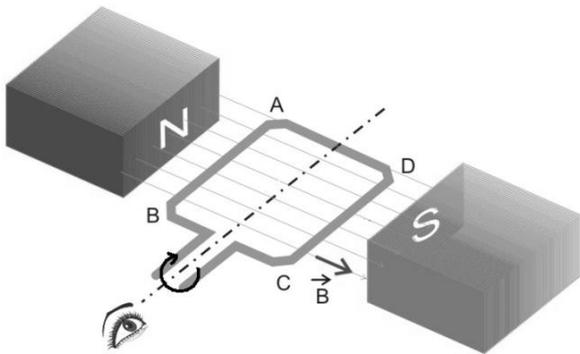
Essa ddp é a f.e.m. induzida pelo campo magnético, e pode ser calculada por:

$$\varepsilon = B \cdot v \cdot L$$

O sentido da corrente elétrica no fio será dado pela regra da mão esquerda como vimos no capítulo anterior.

Transformadores

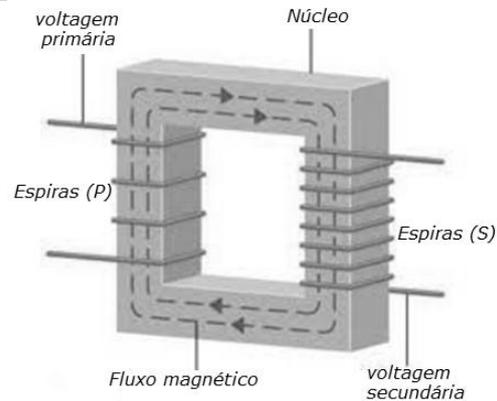
Como dissemos anteriormente, se pusermos uma espira para girar no interior de um campo magnético, induziremos na espira uma corrente elétrica. Neste caso, a corrente elétrica na espira não terá um sentido único. Note pela figura abaixo que ao girarmos a espira no sentido horário, o número de linhas de campo que a atravessam vai aumentando fazendo com que neste momento a corrente sobre a espira tenha o sentido anti-horário.



Após a espira dar um quarto de volta, vemos que o número de linhas passa a diminuir, fazendo com que o sentido da corrente passe a ser horário e assim sucessivamente. Desta forma, ao dar uma volta completa a corrente elétrica muda de sentido quatro vezes. Essa corrente elétrica que muda de sentido durante um certo tempo é denominada **corrente alternada**.

Uma corrente alternada ao atravessar um condutor, cria ao seu redor campos magnéticos variáveis. Outro condutor nessa região, ao ter o número de linhas variando em seu interior, teria uma corrente induzida atravessando-o, também alternada. Dessa forma, podemos transportar corrente elétrica à distância!

O mais interessante é que a potência elétrica gerada no fio indutor, seria a mesma no fio induzido. Usamos esse princípio no funcionamento do transformador, que possui dois enrolamentos (um condutor enrolado em um material ferromagnético de forma a intensificar os efeitos magnéticos, como um solenóide): o primeiro é denominado enrolamento primário aonde chega a corrente alternada, e o segundo é denominado enrolamento secundário, no qual será induzido uma nova corrente elétrica.



Como a potência elétrica nos dois enrolamentos é a mesma, temos que:

$$P_{\text{Primário}} = P_{\text{Secundário}}$$

$$U_P \cdot i_P = U_S \cdot i_S$$

$$\frac{U_P}{U_S} = \frac{i_S}{i_P}$$

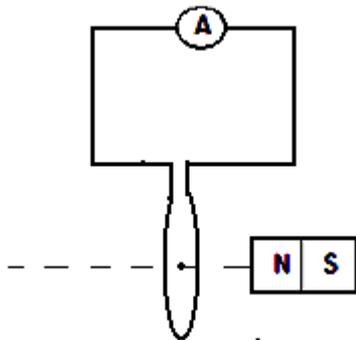
E também podemos provar que o número de voltas do condutor em cada enrolamento influencia as tensões na forma:

$$\frac{U_P}{U_S} = \frac{N_P}{N_S}$$

Ou seja, se tivermos o enrolamento primário com 100 voltas e tensão de 110V, ao construirmos o enrolamento secundário com o dobro de voltas (200), teremos uma tensão de 220V neste enrolamento. Ou seja, podemos “abaixar” ou “elevar” a tensão e/ou corrente elétrica num sistema, fazendo uso de transformadores.

Vejamos alguns exemplos:

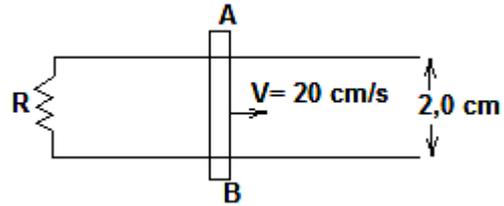
Exemplo 1 - A figura mostra um ímã próximo de um circuito constituído por uma espira e um medidor sensível de corrente. Colocando-se a espira e o ímã em determinados movimentos, o medidor poderá indicar passagem de corrente na bobina. Ao aproximarmos o ímã da bobina de acordo com a figura:



- a) o ímã e a bobina se movimentam, aproximando-se.
- b) surge na espira uma corrente no sentido horário.
- c) o ímã será atraído pela espira.
- d) surge na espira uma corrente no sentido anti-horário.
- e) a bobina tende a se afastar do ímã.

como vimos, pela Lei de Lenz, ao aproximarmos o ímã da bobina, surge uma corrente elétrica na bobina de modo a produzir um campo magnético que se oponha à variação do fluxo magnético pela bobina. Ou seja, a corrente induzida na bobina criará um campo magnético que se oponha ao movimento do ímã. Como o ímã está aproximando da bobina, está deverá repeli-lo. Para tanto, a face da bobina voltada para o ímã deve ser norte e assim a corrente elétrica na bobina terá o sentido anti-horário. Resposta letra d.

Exemplo 2 - Uma espira em forma de U, está ligada a um condutor móvel AB. Este conjunto é submetido a um campo de indução magnética $B = 4,0 \text{ T}$, perpendicular ao papel e dirigido para dentro dele. Conforme mostra a figura, a largura do U é de $2,0 \text{ cm}$. Determine a tensão induzida e o sentido da corrente, sabendo-se que a velocidade de AB é de 20 cm/s .



- a) $1,6 \text{ V}$ e a corrente tem sentido horário;
- b) $1,6 \text{ V}$ e a corrente tem sentido anti-horário.
- c) $0,016 \text{ V}$ e a corrente tem sentido horário.
- d) $0,016 \text{ V}$ e a corrente tem sentido anti-horário.

Como vimos, ao deslocar o condutor sobre a espira em forma de U, uma corrente elétrica surgirá no fio de modo a se opor ao movimento do condutor, ou seja, deverá aparecer uma força magnética no fio que aponte no sentido contrário ao do deslocamento. Aplicando a regra da mão esquerda, vemos que a corrente no fio deverá apontar para cima fazendo com que o sentido seja anti-horário na parte que contém o resistor R. O valor da f.e.m. pode ser calculado pela expressão:

$$\varepsilon = B \cdot v \cdot L$$

$$\varepsilon = 4 \times 0,2 \times 0,02$$

$$\varepsilon = 0,016 \text{ V}$$

Devemos ressaltar que os valores das distâncias devem estar em metros para que a resposta seja dada. Assim, a resposta seria letra d.

Exemplo 3 – Um transformador possui uma tensão de 80 V e uma corrente de 2 A em seu enrolamento primário que possui 500 voltas. Se seu enrolamento secundário tiver 2000 voltas, qual será a tensão e a corrente de saída no enrolamento secundário?

Sabemos que num transformador, as tensões se relacionam com o número de voltas dos enrolamentos primário e secundário através da expressão:

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$\frac{80}{U_s} = \frac{500}{2000}$$

$$U_s = \frac{2000 \times 80}{500} = 320 \text{ V}$$

Sabemos que num transformador, as tensões se relacionam com as correntes que circulam nos enrolamentos primário e secundário através da expressão:

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{i_s}{i_p}$$

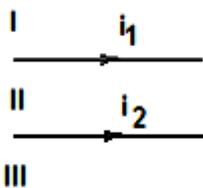
$$\frac{80}{320} = \frac{i_s}{2}$$

$$i_s = \frac{2 \times 80}{320} = 0,5 \text{ A}$$

Note que num transformador as potências nos enrolamentos são iguais, porém, ao mesmo tempo que um número maior de voltas eleva a tensão no enrolamento secundário, esse aumento provoca uma diminuição da corrente no enrolamento secundário, proporcionalmente ao número de voltas.

EXERCÍCIOS

- 1) (ITA) Correntes i_1 e i_2 fluem na mesma direção ao longo de dois condutores paralelos, separados por uma distância a , com $i_1 > i_2$. Em qual das três regiões I, II ou III e para que distancia x , medida a partir do condutor onde passa a corrente i_1 , a indução magnética é igual a zero?



a) Região I, $x = \frac{i_2 a}{i_1 + i_2}$;

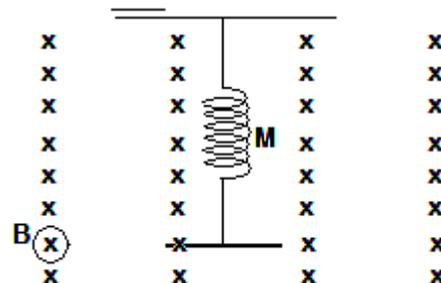
b) Região II, $x = \frac{i_2 a}{i_1 - i_2}$;

c) Região II, $x = \frac{i_1 a}{i_1 + i_2}$;

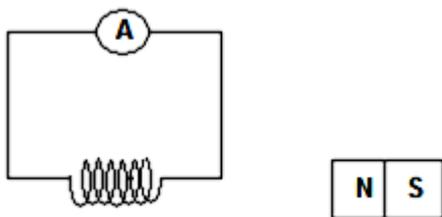
d) Região III, $x = \frac{i_1 a}{i_1 - i_2}$;

e) Região III, $x = \frac{i_2 i_1 a}{i_1 + i_2}$.

- 2) A barra condutora de 1m de comprimento e peso 2N, mergulhada no campo magnético $B=0,1 \text{ T}$, alonga a mola M , isolada e pendurada no teto, de 0,2 m além de seu comprimento de repouso, conforme a figura. Circulando uma corrente i pela barra, esta é trazida a uma nova posição de equilíbrio. Quando a corrente é desligada instantaneamente, a barra passa a executar um MHS de amplitude 0,1m. Calcule a intensidade da corrente i .

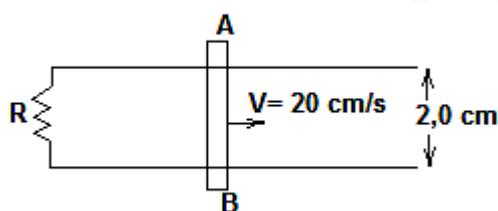


- 3) (UFMG) A figura mostra um ímã próximo de um circuito constituído por uma bobina e um medidor sensível de corrente. Colocando-se a bobina e o ímã em determinados movimentos, o medidor poderá indicar passagem de corrente na bobina. Não haverá passagem de corrente pelo medidor quando:



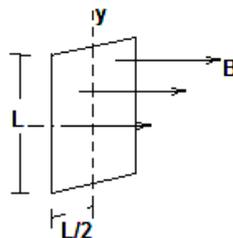
- o ímã e a bobina se movimentam, aproximando-se;
- a bobina se aproxima do ímã, que permanece parado;
- o ímã se desloca para a direita e a bobina para a esquerda;
- o ímã e a bobina se deslocam ambos para a direita, com a mesma velocidade;
- o ímã se aproxima da bobina e esta permanece parada.

- 4) Uma espira em forma de U, está ligada a um condutor móvel AB. Este conjunto é submetido a um campo de indução magnética $B = 5,0 \text{ T}$, perpendicular ao papel e dirigido para fora dele. Conforme mostra a figura, a largura do U é de $2,0 \text{ cm}$. Determine a tensão induzida e o sentido da corrente na espira que contém R, sabendo-se que a velocidade de AB é de 20 cm/s .



- 2 V e a corrente tem sentido horário;
 - 2 V e a corrente tem sentido anti-horário.
 - $0,02 \text{ V}$ e a corrente tem sentido horário.
 - $0,02 \text{ V}$ e a corrente tem sentido anti-horário.
 - N.d.a.
- 5) Uma bobina de uma só espira, de lado $L = 0,1 \text{ m}$, gira com velocidade angular ω em torno do eixo y, num campo magnético uniforme de intensidade 1 T . Determine a velocidade

angular que deve ter a bobina para que nela seja induzida uma fem de no máximo, 10 V .



- 6) Um transformador possui uma tensão de 110 V e uma corrente de 8 A em seu enrolamento primário que possui 2000 voltas. Se seu enrolamento secundário tiver 3000 voltas, qual será a tensão e a corrente de saída no enrolamento secundário?
- 7) (EEAER) O primário de um transformador com 10.000 espiras está alimentado por uma tensão contínua de 12 volts . Um componente elétrico ligado ao secundário deste transformador, que é composto de 1.000 espiras, estará submetido a uma tensão, em volts, de valor igual a
- 120 .
 - $1,2$.
 - 12 .
 - 0 .
- 8) (EFOMM) O transformador é um dispositivo composto de duas bobinas que não têm contato elétrico uma com a outra. Em uma delas (bobina primária) é aplicada uma tensão variável que resulta em um campo magnético também variável. Esse campo acaba por interagir na outra bobina, chamada secundária, que está em contato elétrico com um resistor. Assinale a alternativa que completa corretamente a frase: "A variação do fluxo magnético na bobina secundária é _____." OBS: Considere o transformador um sistema ideal e isolado.
- maior que no primário
 - menor que no primário
 - igual ao do primário
 - de valor nulo

AULA 43 – TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA

Chamamos de física moderna a física e os conceitos descobertos no final do século XIX até os dias de hoje. Diversas descobertas importantíssimas datam do início do século XX e foram responsáveis diretas para que tivéssemos a tecnologia atual, algumas dessas descobertas foram obtidas de maneira completamente inesperada.

Desde o século XVII, quando Newton estabeleceu as bases da mecânica, incluindo a parte de gravitação e diversos estudos em óptica, a sensação de pleno conhecimento da natureza imperava. Estava claro que praticamente todos os fenômenos conhecidos e observados na Terra e no céu podiam ser explicados com a física clássica newtoniana, à exceção de alguns fenômenos elétricos que vieram a ser muito bem explicados e definidos por Maxwell posteriormente, já no século XIX. Após a eletricidade e o magnetismo ficarem muito bem definidos, praticamente nada ficava sem uma boa explicação usando a matemática e a ciência conhecida à época.

Porém alguns fenômenos começaram a surgir, fenômenos que intrigavam os físicos, que não tinham explicação lógica para explicar tais acontecimentos como a radiação de corpo negro, fenômeno fotoelétrico, entre tantos outros. Várias tentativas foram feitas até se chegar a explicações precisas dos fenômenos observados. Cientistas como Max Planck, Niels Bohr, Erwin Schroedinger, Werner Heisenberg, Louis de Broglie, Max Born, Wolfgang Pauli, Paul Dirac e Albert Einstein, ora denominados “pais da Teoria Quântica”, foram fundamentais em suas descobertas para que hoje tenhamos a nossa tecnologia tão avançada. Dentre as descobertas datadas dessa época podemos citar: a teoria da relatividade, a física quântica, a radioatividade, e ainda, invenções como o avião, raio x, televisores, telefones, bomba atômica, penicilina, internet, são derivadas diretas dessas descobertas, sem contar o domínio do espaço.

Como grande parte dessas teorias e descobertas exige um conhecimento mais profundo em matemática e física, vamos nos ater a algumas das principais descobertas que deram origem à ciência contemporânea, dando mais ênfase aos conceitos qualitativos. Sem considerar uma ordem cronológica, vamos resumir alguns dos fenômenos mais característicos dessa fase: a dualidade da luz, o efeito fotoelétrico e a relatividade restrita.

O átomo de Bohr

Para a explicação dos fenômenos acima, é fundamental o conhecimento do átomo. O modelo atômico mais correto adotado à época era o modelo de Rutherford, que tomava o átomo como tendo um núcleo muito pequeno em seu centro, positivo, composto de prótons e nêutrons, e uma eletrosfera, região onde os elétrons estariam “confinados” em um átomo, orbitando o núcleo, e contribuindo para que o átomo se torne neutro em carga, já que os elétrons seriam os responsáveis pela carga negativa do átomo.

Dessa forma, um átomo no estado fundamental teria o mesmo número de prótons e elétrons, fazendo com que sua carga total fosse neutra, já que prótons e elétrons teriam a mesma quantidade de carga. Como se imaginava, uma partícula carregada em movimento deveria irradiar energia (radiação síncrotron) e mais, como o núcleo tem uma carga contrária a do elétron, esses deveriam ser atraídos ao núcleo, chocando-se com ele quase que instantaneamente. Coube a Niels Bohr, melhorar o modelo atômico de modo a explicar a estabilidade do átomo baseando seu modelo em quatro postulados fundamentais:

- I- Os elétrons descreveriam órbitas circulares ao redor do núcleo. Cada órbita estaria ligada a um valor de energia para o elétron, porém não seriam encontrados infinitos valores de energia para os elétrons num espectro contínuo e sim os elétrons

só ocupariam certas órbitas de energias bem definidas. Dessa forma, os elétrons teriam obrigatoriamente energias discretas na eletrosfera, dependendo da órbita ocupada.

- II- A energia total do elétron não pode apresentar qualquer valor e sim um valor múltiplo de uma quantidade fundamental, denominada quantum.
- III- Um elétron pode saltar entre dois níveis quânticos emitindo ou absorvendo um quantum de luz (fóton) cuja energia é exatamente igual à diferença de energia entre os dois níveis quânticos.
- IV- As órbitas permitidas são aquelas em que o momento angular orbital L dos elétrons é quantizado, obedecendo à expressão

$$L = n \cdot \hbar$$

Onde $n=1, 2, 3\dots$ é o número quântico principal e $\hbar = h/2\pi$, h é a constante de Planck igual a $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s. Para $n=1$ teríamos o menor valor possível, ou menor raio atômico possível, conhecido como raio de Bohr ($r=0,0529$ nm) onde nenhum elétron poderia aproximar-se mais do núcleo do que este valor. O modelo de Bohr é conhecido como modelo semi-clássico do átomo pois não explica que leis substituiriam a mecânica clássica para explicar os postulados acima.

Ao “girar” ao redor do núcleo, o elétron seria atraído por ele por uma força elétrica, que apontando para o centro da órbita circular, pode ser chamada de força centrípeta. Desta forma ao igualarmos as forças e usarmos a regra de quantização do momento angular acima, podemos mostrar matematicamente que a expressão geral para os diversos raios de órbita possíveis para um elétron ao redor de um núcleo atômico seria dada por:

$$r_n = \frac{\epsilon_0 n^2 h^2}{\pi \cdot m \cdot Z e^2}$$

Aqui temos que m é a massa do elétron e Z o número atômico do átomo. Temos ainda que e é a carga elementar do elétron e ϵ_0 é uma constante elétrica na qual $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$.

Podemos demonstrar que a energia do elétron tal como postulada por Bohr, pode ser obtida pela expressão:

$$E_n = \frac{-m_e q_e^4}{8h^2 \epsilon_0^2 n^2}$$

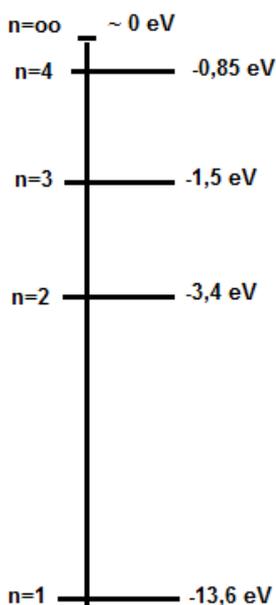
Onde n é o nível quântico ocupado pelo elétron. Após substituirmos as constantes com os respectivos valores para o átomo mais simples, de hidrogênio, temos:

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$$

Que são as energias para cada nível do átomo de Hidrogênio. O sinal indica que o elétron está ligado ao núcleo e energias positivas significariam que o átomo está ionizado, ou seja, o elétron não estaria mais preso ao núcleo. Lembre-se de que $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J.

Podemos visualizar os níveis de energia de um átomo através de um esquema denominado diagrama de energia de um átomo. Para isso, basta substituir n por 1, 2, 3... e representá-lo como na figura abaixo:

Diagrama de níveis de Energia do Hidrogênio



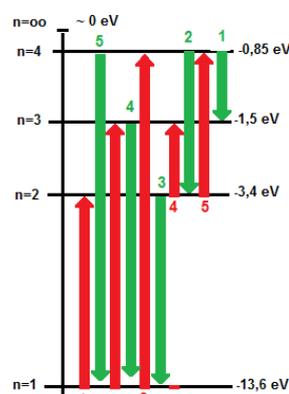
Para que um elétron salte do nível $n=1$ para o $n=2$, ele deve receber a energia necessária para tal transição, ou seja, $E_T = E_2 - E_1$. Isto pode ocorrer por exemplo ao absorver uma partícula de luz (fóton) que possua exatamente essa energia E_T . Caso a energia seja diferente, o elétron não absorve o fóton. Órbitas mais energéticas, n maiores, são mais instáveis para o elétron, que tende a se livrar de parte dessa energia extra e retornar à um nível mais estável, n menor. Para tanto, ele se livra do “excesso” de energia na forma de um fóton de luz com exatamente esse valor de energia. Como a energia de um fóton é dada por

$$E = h \cdot f$$

e a energia está diretamente ligada à frequência, para cada energia do fóton teremos uma cor para a luz. Algumas transições atômicas acontecem dentro do espectro visível do olho humano, outras não podem ser observadas diretamente, por exemplo quando o fóton tem uma frequência dentro do ultravioleta.

Abaixo podemos ver uma representação de transições do átomo de hidrogênio.

Diagrama de transições do átomo de Hidrogênio



exemplos de transições de absorção de fótons

transição	início	fim	energia de transição
1	n=1	n=2	10,2 eV
2	n=1	n=3	12,1 eV
3	n=1	n=4	12,75 eV
4	n=2	n=3	1,9 eV
5	n=2	n=4	2,55 eV

exemplos de transições de emissão de fótons

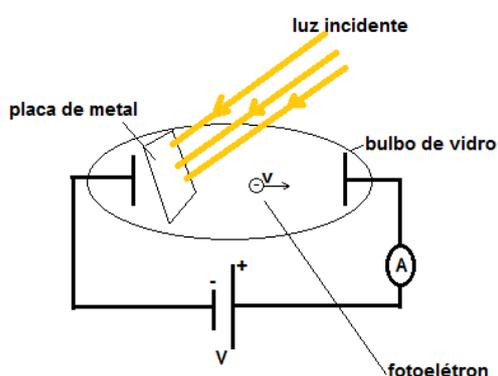
transição	início	fim	energia de transição
1	n=4	n=3	1,9 eV
2	n=4	n=2	2,55 eV
3	n=2	n=1	10,2 eV
4	n=3	n=1	12,1 eV
5	n=4	n=1	12,75 eV

Uma aplicação interessante desse modelo ocorre quando um gás absorve energia. Elétrons mais energéticos saltam para níveis mais energéticos, se tornam mais instáveis, e acabam por emitir fótons característicos dessa transição. Os diversos fótons emitidos podem ser detectados gerando uma assinatura para o gás, única para cada elemento, e assim o corpo emissor (gás) pode ser identificado pelo seu espectro de emissão. Existem também os espectros de absorção.

O efeito fotoelétrico

O efeito fotoelétrico foi explicado por Einstein em 1905 e foi um dos pilares do desenvolvimento e solidificação da física quântica. A física quântica é a parte da física que explica os fenômenos em escala atômica, nessa escala a física newtoniana geralmente não se aplica de maneira direta, e coisas estranhas acontecem. Conceitos como trajetória e posição são substituídos por conceitos probabilísticos o que faz com que não possamos dizer exatamente onde um elétron se encontra com certeza absoluta sem perder a informação referente à sua velocidade. Esse fenômeno é conhecido como Princípio da Incerteza de Heisenberg, que confere aos elétrons características de onda.

O efeito fotoelétrico é um dos exemplos onde a física clássica não conseguia dar a explicação do porquê o fenômeno ocorria e a física quântica o fez. O fenômeno consiste em iluminar uma chapa de metal presente em um bulbo contendo um vácuo com dois eletrodos (um positivo e um negativo) capazes de fechar um circuito através de um amperímetro (figura abaixo).



Observa-se que quando um feixe de luz atinge as placas, surge uma corrente elétrica no amperímetro, ou seja, a luz estaria sendo convertida em eletricidade. Como explicar tal fato?

À essa época, a natureza da luz ainda era conturbada. Diversas correntes entendiam a luz como sendo uma partícula, se comportando como tal. Fenômenos como a reflexão da luz e a refração da luz confirmariam tal teoria. Porém, fenômenos como a difração, polarização e interferência não podiam ser explicados considerando a luz como partícula, já que estaria se comportando como se onda fosse. Vários cientistas então passaram a acreditar e a defender a natureza ondulatória da luz. Coube a Louis de Broglie mostrar que a luz não era onda nem partícula individualmente e sim possuía um caráter dual, ou seja, ao mesmo tempo seria onda e partícula, e dependendo do fenômeno observado, se mostraria convenientemente. Einstein mostrou que a luz poderia ser entendida

como uma partícula de luz, o fóton, cuja energia estaria diretamente ligada à frequência da luz conforme vimos acima.

A explicação do efeito fotoelétrico foi dada por Einstein usando o conceito da luz como partícula. Ele imaginou que a luz ao incidir sobre a placa de metal se comportava como diversas partículas de luz (fótons), cada uma com um valor exato de energia, se chocando contra a placa.

Um fóton carrega consigo uma energia proporcional à sua frequência, e, ao colidir com a placa, os elétrons dos níveis mais afastados do metal, poderiam absorver tais fótons e saltar entre os níveis de energia, e ainda, com os valores corretos de energia poderiam ser arrancados da placa. Quando isso acontecia, eles eram acelerados rumo ao eletrodo positivo sendo detectados pelo amperímetro, gerando assim uma corrente elétrica no circuito. Luz virando energia elétrica!!

Porém o fenômeno guardava algumas condições interessantes. A primeira se refere à intensidade da luz que atinge a placa. Ao aumentarmos essa intensidade sobre a placa, mais elétrons eram arrancados e se verificava um aumento da corrente elétrica no amperímetro, porém a energia cinética de cada elétron arrancado não aumentava. A explicação estaria no fato de que ao aumentar a intensidade da luz estaríamos aumentando a quantidade de fótons que atingem a placa. Mais fótons, mais elétrons absorvendo tais fótons e sendo liberados da placa, o que aumenta a corrente. Porém, como a energia de cada fóton não muda, a energia absorvida por cada elétrons também não muda, o que faz com que a sua energia cinética ao ser liberado da placa não mude.

A segunda condição acontecia ao mudar a fonte de luz. Ao mudar a luz, aumentando a sua frequência sem aumentar a intensidade, verificava-se um aumento na energia dos elétrons arrancados, o que não representava um aumento da corrente indicada pelo amperímetro. Isso poderia ser explicado naturalmente pelo mesmo princípio, já que ao aumentar a frequência de

cada fóton, a energia absorvida por cada elétron seria maior. Como parte dessa energia seria usada para se livrar da placa (energia constante conhecida como função trabalho), a energia restante seria convertida em energia cinética para os elétrons. Os elétrons seriam mais rápidos mas o número de elétrons arrancados não aumentaria.

A equação para a energia dos elétrons arrancados, conhecidos como fotoelétrons, pode ser dada por:

$$E = E_f - W$$

Onde E_f é a energia do fóton de luz absorvido e W é a função trabalho, característica de cada material.

A Teoria da Relatividade

Vimos no capítulo sobre composição de movimentos, que quando dois movimentos acontecem simultaneamente, podemos obter uma velocidade relativa entre os movimentos individuais. Um exemplo seria um caminhão que se move a 10 m/s e um homem na carroceria do caminhão, se movendo na mesma direção do caminhão a 2 m/s. Uma pessoa parada na beira da estrada observando a passagem do caminhão, mediria uma velocidade para a pessoa de 12 m/s.

O que nos parece óbvio pode pregar algumas peças. Suponha o mesmo caminhão, agora parado, com os faróis acesos. Uma pessoa ao medir a velocidade da luz dos faróis do caminhão encontraria o conhecido valor c . Se o caminhão passa a se aproximar da pessoa com uma velocidade de digamos $0,1c$ qual seria a velocidade da luz medida pela pessoa na estrada? Se respondeu $1,1c$ você errou, e a explicação para isso foi dada por Einstein.

Einstein mostrou que contrariando o senso comum, a velocidade da luz independe do referencial, ou seja, seu valor seria sempre constante, independente de quem e de que forma

a medisse. Valores atuais mostram que a luz possui uma velocidade de 299.792.458 m/s. Frequentemente usaremos o valor aproximado da velocidade da luz como sendo

$$c = 3.10^8 \text{ m/s}$$

Porém, ao assumir tal valor constante para a luz, Einstein acabou por alterar a forma de ver uma coisa que considerávamos absoluta, imutável até então, o tempo!! Para entender isso vamos usar um experimento mental realizado por Einstein para justificar a sua nova teoria.

Imagine um garoto com uma caneta laser dentro de um vagão que se move a uma velocidade v em relação à um observador externo fora do vagão na estação por exemplo. O garoto se deita no piso do vagão, aponta a caneta diretamente para o teto espelhado do vagão e mede o tempo que a luz gasta para retornar ao piso do vagão, encontrando o valor Δt . O observador externo então, simultaneamente também mede o tempo que a luz do laser gastou para ir e voltar até o piso do vagão, encontrando um tempo diferente, $\Delta t'$. Podemos mostrar que a relação entre os tempos medidos pelo observador externo ao vagão e o garoto no interior do vagão satisfazem a relação:

$$\Delta t' = \gamma \cdot \Delta t$$

Onde γ é o chamado fator de Lorentz, dado por:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Assim podemos ver que quanto maior a velocidade v do vagão maior será o fator de Lorentz e o tempo medido pelo observador externo será maior que o tempo medido pelo menino no interior do vagão. Como explicar isso? Os dois, observando o mesmo fenômeno, e medindo tempos diferentes?

A explicação dada por Einstein resultou na famosa Teoria da Relatividade Restrita: “o tempo se dilata para quem viaja a altas velocidade!!!” Isso mesmo, para observadores que se movem em velocidades próximas a da luz, o tempo passa mais lentamente!!

Por mais esquisito que possa parecer, o fenômeno já foi testado e comprovado, dando explicação e suporte a diversas descobertas posteriores. Cálculos semelhantes podem ser feitos para a massa das partículas que se movem a estas grandes velocidades e ao comprimento das coisas para quem as mede sob estas grandes velocidades. Para massa a equação seria semelhante à do tempo, ou seja,

$$\Delta m' = \gamma \cdot \Delta m$$

E para o comprimento, teríamos:

$$\Delta L' = (1/\gamma) \cdot \Delta L$$

Aqui m' seria a massa do corpo de massa m (inercial) quando o corpo passa a se mover a velocidade v , e, L' é o comprimento de um corpo cujo comprimento para um observador em repouso é L , medido por um observador que se move na direção do corpo com velocidade v próxima à velocidade da luz.

Devemos ressaltar que as diferenças obtidas só são perceptíveis quando o observador se desloca à altas velocidades, comparadas à da luz. Uma velocidade de 10.000 km/h por exemplo não causa diferenças consideráveis para serem sentidas por nós, embora existam.

Posteriormente o próprio Einstein reformulou sua teoria da relatividade restrita para que abrangesse os efeitos gravitacionais, na teoria que ficou conhecida como Teoria da Relatividade Geral.

Vejamos alguns exemplos:

Exemplo 1 - A figura mostra o diagrama de energia para o átomo de Hidrogênio. Qual frequência do fóton emitido numa transição eletrônica do nível $n=3$ para $n=2$?

Como vimos, os níveis de energia para o átomo de Hidrogênio são dados pela equação:

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$$

Como a transição ocorre entre os níveis 3 para 2, o elétron deve liberar um fóton cuja energia é dada por:

$$E_f = E_3 - E_2$$

$$E_f = -\frac{13,6}{3^2} - \left(-\frac{13,6}{2^2}\right)$$

$$E_f = -1,51 - (-3,4) \cong 0,38 \text{ eV}$$

Essa é a energia do fóton mas queremos a frequência do fóton. Assim, usamos a relação da energia de um fóton dada por:

$$E_f = h \cdot f$$

Substituindo o valor de $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ e $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ temos:

$$0,38 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot f$$

$$\Delta L' = (1/\gamma) \cdot \Delta L$$

O que resulta em

$$f = 9,2 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$$

$$\Delta L' = (1/(\frac{1}{0,8})) \cdot \Delta L$$

$$\Delta L' = 0,8 \cdot \Delta L$$

Lembre-se sempre de calibrar as unidades!!

Como o valor medido na Terra (em repouso) era de 10m, o valor medido pelo observador na nave será:

$$\Delta L' = 0,8 \cdot 10 = 8 \text{ m}$$

Exemplo 2 - Uma nave se desloca no espaço a uma velocidade de 60% da velocidade da luz. Qual seria o comprimento medido por um observador no interior da nave ao medir o comprimento de uma barra de 10 m (medida por um observador na Terra)?

Um valor menor que o medido em repouso. Contração do espaço!!

como vimos, o tempo, o comprimento e a massa de objetos pode sofrer uma variação em seu valor medido dependendo da velocidade do observador. A primeira coisa a se fazer seria determinar o fator de Lorentz para essa situação. Como o observador viaja à uma velocidade de 60% da velocidade da luz, temos que $v=0,6c$. Usando esse valor temos:

Exemplo 3 – Ao incidirmos luz ultravioleta cujo comprimento de onda $\lambda = 300 \text{ nm}$, sobre uma placa de metal, qual será a energia cinética do fotoelétron emitido (em eV)? Considere a função trabalho da placa como tendo o valor $W = 5 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Use $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ e $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}}}$$

Sabemos que a energia do fotoelétron emitido no efeito fotoelétrico é dada pela equação:

$$E = E_f - W$$

Como a energia de um fóton é dada por

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{0,36c^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{0,64}} = \frac{1}{0,8}$$

$$E_f = h \cdot f$$

E a frequência pode ser expressa em função do comprimento de onda pela expressão:

$$c = \lambda \cdot f$$

Agora devemos lembrar a relação para o comprimento, ou seja,

Podemos escrever a energia do fotoelétron por:

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} - W$$

Substituindo os valores teremos no SI:

$$E = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{300 \cdot 10^{-9}} - 5 \cdot 10^{-19}$$

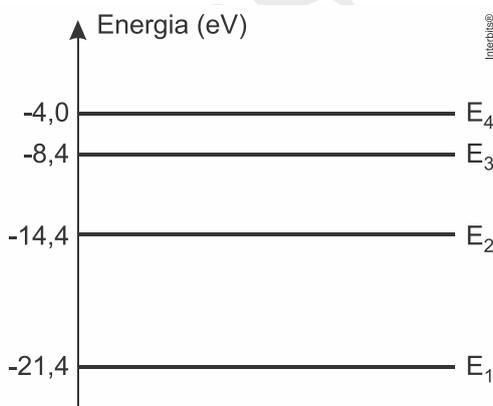
$$E = \frac{19,8 \cdot 10^{-26}}{300 \cdot 10^{-9}} - 5 \cdot 10^{-19} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Como foi pedido o valor em eV, basta efetuar a conversão, ou seja:

$$E = 1 \text{ eV}$$

EXERCÍCIOS

- 1) (Epcar (Afa) 2016) O diagrama abaixo ilustra os níveis de energia ocupados por elétrons de um elemento químico A.

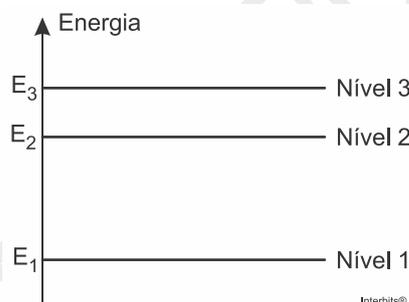


Dentro das possibilidades apresentadas nas

alternativas abaixo, a energia que poderia restar a um elétron com energia de 12,0 eV, após colidir com um átomo de A, seria de, em eV,

- 0
- 1,0
- 5,0
- 5,4

- 2) (Epcar (Afa) 2015) O diagrama a seguir mostra os níveis de energia permitidos para elétrons de um certo elemento químico.



Durante a emissão de radiação por este elemento, são observados três comprimentos de onda: λ_A , λ_B e λ_C . Sabendo-se que

$\lambda_A < \lambda_B < \lambda_C$, pode-se afirmar que $\frac{\lambda_A}{\lambda_C}$ é igual a

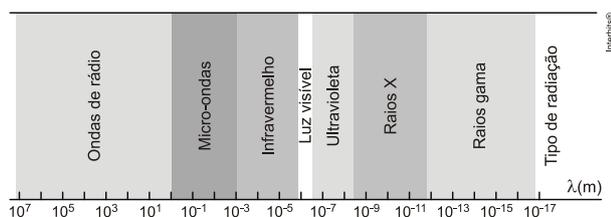
- $\frac{E_3}{E_1}$
- $\frac{E_3 - E_2}{E_3}$
- $\frac{E_3 - E_2}{E_3 - E_1}$
- $\frac{E_2}{E_1}$

- 3) (Epcar (Afa) 2013) Raios X são produzidos em tubos de vácuo nos quais elétrons são acelerados por uma ddp de $4,0 \cdot 10^4 \text{ V}$ e, em seguida, submetidos a uma intensa desaceleração ao colidir com um alvo metálico.

Assim, um valor possível para o comprimento de onda, em angstroms, desses raios X é,

- a) 0,15
b) 0,20
c) 0,25
d) 0,35

4) (Epcar (Afa) 2013) O elétron do átomo de hidrogênio, ao passar do primeiro estado estacionário excitado, $n=2$, para o estado fundamental, $n=1$, emite um fóton. Tendo em vista o diagrama da figura abaixo, que apresenta, de maneira aproximada, os comprimentos de onda das diversas radiações, componentes do espectro eletromagnético, pode-se concluir que o comprimento de onda desse fóton emitido corresponde a uma radiação na região do(s)



- a) raios gama
b) raios X
c) ultravioleta
d) infravermelho

GABARITOS

AULA 01 - INTRODUÇÃO À FÍSICA

- 1) a) 21h 51 min 36s b) 15 min 15 s
 2) 0,483 km
 3) a) $1,57 \cdot 10^5$ b) $3,8 \cdot 10^6$ c) $2,9 \cdot 10^8$ d) $8 \cdot 10^5$
 4) 10^6
 5) a) 10 m/s b) 150 m/s c) 21 m/s d) 30 m/s ;
 6) 2 km/h

AULA 02 - MOVIMENTO UNIFORME - MU

1- a) 20s b) 30 cm c) $V_a = 6 \text{ cm/s}$ e $V_b = 3 \text{ cm/s}$	2- A
3- C	4- C
5- 200m	6- A
7- A	
8- C	9- C
10- A	11- B

AULA 03 - MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO - MUV

1- C	2- D
3- B	4- A
5- B	6- C
7- B	8- C
9- C	10- C
11- B	12- C
13- A	14- D
15- E	16- A
17- B	18- C
19- C	20- E
21- A	

AULA 04 - MOVIMENTO VERTICAL

1- A	2- A
3- A	4- B
5- C	6- D

FIS 05 - LANÇAMENTOS

1- C	2- D	3- C
4- C	5- C	6- C
7- B	8- A	9- D
10- A	11- A	12- D
13- E	14- D	15-

AULA 06 - VETORES

1- C
2- B
3- A
4- B
5- A
6- E
7- B

AULA 07 - MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME - MCU

	1- C
2- C	3- D
4- D	5- B
6- D	7- A
8- B	9- D
10- A	11- D
12-	13-

AULA 08 - COMPOSIÇÃO DE MOVIMENTOS

1) A
2) C
3) A
4) D

AULA 09 - LEIS DE NEWTON

1- A	2- D
3- C	4- B
5- A	6- C
7- A	8- B
9- A	10- B
11- B	12- B
13- B	14- C
15- A	16- C
17- C	18- E
19- D	20- E
21- E	22- D
23- A	24-

FIS 10 - FORÇAS DE ATRITO

1- A	2- C
3- Em B	4- C
5- D	6- B
7- A	8- C
9- C	10- D
11- D	12- C
13- C	14- D

AULA 11 - TRABALHO E ENERGIA MECÂNICA

1- A	2- D
3- B	4- B
5- A	6- B
7- D	8- D
9- C	10- C
11- D	12- D
13- B	14- A
15- A	16- A
17- A	18- B
19- B	20- C
21- C	22- C
23- C	24- B
25- A	26- C
27- D	28- B
29- A	30- E

AULA 12 - IMPULSO E MOVIMENTO LINEAR

1- D	2- A
3- B	4- A
5- D	6- D
7- C	8- D
9- D	10- B
11- B	12- E
13- B	14- C

AULA 13 - GRAVITAÇÃO

1- C	2- E
3- A	4- B
5- A	6- C
7- A	8- D
9- C	10- D
11- D	12- B
13- E	14-

AULA 14 - ESTÁTICA

1- a) 36 N b) $36\sqrt{3}$ N	2- c
3- $100\sqrt{3}$ N e 60°	4- B
5- C	6- B
7- C	8- D
9- C	10- D
11- B	12- A
13- D	14- C
15- E	16- C
17- B	18- B
19- C	20- D

AULA 15 - HIDROSTÁTICA

1- C	2- C
3- A	4- C
5- A	6- C
7- A	8- D
9- B	10- B
11- D	12- B
13- A	14- C
15- C	16- C
17- D	18- B
19- C	20- A
21- A	22- C
23- C	24- D
25- A	26- C
27- B	28- B
29- A	30- C
31- D	32- D
33- A	34- E
35- B	36- C
37- E	38- A
39- E	40- E

AULA 16 - TERMOMETRIA

1- C	2- C
3- B	4- D
5- A	6- A
7- C	8- B
9- D	10- C
11- A	12-

AULA 17 - CALORIMETRIA

1- B	2- C
3- B	4- A
5- D	6- D
7- B	8- E
9- A	10- E
11- D	12- E

AULA 18 - DILATAÇÃO

1- C	2- A
3- A	4- D
5- B	6- B
7- A	8- D
9- D	10-

AULA 19 - PROPAGAÇÃO DE CALOR

1- D	2- B	3- B
4- D	5- A	6- D
7- B	8- A	9- A
10- B	11- D	12- A

AULA 20 - ESTUDO DOS GASES

	1) C	2) D
3) C	4) D	5) D
6) D	7) B	8) C
9) A	10) C	11) B
12) E	13) A	14) D

AULA 21 - TERMODINÂMICA

1- C	2- d
3- E	4- E
5- D	6- C
7- C	8- A
9- B	10- B
11- A	12- B
13- B	14- B
15- A	16- A
17- D	18- C
19- A	20- B
21- A	22- D
23- C	24- D

AULA 22 - PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

1- C	2- A
3- A	4- Real (pois a imagem é projetada)
5- 1,27s	6- C
7- C	8- C
9- B	10- C

AULA 23 - ESPELHOS PLANOS

1- C	2- 40 cm
3- C	4- D
5- D	6- A
7- B	8- C
9- A	10-

AULA 24 - ESPELHOS ESFÉRICOS

1- C	2- B
3- 40 cm	4- A) 16 cm B) real, menor e invertida
5- A	6- B
7- E	8-

AULA 25 - ÍNDICE DE REFRAÇÃO

1- A	2- B
------	------

3- B	4- C
5- D	6- C
7- C	8- C
9- A	10- B
11- B	12- C

AULA 26 - LENTES ESFÉRICAS

1- A	2- B
3- D	4- B
5- A	6- D
7- D	8-

AULA 27 - ÓPTICA DA VISÃO

	1- A
2- C	3- A
4- C	5- D

AULA 28 - MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES - MHS

1- A	2- C
3- B	4- E
5- B	6- B
7- C	8-

AULA 29 - ONDAS

	1- B	2- C
3- C	4- D	5- B
6- A	7- D	8- C
9- B	10- D	11- A
12- D	13- B	14- D
15- C	16- A	17- A
18- A	19- C	20- D
21- D	22- B	23-

AULA 30 - INTERFERÊNCIA DAS ONDAS

1- D	2- A
3- D	4- A
5- D	6- E
7- A	8- B

AULA 31 - SOM

		1- D	2- B
3- C	4- C	5- D	6- B
7- C	8- B	9- A	10- A
11- D	12- C	13- B	14- C
15- D	16- C	17- B	18- A
19- B	20-	21-	

AULA 32 - CARGA ELÉTRICA

1- $3,125 \times 10^{13}$ elétrons
2- D
3- E
4- C
5- D

7- A	8- B
9- C	10- B
11- A	12- B
13- D	14- E
15- C	16- A
17- B	18- A
19- A	20- C

AULA 33 - FORÇA ELÉTRICA

	1- C
2- D	3- A
4- A) $1,2 \mu\text{c}$ b) $0,7 \mu\text{c}$	5- D
6- B	7- C
8- C	9-

AULA 39 - GERADORES ELÉTRICOS

1- D	2- D
3- A	4- C
5- B	6- C
7- C	8- A
9- A	

AULA 34 - CAMPO ELÉTRICO

1- C	2- E
3- D	4- A
5- D	6- D

AULA 40 - MAGNETISMO

1- $10^{-5} \sqrt{2} t$, numa direção que faz 45° com a normal saindo do papel.	2- C
3- A	4- B
5- D	6- B
7- B	8- B
9- A	10- B
11- C	12- D
13- D	14- C
15- A	16- D
17- E	18-

AULA 35 - POTENCIAL ELÉTRICO

1- C	2- A
3- A	4- E
5- C	6- A
7- A	8- C
9- B	10- A
11- A	12- A
13- A	14-

AULA 41 - FORÇA MAGNÉTICA

		1- B
2- C	3- B	4- D
5- A	6- A	7- B
8- B	9- B	10- A

AULA 36 - CAPACITORES

1- A, F	2- D	3- C
4- C	5- E	6- B
7- C	8- D	9- A
10- A	11- D	12- B
13- D	14-	15-

AULA 42 - INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

1- C	2- 10 a
3- D	4- C
5- $2 \cdot 10^3 \text{ rad/s}$	6- 165 v e 5,3 a.
7- D	8- C

AULA 37 - CORRENTE ELÉTRICA

		1- E
2- A) 10^{21} elétrons b) 20,8 min		3- D
4- B		5- C
6- D		7- D
8- D		9- A

AULA 43 - TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA

1- C	1- C
2- D	3- C

AULA 38 - RESISTÊNCIA ELÉTRICA

1- E	2- A) triplica B) diminui quatro vezes
3- A	4- D
5- D	6- B

REVISÃO DE FÍSICA (GABRIEL)

Lista extra de exercícios

LISTA 01

ASSUNTO 1 – INTRODUÇÃO À FÍSICA

1) Quantas horas, minutos e segundos há em:

- A) 37,17 h ?
- B) 9,38 min ?

2) Uma máquina produz 10 cm de fita magnética por segundo. Então, no mesmo ritmo de produção, quantos quilômetros de fita são produzidos em 1h 20 min e 30 s?

3) Escreva em notação científica os seguintes números

- A) 34800000
- B) 0,000016
- C) $1300 \cdot 10^2$

4) Qual é a ordem de grandeza da quantidade mínima de canetas esferográficas comuns necessárias para cobrir a distância São Paulo – Rio de Janeiro de 400 km?

5) Faça a conversão para m/s das seguintes velocidades

- a) 90 km/h
- b) 72 km/h
- c) 108 km/h

6) Faça a conversão para km/h das seguintes velocidades

340 m/s (velocidade do som no vácuo)
velocidade da luz $3 \cdot 10^8$ m/s

7) Uma tartaruga percorre trajetórias, em relação à Terra, com os seguintes comprimentos: 23 centímetros; 0,66 metros; 0,04 metros e 40 milímetros. O comprimento da trajetória total percorrida pela tartaruga, nesse referencial, é:

- a) 970 mm
- b) 9,7 mm
- c) 0,097 m
- d) 9,7 km
- e) 0,97 m

8) Um corredor percorre 0,2 km em linha reta em um intervalo de tempo de 5,0 min. Qual é a sua velocidade média em km/h?

GABARITO – ASSUNTO 1

Solução em sala de aula no dia 08/02/2017.

Em breve, disponível.

ASSUNTO 2 – MOVIMENTO UNIFORME

1) Um móvel com velocidade constante percorre uma trajetória retilínea à qual se fixou um eixo de coordenadas. Sabe-se que no instante $t_0 = 0$, a posição do móvel é $x_0 = 500$ m e, no instante $t = 20$ s, a posição é $x = 200$ m. Determine:

- A velocidade do móvel
- A função da posição
- A posição nos instantes $t = 1$ s e $t = 15$ s
- O instante em que ele passa pela origem

2) Em um treino de Fórmula 1 a velocidade média de um carro é igual a 240 km/h. Supondo que o treino dure 30 min e que o comprimento da pista seja 5 km, quantas voltas foram dadas pelo piloto durante o treino?

- 24
- 30
- 50
- 64

3) Dois carros A e B encontram-se sobre uma mesma pista retilínea com velocidades constantes no qual a função horária das posições de ambos para um mesmo instante são dadas a seguir: $x_a = 200 + 20t$ e $x_b = 100 + 40t$. Com base nessas informações, responda as questões abaixo.

- É possível que o carro B ultrapasse o carro A?
- Determine o instante em que o móvel B alcançará o móvel A, caso isto aconteça.

4) A função horária do espaço de um carro em movimento retilíneo uniforme é dada pela seguinte expressão: $x = 100 + 8t$. Determine em que instante esse móvel passará pela posição 260 m.

5) Um caminhão percorre três vezes o mesmo trajeto. Na primeira, sua velocidade média é de 15 m/s e o tempo de viagem é t_1 . Na segunda, sua velocidade média é de 20 m/s e o tempo de viagem é t_2 . Se, na terceira, o tempo de viagem for igual a $(t_1 + t_2)/2$, qual será a velocidade média do caminhão nessa vez?

- 11,12 m/s
- 12,24 m/s
- 13,56 m/s
- 15,38 m/s
- 17,14 m/s

6) Um carro em M.R.U gasta 10 h para percorrer 1100 km com velocidade constante. Qual a distância percorrida após 3 horas da partida?

7) Um trem move-se com velocidade constante de 144 km/h e atravessa uma ponte de 90 m de comprimento em 4,5 s. Qual é o comprimento do trem?

8) Dois carros, A e B realizam um movimento retilíneo e uniforme com velocidades $V_A = 10$ m/s e $V_B = 30$ m/s. Considerando que no instante $t = 0$ o carro A parte com uma vantagem de 100 m de distância do carro B e ambos seguem na mesma direção e sentido, em que instante o carro B alcançará o carro A?

9) Um carro faz uma viagem de 200 km a uma velocidade média de 40 km/h. Um segundo carro, partindo 1 h mais tarde, chega ao ponto de destino no mesmo instante que o primeiro. Qual é a velocidade média do segundo carro?

- a) 45 km/h
- b) 50 km/h
- c) 55 km/h
- d) 60 km/h
- e) 80 km/h

10) Um automóvel percorre, em trajetória retilínea, 22.803,25 m em 0,53 h. Qual é a velocidade média do automóvel em km/h?

- a) 43,025
- b) 43,037
- c) 43,250
- d) 43,253
- e) 43,370

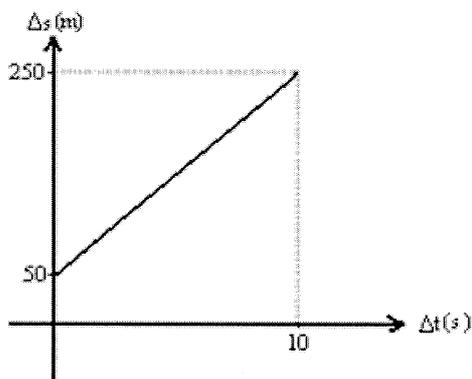
11) Um atirador aponta para um alvo e dispara um projétil. Este sai da arma com velocidade de 300 m/s. O impacto do projétil no alvo é ouvido pelo atirador 3,2s após o disparo. Qual a distância do atirador ao alvo?

Use $V_{\text{som}} = 340 \text{ m/s}$.

12) Num edifício alto com vários pavimentos, um elevador sobe com velocidade constante de 0,4 m/s. Sabe-se que cada pavimento possui 2,5 metros de altura. No instante $t = 0$, o piso do elevador em movimento se encontra a 2,2m do solo. Portanto, em tal altura, o piso do elevador passa pelo andar térreo do prédio. No instante $t = 20\text{s}$, o piso do elevador passará pelo:

- a) terceiro andar
- b) quarto andar
- c) quinto andar
- d) sexto andar
- e) sétimo andar

13) O gráfico a seguir representa a função horária do espaço de um móvel em trajetória retilínea e em movimento uniforme.

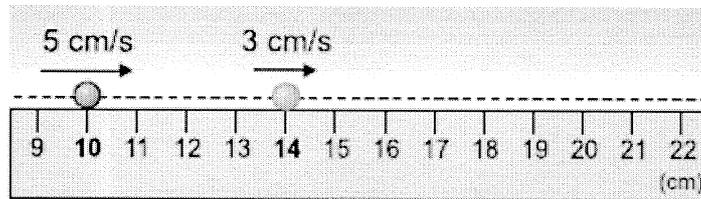


Com base nele, determine a velocidade e a função horária do espaço deste móvel.

14) Um professor, ao aplicar uma prova a seus 40 alunos, passou uma lista de presença. A distância média entre cada dois alunos é de 1,2 m e a lista gastou cerca de 13 min para que todos assinassem. A velocidade escalar média dessa lista de presença foi, aproximadamente, igual a:

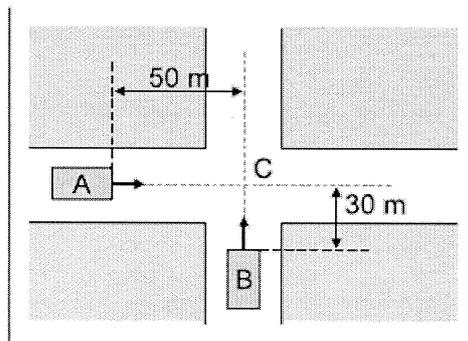
- a) zero
- b) 3 cm/s
- c) 6 cm/s
- d) 13 cm/s

15) Duas esferas se movem em linha reta e com velocidades constantes ao longo de uma régua centimetrada. Na figura estão indicadas as velocidades das esferas e as posições que ocupavam num certo instante. Desprezando-se as suas dimensões, as esferas irão se colidir na posição correspondente a:



- a) 15 cm
- b) 17 cm
- c) 18 cm
- d) 20 cm
- e) 22 cm

16) A figura mostra, em determinado instante, dois carros, A e B, em movimento retilíneo uniforme. O carro A, com velocidade escalar 20 m/s, colide com o B no cruzamento C. Desprezando-se as dimensões dos automóveis, a velocidade escalar de B é:



- a) 12 m/s
- b) 10 m/s
- c) 8 m/s
- d) 6 m/s
- e) 4 m/s

17) O movimento de um móvel ocorre segundo a tabela abaixo:

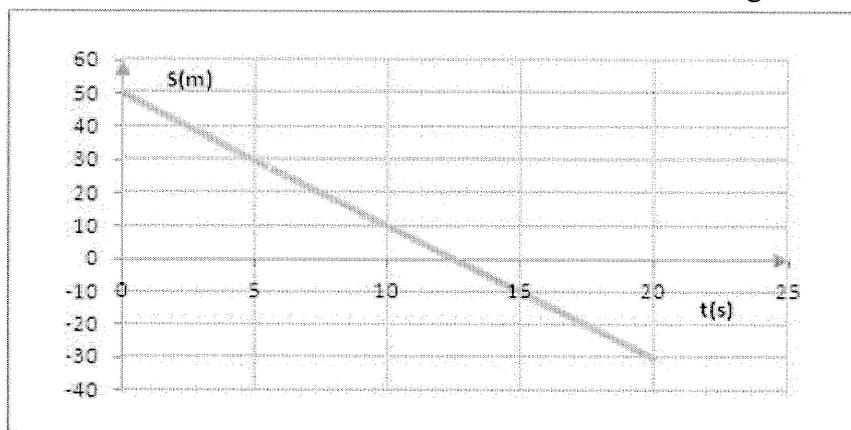
Posição (m)	40	50	60	70	80
-------------	----	----	----	----	----

Tempo (s)	2	3	4	5	6
-----------	---	---	---	---	---

Determine:

- a função horária da posição
- a posição em $t = 10$ s
- o instante em que a posição é 500 m
- a distância percorrida entre 10 s e 50 s.
- os gráficos $s = f(t)$ e $v = f(t)$

18) Um móvel realiza um movimento retilíneo uniforme de acordo com o gráfico abaixo.



- a função horária da posição
- a posição em $t = 50$ s
- o instante em que a posição é -300m
- a distância percorrida entre 0s e 30s
- o gráfico $v = f(t)$

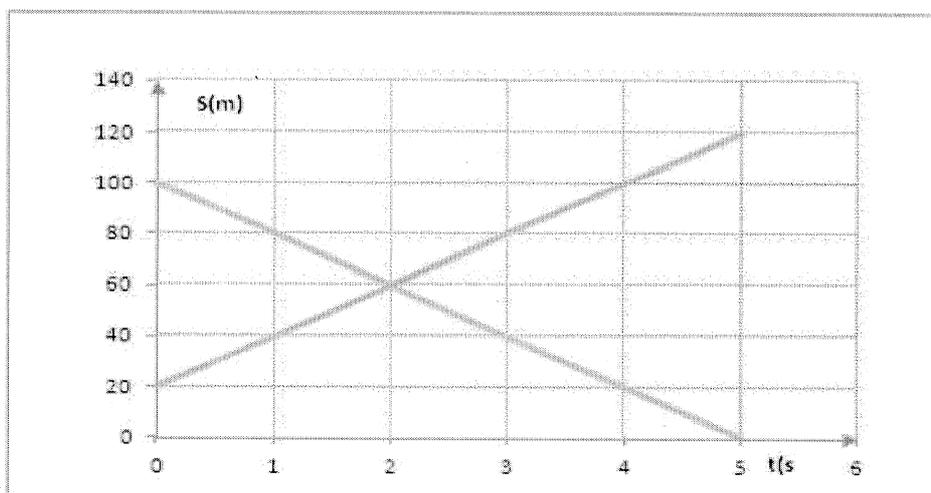
19) Dois móveis A e B movimentam-se segundo as equações $S_A = 100 - 20t$ e $S_B = -40 + 50t$ (SI). Determine:

- o instante do encontro
- a posição do encontro
- a distância que cada um percorreu

20) No instante $t = 0$ s dois carros A e B estão distantes 300m um do outro e movimentam-se na mesma direção com constantes de 6 m/s e 4 m/s respectivamente através da mesma trajetória. Calcule:

- o instante que eles se encontram quando movem-se em sentidos opostos
- o instante que eles se encontram quando movem-se no mesmo sentido
- a posição que A alcança B
- a distância que cada um percorre quando movem-se no mesmo sentido
- a velocidade relativa entre eles quando movem-se em sentidos opostos
- a velocidade relativa entre eles quando movem-se no mesmo sentido

21) Dois corpos movem-se na mesma trajetória segundo o gráfico da figura abaixo.



Determine:

- o instante no qual eles se encontram
- a posição do encontro
- a distância que cada um percorre até o encontro
- a distância que cada móvel percorre entre os instantes 2 s e 12 s.

22) Um carro X parte de uma certa velocidade constante de 20 m/s. 300 segundos depois outro carro Y parte do mesmo local com velocidade constante de 80 m/s no mesmo sentido e mesma trajetória do 1º carro. Determine:

- o tempo que cada um gastou até o encontro desde o instante que o 1º carro partiu
- a distância que cada um percorreu até o encontro

23) Um objeto move-se de acordo com a tabela abaixo

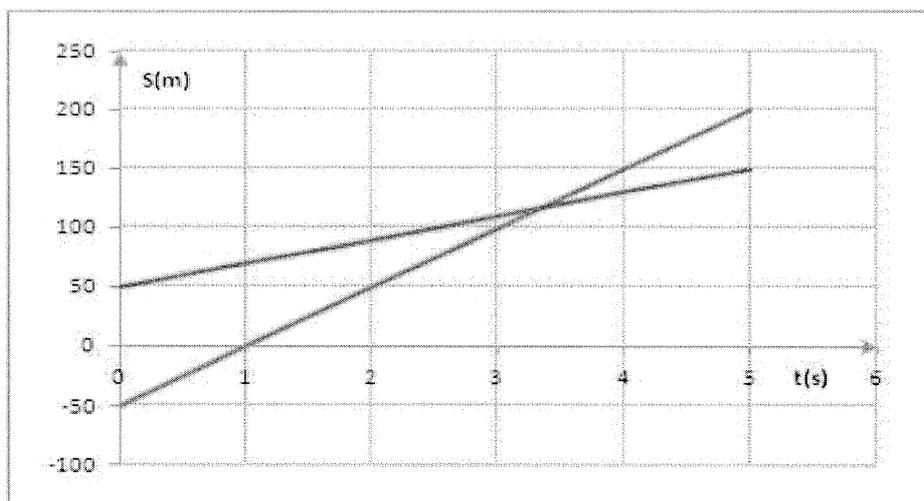
Posição (km)	1500	1400	1300	1200	1100
Tempo (h)	2	3	4	5	6

- a função horária da posição
- a posição em $t = 10$ h
- o instante que passa pela origem dos espaços
- o instante em que a posição é -300 km
- a posição para $t = 20$ h

24) Dois veículos A e B de comprimento 10 m e 15 m movem-se com velocidades de 30 m/s e 20 m/s, respectivamente, na mesma direção pela mesma estrada. Calcule:

- o tempo que um leva para passar pelo outro quando eles correm em sentidos opostos, para um observador em repouso fora dos carros.
- o tempo que um leva para ultrapassar o outro quando eles correm no mesmo sentido, para um observador em repouso fora dos carros
- o tempo que um leva para passar pelo outro quando se movem no mesmo sentido, para o observador do carro A
- o tempo que um leva para passar pelo outro quando se movem no mesmo sentido, para o observador do carro B
- o tempo que um leva para passar pelo outro quando se movem em sentidos opostos, para o observador do carro A
- o tempo que um leva para passar pelo outro quando se movem em sentidos opostos, para o observador do carro B

25) Dois pássaros voam em linha reta e suas posições em relação ao solo são dadas pelo gráfico seguinte.



Determine:

- o instante que um alcança o outro
- a posição que um alcança o outro
- a distância que cada um percorre até o instante que ocupam a mesma posição
- a distância que cada pássaro percorre entre os instantes 5 s e 15 s

26) O movimento de um carro na estrada à 108 km/h é observado na tela de um radar onde ele percorre 20 cm com velocidade de 2 cm/s. Qual a distância percorrida pelo carro na estrada enquanto ele percorre os 20 cm no radar?

27) No instante $t = 0$ dois carros, I e II, estão distantes um do outro 10 km e movem-se no mesmo sentido com velocidades constantes. Quando o carro I anda 3 km, o carro II anda 2 km. A distância percorrida pelos carros I e II até o encontro são respectivamente:

- 20 km e 35 km
- 30 km e 20 km
- 30 km e 15 km
- 35 km e 20 km
- 20 km e 25 km

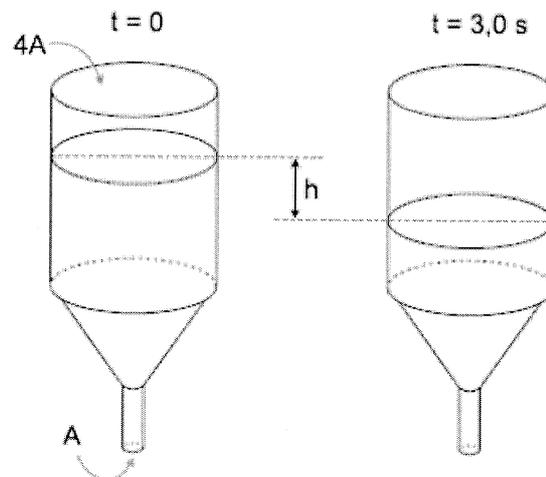
28)(UFRJ) Um estudante a caminho da faculdade trafega 8,0 km na Linha Vermelha a 80 km/h (10 km/h a menos que o limite permitido nessa via). Se ele fosse insensato e trafegasse a 100 km/h, calcule quantos minutos economizaria nesse mesmo percurso.

29) Um terço de percurso retilíneo é percorrido por um móvel com velocidade escalar média de 60 km/h e o restante do percurso, com velocidade escalar média de 80 km/h. Então, a velocidade escalar média do móvel, em km/h, em todo percurso, é:

- 70
- 72
- 73
- 75

30) Um funil tem uma área de entrada quatro vezes maior que a área de saída, como indica a figura. Um fluido em seu interior escoar de modo que seu nível abaixa com velocidade constante. Se este

nível diminui de uma altura $h = 9,0$ cm, num intervalo de tempo de $3,0$ s, a velocidade com que o fluido abandona o funil na saída tem módulo igual a:



- a) $3,0$ cm/s
- b) $6,0$ cm/s
- c) $9,0$ cm/s
- d) $12,0$ cm/s
- e) $15,0$ cm/s

31) Em um prédio de 20 andares (além do térreo) o elevador leva 36 s para ir do térreo ao 20° andar. Uma pessoa no andar X chama o elevador, que está inicialmente no térreo, e $39,6$ s após a chamada a pessoa atinge o andar térreo. Se não houve paradas intermediárias e o tempo de abertura e fechamento da porta do elevador e de entrada e saída do passageiro é desprezível, podemos dizer que o andar X é o:

- a) 9°
- b) 11°
- c) 16°
- d) 18°
- e) 19°

32) Um trem sai da estação de uma cidade, em percurso retilíneo, com velocidade constante de 50 km/h. Quanto tempo depois de sua partida deverá sair, da mesma estação, um segundo trem com velocidade de 75 km/h para alcançá-lo a 120 km da cidade?

- a) 24 min
- b) 48 min
- c) 96 min
- d) 144 min
- e) 288 min

33) O vencedor da maratona de Curitiba completou a prova em 2 h e 20 min. Considerando que a distância desta corrida é de 42 km, pode-se afirmar que:

- a) a velocidade média do vencedor foi de aproximadamente 25 km/h
- b) a aceleração média do vencedor foi aproximadamente $9,8$ m/s²
- c) a cada 3 minutos, o vencedor percorreu, em média, 900 m
- d) não é possível calcular uma velocidade média neste caso
- e) a velocidade do vencedor foi constante durante a corrida

34) Um entregador de pizzas sai de motocicleta da pizzaria e percorre 3,00 km de uma rua retilínea com velocidade média de 54 km/h. Percebendo que passou do endereço da entrega, retorna 500 m na mesma rua, com velocidade média de 36 km/h, e faz a entrega. O módulo da velocidade média desenvolvida pelo motociclista entre a pizzaria e o local onde entregou a pizza, em km/h, foi de:

- a) 45,0
- b) 40,5
- c) 36,0
- d) 50,4
- e) 47,2

35) (UTFPR) Um automóvel se desloca durante 30 min a 100 km/h e depois 10 min a 60 km/h. Qual foi sua velocidade média neste percurso?

- a) 90 km/h
- b) 80 km/h
- c) 106 km/h
- d) 110 km/h
- e) 120 km/h

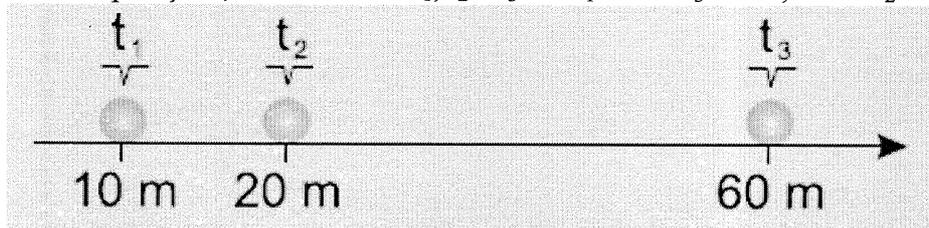
36) Um móvel A com movimento retilíneo uniforme parte do ponto X em direção a Y, com velocidade de 90 km/h. No mesmo instante sai de Y um móvel B, também em MRU. A distância retilínea XY é de 10 km. A velocidade do móvel B, para que ambos se cruzem a 6 km de Y, deve ser igual a:

- a) 80 km/h
- b) 16,7 m/s
- c) 37,5 m/s
- d) 25 m/s
- e) 22,2 m/s

37) Um motorista pretende percorrer uma distância de 200 km em 2,5 h, com velocidade escalar constante. Por dificuldades no tráfego, ele teve de percorrer 25 km à razão de 60 km/h e 20 km à razão de 50 km/h. Que velocidade escalar média ele deve imprimir ao veículo no trecho restante para chegar no tempo previsto?

- a) 92 km/h
- b) 105 km/h
- c) 112 km/h
- d) 88 km/h
- e) 96 km/h

38) Na fotografia estroboscópica de um movimento retilíneo uniforme, descrito por uma partícula, foram destacadas três posições, nos instantes t_1 , t_2 e t_3 . Se t_1 é 8s e t_3 é 28s, então t_2 é:



- a) 4 s
- b) 10 s
- c) 12 s
- d) 20 s

e) 24 s

EXERCÍCIOS DA APOSTILA

A1 - (AFA) Um automóvel faz uma viagem em que, na primeira metade do percurso, é obtida uma velocidade média de 100 km/h. Na segunda metade a velocidade média desenvolvida é de 150 km/h. Pode-se afirmar que a velocidade média, ao longo de todo o percurso, é, em km/h.

A2 - (EFOMM) Uma estrada de ferro retilínea liga duas cidades A e B separadas por uma distância de 440 km. Um trem percorre esta distância com movimento uniforme em 8h. Após 6h de viagem, por problemas técnicos, o trem fica parado 30 minutos. Para que a viagem transcorresse sem atraso, a velocidade constante, em km/h, que o trem deveria percorrer o restante do percurso seria de aproximadamente:

- 55,0
- 61,2
- 73,3
- 100,0

A3 - (ESPCEX) Um caminhão de 10 m de comprimento, descrevendo um movimento retilíneo e uniforme, ingressa em uma ponte com uma velocidade de 36 km/h. Passados 20 s, o caminhão conclui a travessia da ponte. O comprimento da ponte é de:

- 100 m
- 110 m
- 190 m
- 200 m
- 210 m

A4 - (ESPCEX) Um avião bombardeiro deve interceptar um comboio que transporta armamentos inimigos quando este atingir um ponto A, onde as trajetórias do avião e do comboio se cruzarão. O comboio partirá de um ponto B, às 8 h, com uma velocidade constante igual à 300 km/h, e percorrerá uma distância de 300 km até atingir o ponto A. Consideramos o avião e o comboio como partículas descrevendo trajetórias retilíneas. Os pontos A, B e C representados no desenho abaixo.

A . . . C

B .

Para conseguir interceptar o comboio no ponto A, o avião deverá iniciar o seu vôo a partir do ponto C às:

- 8 h e 15 min
- 8 h e 30 min
- 8 h e 45 min
- 9 h e 50 min
- 9 h e 15 min

A5 - (ESPCEX)Um automóvel percorre a metade de uma distância D com uma velocidade média de 24 m/s e a outra metade com uma velocidade média de 8 m/s . Neste situação, a velocidade média do automóvel, ao percorrer toda a distância D , é de:

- 12 m/s
- 14 m/s
- 16 m/s
- 18 m/s
- 32 m/s

A6 - (ESPCEX)Um trem de 150 m de comprimento se desloca com velocidade escalar constante de 16 m/s . Esse trem atravessa um túnel e leva 50 s desde a entrada até a saída completa de dentro dele. O comprimento do túnel é de:

- 500 m
- 650 m
- 800 m
- 950 m
- 1100 m

A7 - (ITA)Um trem e um automóvel caminham paralelamente e num mesmo sentido, num trecho retilíneo. Os seus movimentos são uniformes e a velocidade do automóvel é o dobro da velocidade do trem. Desprezando-se o comprimento do automóvel e sabendo que o trem tem 100 m de comprimento, pergunta-se qual o espaço que o automóvel percorre desde que alcança o trem até o instante em que o ultrapassa.

A8 - (AFA)Com relação ao movimento de um ponto material numa trajetória orientada, são feitas três afirmações:

- I – Se o movimento se dá no sentido da trajetória, a variação de espaço é positiva
- II – Se o movimento se dá em sentido oposto ao da trajetória, a variação de espaço é negativa
- III – No sistema internacional (SI), o espaço é medido em quilômetros

Assinale a alternativa correta:

- A) Apenas as afirmações I e II são corretas
- B) Apenas as afirmações I e III são corretas
- C) As três afirmações são corretas
- D) Nenhuma das afirmações é correta

GABARITO – ASSUNTO 2

1)

Ra:

$$v = \Delta s / \Delta t = (200 - 500) / (20 - 0) = (-300) / 20 = -15 \text{ m/s}$$

Rb:

$$s(t) = s_0 + vt$$

$$\text{Se } v = -15 \text{ m/s e } s_0 = 500 \text{ m, então } s(t) = 500 - 15t$$

Rc:

$$t = 1 \text{ s} \rightarrow s(1) = 500 - 15 = 485 \text{ m}$$

$$t = 15 \text{ s} \rightarrow s(15) = 500 - 15 \times 15 = 500 - 225 = 275 \text{ m}$$

2)

$$V_m = \Delta s / \Delta t = 240 \text{ km/h}$$

$$\Delta t = 30 \text{ min} = \frac{1}{2} \text{ h}$$

$$\Delta s = 240 \times \frac{1}{2} = 120 \text{ km}$$

$$L = 5 \text{ km} \rightarrow \Delta s / L = n^\circ \text{ de voltas} = 120 / 5 = 24 \text{ (Opção A)}$$

3)

Ra: Sim.

Rb:

$$200 + 20t = 100 + 40t \rightarrow 100 = 20t \rightarrow t = 5 \text{ s}$$

4)

R:

$$x = 100 + 8t = 260$$

$$8t = 160 \rightarrow t = 20 \text{ s}$$

5)

$$V_{m1} = 15 = L / t_1 \rightarrow t_1 = L / 15$$

$$V_{m2} = 20 = L / t_2 \rightarrow t_2 = L / 20$$

$$V_{m3} = L / [(t_1 + t_2) / 2] = 2L / (t_1 + t_2) = 2L / (L / 15 + L / 20) = 2 / (1/15 + 1/20) = 120 / 7 \approx 17,12..$$

6)

R: 330 km

o tempo e a distância percorrida são grandezas proporcionais num M.R.U, portanto:

$$10 \text{ h} - 1100 \text{ km}$$

$$3 \text{ h} - x \text{ km}$$

$$x = 3 \cdot 1100 / 10 = 330 \text{ km}$$

7)

$$v = 144 \text{ km/h} = 40 \text{ m/s}$$

$$L_{\text{PONTE}} = 90 \text{ m}$$

$$t_{\text{TREM}} = 4,5 \text{ s}$$

$$\Delta s = L + 90$$

$$v = 40 = (L + 90) / 4,5 \rightarrow L = 90 \text{ m}$$

8)

$$s_A(t) = 100 + 10t$$

$$s_B(t) = 0 + 30t$$

$$s_A(t_0) = s_B(t_0) \rightarrow 100 + 10t_0 = 30t_0 \rightarrow 20t_0 = 100 \rightarrow t_0 = 5 \text{ s}$$

9)

$$V_{m1} = 200/\Delta t = 40$$

$$V_{m2} = 200/(\Delta t + 1) = x$$

$$200/(5+1) = x \rightarrow x = 100/3 \text{ m/s}$$

10) R: A

$$\Delta t = 0,53 \text{ h} = 0,53 \times 3600 \text{ s}$$

$$\Delta s = 22.803,25 \text{ m}$$

$$V_m = \Delta s/\Delta t = (22.803,25)/(0,53 \times 3600) \text{ m/s} = (22.803,25)/(0,53 \times 3600) \times (3,6) \text{ km/h}$$

$$V_m = 43,025$$

11) R: 200 m

distância percorrida pelo projétil = D

distância percorrida pelas ondas sonoras = D

$$v = \Delta s/\Delta t \rightarrow \Delta t = v/\Delta s$$

$$\Delta t_1 + \Delta t_2 = 300/D + 340/D = 640/D = 3,2$$

$$D = 640/3,2 = 200 \text{ m}$$

12) R: B

Função horária da posição do PISO do elevador:

$$s(t) = s_0 + v \cdot t$$

$$s(t) = 2,2 + 0,4t$$

$$s(20) = 2,2 + 0,4 \cdot 20 = 2,2 + 8 = 10,2$$

10,2 = 4 x 2,5 + 0,2 → portanto, podemos concluir que o elevador encontra-se no QUARTO andar.

Obs.: assume-se que o andar térreo é o andar ZERO.

13) R: $v = 20 \text{ m/s}$ e $s(t) = 50 + 20t$

Função horária do móvel:

$$s(t) = s_0 + v \cdot t$$

$$s(t) - s_0 = v \cdot t$$

$$s(10) - 50 = v \cdot (10 - 0)$$

$$250 - 50 = 10v$$

$$200 = 10v \rightarrow v = 20$$

$$s(t) = 50 + 20t$$

14) R: C

40 alunos distantes por 1,2 m cada. Distância total = $40 \times 1,2 = 48 \text{ m}$

$$t = 13 \text{ min} = 13 \times 60 \text{ s} = 780 \text{ s}$$

$$v = 4800/780 \text{ cm/s} = 80/13 \approx 6 \text{ cm/s}$$

15) R: D

Funções horárias das esferas:

$$1^{\text{a}}: s(t) = 10 + 5t$$

$$2^{\text{a}}: s(t) = 14 + 3t$$

A colisão acontecerá quando ocuparem a mesma posição, portanto:

$$10 + 5t = 14 + 3t \rightarrow 2t = 4 \rightarrow t = 2 \text{ s}$$

$$s(2) = 10 + 5 \times 2 = 20 \text{ cm}$$

16) R: A

Para colidirem, os carros devem alcançar o centro do cruzamento no mesmo instante.

Carro A: $\Delta t = \Delta s/v = 50/20 = 2,5$ s

Carro B: $\Delta t = 2,5$ s e $v = \Delta s/\Delta t = 30/2,5 = 12$ m/s

17)

Ra:

$$s(t) = s_0 + vt \rightarrow s(t) - s(t_0) = v \cdot (t - t_0) \rightarrow 50 - 40 = v \cdot (3 - 2) \rightarrow v = 10 \text{ m/s}$$

Podemos inferir que em $t = 0$ s a posição era: $s(0) - 40 = 10 \cdot (0 - 2) \rightarrow s(0) = s_0 = 40 - 20 = 20$ m

$$s(t) = 20 + 10t$$

Rb: $s(100) = 20 + 10 \times 100 = 1020$ m

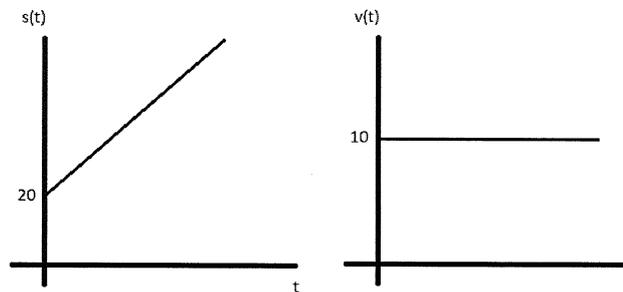
Rc:

$$s(t) = 500 = 20 + 10t \rightarrow 480 = 10t \rightarrow t = 48$$
 s

Rd:

$$s(50) - s(10) = 10 \cdot (50 - 10) \rightarrow s(50) - s(10) = 10 \times 40 = 400 \text{ m}$$

Re:



18)

Ra:

$$s(10) - s(0) = v \cdot (10 - 0) \rightarrow 10 - 50 = 10v \rightarrow v = -4 \text{ m/s}$$

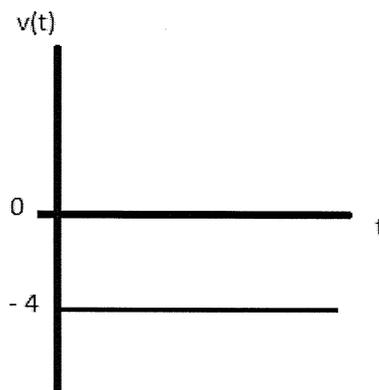
$$s(t) = 50 - 4t$$

Rb: $s(50) = 50 - 4 \times 50 = -150$ m

Rc: $s(t) = -300 = 50 - 4t \rightarrow 4t = 350 \rightarrow t = 350/4 = 87,5$ s

Rd: $s(30) - s(0) = -4 \cdot (30 - 0) = -120$. Como a distância é uma grandeza escalar, maior que zero, tomamos o módulo como resposta, 120 m percorridos.

Re:



19)

Ra: $S_A = S_B \rightarrow 100 - 20t = -40 + 50t \rightarrow 140 = 70t \rightarrow t = 2$ s

Rb: $S = 100 - 20 \times 2 = 60$ m

Rc:

$$\text{Distância}_A = 100 - 60 = 40 \text{ m}$$

$$\text{Distância}_B = 60 - (-40) = 100 \text{ m}$$

20)

Ra:

$$V_{\text{REL}} = 6 - (-4) = 10 \text{ m/s}$$

$$t = 300/10 = 30 \text{ s}$$

Rb:

$$V_{\text{REL}} = 6 - 4 = 2 \text{ m/s}$$

$$t = 300/2 = 150 \text{ s}$$

Rc:

Função horária de A: (assumindo que A parte da origem)

$$s(t) = 6t$$

Função horária de B:

$$s(t) = 300 + 4t$$

$$s(150) = 6 \times 150 = 900 \text{ m}$$

Rd:

$$\text{Dist}_A = 900 \text{ m}$$

$$\text{Dist}_B = 900 - 300 = 600 \text{ m}$$

$$\text{Re: } 10 \text{ m/s}$$

$$\text{Rf: } 2 \text{ m/s}$$

21)

$$\text{Ra: } t = 2 \text{ s}$$

$$\text{Rb: } s = 60 \text{ m}$$

$$\text{Rc: } s_A(0) = 100 \rightarrow \text{A percorreu: } 100 - 60 = 40 \text{ m}$$

$$s_B(0) = 20 \rightarrow \text{B percorreu: } 60 - 20 = 40 \text{ m}$$

Rd: A cada 1s cada móvel percorre 20m. Entre $t = 2 \text{ s}$ e $t = 12 \text{ s}$ existem 10s, portanto a distância percorrida por cada móvel em $2 \text{ s} < t < 12 \text{ s}$ é de 200 m.

22)

Ra: Funções horárias dos carros após 300s:

$$s_X = 20(t+300) = 6000 + 20t$$

$$s_Y = 80t$$

$$s_X = s_Y \rightarrow 80t = 6000 + 20t \rightarrow 60t = 6000 \rightarrow t = 100 \text{ s.}$$

Porém, desde que o primeiro carro partiu até o início da perseguição, passaram-se 300s.

Dessa forma, X gastou 400s, enquanto Y gastou 100s para o encontro.

23)

$$\text{Ra: } s(t) = 1700 - 100t$$

$$\text{Rb: } s(10) = 1700 - 100 \times 10 = 700 \text{ km}$$

$$\text{Rc: } s(t) = 0 \rightarrow 1700 = 100t \rightarrow t = 17 \text{ h}$$

$$\text{Rd: } s(t) = -300 \rightarrow 1700 - 100t = -300 \rightarrow 2000 = 100t \rightarrow t = 20 \text{ h}$$

$$\text{Re: } s(20) = 1700 - 100 \times 20 = -300 \text{ km}$$

24)

$$\text{Ra: } V_{\text{REL}} = 30 + 20 = 50 \text{ m/s}$$

$$\text{Dist} = 10 + 15 = 25 \text{ m}$$

$$\text{Logo, } t = 25/50 = 0,5 \text{ s}$$

$$Rb: V_{REL} = 30 - 20 = 10 \text{ m/s}$$

$$\text{Dist} = 25 \text{ m}$$

$$\text{Logo, } t = 25/10 = 2,5 \text{ s}$$

$$Rc: V_{REL} = - 10 \text{ m/s}$$

$$t = 15/10 = 1,5 \text{ s}$$

$$Rd: V_{REL} = 10 \text{ m/s}$$

$$t = 10/10 = 1 \text{ s}$$

$$Re: V_{REL} = 50 \text{ m/s}$$

$$t = 15/50 = 0,3 \text{ s}$$

$$Rf: V_{REL} = 50 \text{ m/s}$$

$$t = 10/50 = 0,2 \text{ s}$$

25)

Ra:

Funções horárias:

$$\text{pássaro 1: } v = 100/5 = 20 \text{ m/s} \rightarrow s_I(t) = 50 + 20t$$

$$\text{pássaro 2: } v = 250/5 = 50 \text{ m/s} \rightarrow s_{II}(t) = -50 + 50t$$

$$50 + 20t = -50 + 50t \rightarrow 100 = 30t \rightarrow t = 10/3 \text{ s}$$

Rb:

$$50 + 20 \times 10/3 = 350/3 \text{ m}$$

Rc:

$$\text{pássaro 1: } 350/3 - 50 = 200/3 \text{ m}$$

$$\text{pássaro 2: } 350/3 - (-50) = 500/3 \text{ m}$$

Rd:

$$\text{pássaro 1: } s(15) - s(5) = 20 \cdot (15-5) = 20 \times 10 = 200 \text{ m}$$

$$\text{pássaro 2: } s(15) - s(5) = 50 \cdot (15-5) = 50 \times 10 = 500 \text{ m}$$

26) R:

$$108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$$

$$t = 20/2 = 10 \text{ s}$$

$$d = 30 \times 10 = 300 \text{ m}$$

27) R:

$$s_I(t) = v_I t$$

$$s_{II}(t) = 10 + v_{II} t$$

$$s_I(t) = s_{II}(t) \rightarrow v_I t = 10 + v_{II} t \rightarrow d_I = 10 + d_{II}$$

$$v_I/v_{II} = d_I/d_{II} = 3/2$$

$$d_{II} = 20 \text{ km}$$

$$d_I = 30 \text{ km}$$

28) R:

$$8 \text{ km a } 80 \text{ km/h: } t = 8/80 = 1/10 \text{ h}$$

$$8 \text{ km a } 100 \text{ km/h: } t' = 8/100 \text{ h}$$

$$t - t' = 10/100 - 8/100 = 2/100 = 1/50 \text{ h} = 1 \text{ min e } 12 \text{ s.}$$

29) R: $V_m = L/t$

$$t = (L/3)/60 + (2L/3)/80 \rightarrow t = L/180 + L/120 \rightarrow 1 = V_m/180 + V_m/120 \rightarrow V_m = 72 \text{ km/h} \rightarrow \text{Opção B}$$

30) R: O volume que desaparece da seção maior do funil é o mesmo que é expulso do funil. Assim,

$$4 \cdot A \cdot h = A \cdot x \rightarrow x = 4 \cdot h = 36 \text{ cm}$$

$$V_{SAÍDA} = x/t = 36/3 = 12 \text{ cm/s} \rightarrow \text{Opção D}$$

31) R:

$39,6s = 36s + 3,6s = 1,10 \times$ (viagem de 20 andares) $\rightarrow 20 + 2$ andares = 22 andares.
O único andar possível é o 11º andar.

32) R: $50 \cdot (t + T) = 75t = 120$

$$t = 120/75 = 1,6 \text{ h}$$

$$50 \cdot (1,6 + T) = 120 \rightarrow T = 0,8 \text{ h} \rightarrow 0,8 \times 60 = 48 \text{ min. Opção B.}$$

33) R: C

34) R:

$$V_M = 2500 / (3000/15 + 500/10) = 10 \text{ m/s} \rightarrow V_M = 36 \text{ km/h} \rightarrow \text{Opção C}$$

35) R:

30 min a 100 km/h

10 min a 60 km/h

$$V_M = (\frac{1}{2} \times 100 + \frac{1}{6} \times 60) / (\frac{1}{2} + \frac{1}{6}) = 90 \text{ km/h} \rightarrow \text{Opção A}$$

36) R:

$$10 - vt = 90t = 4$$

$$t = 4/90 = 2/45 \text{ h}$$

$$10 - v \cdot \frac{2}{45} = 4 \rightarrow v = 135 \text{ km/h} = 37,5 \text{ m/s} \rightarrow \text{Opção C}$$

37) R:

$$2,5 = t_1 + t_2 + t_3 = 25/60 + 20/50 + 155/v \rightarrow v \approx 92 \text{ km/h} \rightarrow \text{Opção A}$$

38) R:

Fazendo a proporção:

$$10 \text{ m} \text{ --- } (t_2 - 8) \text{ s}$$

$$50 \text{ m} \text{ --- } (28 - 8) \text{ s}$$

$$20 \times 10/50 = t_2 - 8$$

$$t_2 = 8 + 4 = 12 \text{ s} \rightarrow \text{Opção C}$$

REVISÃO DE FÍSICA (Gabriel)

Lista extra de exercícios

LISTA 02

FIS III - Eletrização de Corpos (assunto 32)

FIS II - Termometria (assunto 16)

FIS II - Calorimetria (assunto 17)

FIS I – Movimento Uniformemente Variado (assunto 3)

FIS III – Eletrização de Corpos (assunto 32)

Q.01) Em uma atividade no laboratório de física, um estudante, usando uma luva de material isolante, encosta uma esfera metálica A, carregada com carga $+8 \mu\text{C}$, em outra idêntica B, eletricamente neutra. Em seguida, encosta a esfera B em outra C, também idêntica e eletricamente neutra. Qual a carga de das esferas A, B e C ao final da atividade, respectivamente?

- a) $+4 \mu\text{C}$, $+2 \mu\text{C}$ e $+2 \mu\text{C}$
- b) $-2 \mu\text{C}$, $+4 \mu\text{C}$ e $-2 \mu\text{C}$
- c) $-4 \mu\text{C}$, $-2 \mu\text{C}$ e $-2 \mu\text{C}$
- d) $+4 \mu\text{C}$, $-2 \mu\text{C}$ e $-2 \mu\text{C}$
- e) $+4 \mu\text{C}$, $0 \mu\text{C}$ e $0 \mu\text{C}$

Q.02) Calcule a carga elétrica de um corpo que possui excesso de $24 \cdot 10^{12}$ elétrons. Considere o módulo da carga elementar igual a $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$.

- a) $-38,4 \cdot 10^{-7} \text{C}$
- b) $-19,2 \cdot 10^{-7} \text{C}$
- c) $-40,0 \cdot 10^{-7} \text{C}$
- d) $38,4 \cdot 10^{-7} \text{C}$
- e) $16,0 \cdot 10^{-7} \text{C}$

Q.03) Julgue os itens a seguir:

1. Um corpo que tem carga positiva possui mais prótons do que elétrons;
2. Dizemos que um corpo é neutro quando ele possui o mesmo número de prótons e de elétrons;
3. O núcleo do átomo é formado por elétrons e prótons.

Estão corretas as afirmativas:

- a) 1 e 2 apenas
- b) 2 e 3 apenas

- c) 1 e 3 apenas
- d) 1, 2 e 3
- e) nenhuma

FIS II – Termometria (assunto 16)

Q.04) (FIA-SP) Um termômetro foi graduado segundo uma escala arbitrária X, de tal forma que as temperaturas 10°X e 80°X correspondem a 0°C e 100°C , respectivamente. A temperatura em X que corresponde a 50°C é:

- a) 40°X
- b) 45°X
- c) 50°X
- d) 55°X
- e) 60°X

Q.05) (MACKENZIE) O quántuplo de uma certa indicação de temperatura registrada num termômetro graduado na escala Celsius excede em 6 unidades o dobro da correspondente indicação na escala Fahrenheit. Esta temperatura, medida na escala Kelvin, é de:

- a) 50K
- b) 223K
- c) 273K
- d) 300K
- e) 323K

Q.06) (FATEC – SP) Certo dia, um viajante verificou que a temperatura local acusava $X^{\circ}\text{F}$. Se a escala utilizada tivesse sido a Celsius, a leitura seria 52 unidades mais baixa. Essa temperatura é:

- a) agradável
- b) 50°C
- c) 84°C
- d) 100°C
- e) acima de 100°C

FIS II – Calorimetria (assunto 17)

Q.07) (UFPR) Para aquecer 500 g de certa substância de 20°C para 70°C , foram necessárias 4 000 calorias. A capacidade térmica e o calor específico valem respectivamente:

- a) $8 \frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}}$ e $0,08 \text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$

b) $80 \frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}}$ e $0,16 \text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$

c) $90 \frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}}$ e $0,09 \text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$

d) $95 \frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}}$ e $0,15 \text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$

e) $120 \frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}}$ e $0,12 \text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$

Q.08) Ao fornecer 300 calorias de calor para um corpo, verifica-se como consequência uma variação de temperatura igual a 50°C . Determine a capacidade térmica desse corpo.

a) $6 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}$

b) $5 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}$

c) $4,5 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}$

d) $5,5 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}$

e) $7 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}$

Q.09) (MAKENZIE SP) Em uma manhã de céu azul, um banhista na praia observa que a areia está muito quente e a água do mar está muito fria. À noite, esse mesmo banhista observa que a areia da praia está fria e a água do mar está morna. O fenômeno observado deve-se ao fato de que:

a) a densidade da água do mar é menor que a da areia.

b) o calor específico da areia é menor que o calor específico da água.

c) o coeficiente de dilatação térmica da água é maior que o coeficiente de dilatação térmica da areia.

d) o calor contido na areia, à noite, propaga – se para a água do mar.

e) a agitação da água do mar retarda seu resfriamento.

Q.10) (MACKENZIE SP) Uma fonte calorífica fornece calor continuamente, à razão de 150 cal/s , a uma determinada massa de água. Se a temperatura da água aumenta de 20°C para 60°C em 4 minutos, sendo o calor específico sensível da água $1,0 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$, pode-se concluir que a massa de água aquecida, em gramas, é:

a) 500

b) 600

c) 700

d) 800

e) 900

Q.11)(Enem 2013) Aquecedores solares usados em residências têm o objetivo de elevar a temperatura da água até 70°C . No entanto, a temperatura ideal da água para um banho é de 30°C . Por isso, deve-se misturar a água aquecida com a água à temperatura ambiente de um outro reservatório, que se encontra a 25°C .

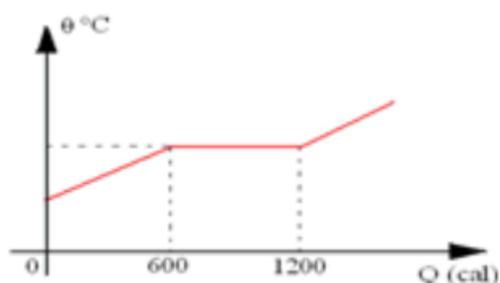
Qual a razão entre a massa de água quente e a massa de água fria na mistura para um banho à temperatura ideal?

- a) 0,111.
- b) 0,125.
- c) 0,357.
- d) 0,428.
- e) 0,833.

Q.12) Um corpo de massa 6g em estado sólido, é aquecido até o ponto de fusão. Sabendo que o calor latente do corpo é de 35 cal/g, determine a quantidade de calor recebida pelo corpo.

- a) 210 cal
- b) 190 cal
- c) 180 cal
- d) 200 cal
- e) 6 cal

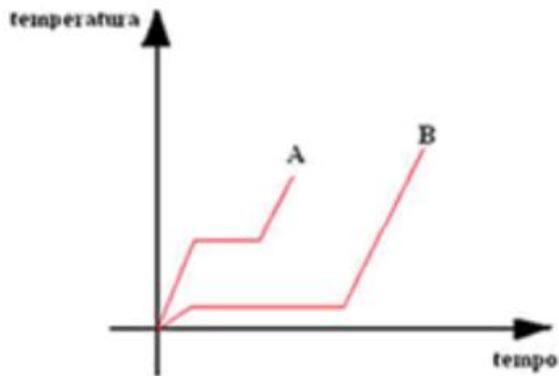
Q.13) (UNIFOR – CE) O gráfico representa a temperatura de uma amostra de massa 100g de determinado metal, inicialmente sólido, em função da quantidade de calor por ela absorvida.



Pode-se afirmar que o calor latente de fusão desse metal, em cal/g é:

- a) 12
- b) 10
- c) 8
- d) 6
- e) 2

Q.14) (VUNESP SP) A figura mostra os gráficos das temperaturas em função do tempo de aquecimento, em dois experimentos separados, de dois sólidos, A e B, de massas iguais, que se liquefizeram durante o processo. A taxa com que o calor é transferido no aquecimento é constante e igual nos dois casos.



Se T_a e T_b forem as temperaturas de fusão e L_a e L_b os calores latentes de fusão de A e B, respectivamente, então:

- a) $T_a > T_b$ e $L_a > L_b$
- b) $T_a > T_b$ e $L_a = L_b$
- c) $T_a > T_b$ e $L_a < L_b$
- d) $T_a < T_b$ e $L_a > L_b$
- e) $T_a < T_b$ e $L_a = L_b$

FIS I – MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO (assunto 03)

Q.15) (FUVEST) Um veículo parte do repouso em movimento retilíneo e acelera com aceleração escalar constante e igual a $2,0 \text{ m/s}^2$. Pode-se dizer que sua velocidade escalar e a distância percorrida após 3,0 segundos, valem, respectivamente:

- a) $6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ e 9 m
- b) $6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ e 18 m
- c) $3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ e 12 m
- d) $12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ e 35 m
- e) $2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ e 12 m

Q.16) (UFPA) Um ponto material parte do repouso em movimento uniformemente variado e, após percorrer 12 m, está animado de uma velocidade escalar de 6,0 m/s. A aceleração escalar do ponto material, em m/s, vale:

- a) 1,5
- b) 1,0

c)2,5

d)2,0

e)n. d. a

Q.17) Uma pedra é lançada do décimo andar de um prédio com velocidade inicial de 5m/s. Sendo a altura nesse ponto igual a 30 m e a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , a velocidade da pedra ao atingir o chão é:

a)5 m/s

b)25 m/s

c)50 m/s

d)30 m/s

e)10 m/s

Q.18) Um móvel parte do repouso e percorre uma distância de 200 m em 20s. A aceleração desse móvel, em m/s^2 , é:

a)0,5

b)0,75

c)1

d)1,5

e)2

Q.19) Um automóvel parte do repouso e atinge a velocidade de 108 km/h em 8s. Qual é a aceleração desse automóvel?

a)3 m/s^2

b)5 m/s^2

c)8 m/s^2

d)3,75 m/s^2

e)2,5 m/s^2

Q.20)Uma partícula em movimento retilíneo movimenta-se de acordo com a equação $v = 10 + 3t$, com o espaço em metros e o tempo em segundos. Determine para essa partícula:

a) A velocidade inicial

b) A aceleração

c) A velocidade quando $t=5\text{s}$ e $t= 10\text{s}$

Q.21)(UFMA) Uma motocicleta pode manter uma aceleração constante de intensidade 10 m/s^2 . A velocidade inicial de um motociclista, com esta motocicleta, que deseja percorrer uma

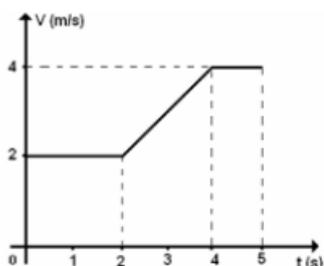
distância de 500m, em linha reta, chegando ao final desta com uma velocidade de intensidade 100 m/s é:

- a) zero
- b) 5,0 m/s
- c) 10 m/s
- d) 15 m/s
- e) 20 m/s

Q.22) (PUC RJ 2011) Um objeto é arremessado do solo, verticalmente para cima, com uma velocidade $v_1 = 10,0$ m/s. Após um intervalo de tempo $\Delta t = 1,00$ s, um segundo objeto é também arremessado do mesmo ponto que o primeiro, verticalmente para cima e com a mesma velocidade $v_2 = 10,0$ m/s. Indique a altura em metros (m) do ponto onde ocorrerá a colisão entre os objetos. (Considere $g=10\text{m/s}^2$).

- a) 1,00
- b) 4,00
- c) 3,75
- d) 0,00
- e) 10,0

Q.23) Na figura a seguir, é informada a variação da velocidade com o tempo de um ponto material em movimento sobre uma trajetória retilínea.

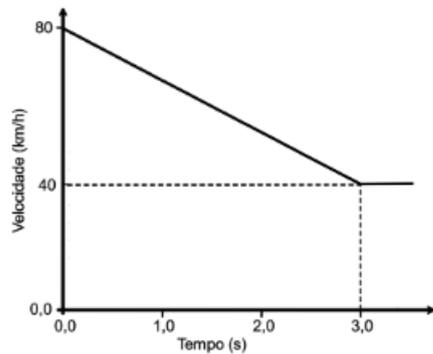


Analise as proposições a seguir e conclua.

- A) A aceleração escalar média no intervalo de tempo de 0s a 5s é $0,4 \text{ m/s}^2$
- B) Nos instantes 1s e 3s, os valores da velocidade são respectivamente 2m/s e 3m/s.
- C) A distância percorrida pelo ponto material entre os instantes 0s e 4s é de 10m.
- D) Nos intervalos de tempo de 0s a 2s e de 4s a 5s, as velocidades são constantes e iguais.
- E) A aceleração no intervalo de tempo de 2s a 3s é de $0,4\text{m/s}^2$

Q.24) Um motorista dirige um carro com velocidade constante de 80 km/h, em linha reta, quando percebe uma “lombada” eletrônica indicando a velocidade máxima permitida de 40 km/h. O motorista aciona os freios, imprimindo uma desaceleração constante, para obedecer à sinalização e passar pela “lombada” com a velocidade máxima permitida. Observando-se a

velocidade do carro em função do tempo, desde o instante em que os freios foram acionados até o instante de passagem pela “lombada”, podemos traçar o gráfico abaixo. Determine a distância percorrida entre o instante $t = 0$, em que os freios foram acionados, e o instante $t = 3,0\text{s}$, em que o carro ultrapassa a “lombada”. Dê sua resposta em metros. (Aceleração da gravidade = 10 m/s^2)



Q.25) (UFSC/2012) O gráfico a seguir apresenta as posições de um móvel em função do tempo. Suponha uma trajetória retilínea e que qualquer variação de velocidade ocorra de maneira constante.

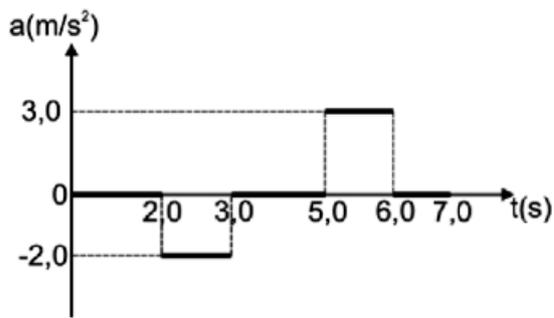
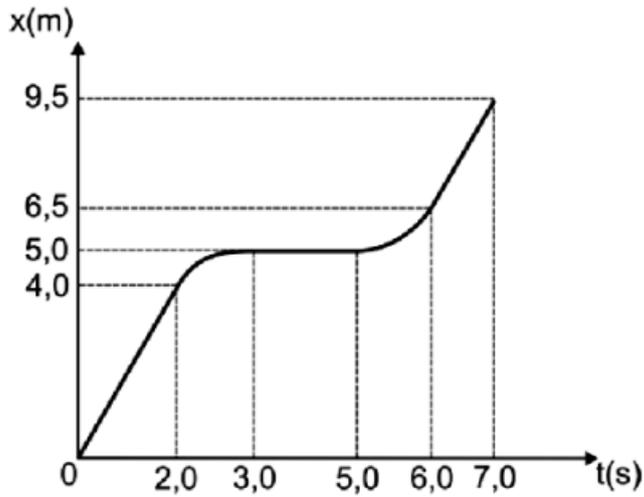


Gráfico 1

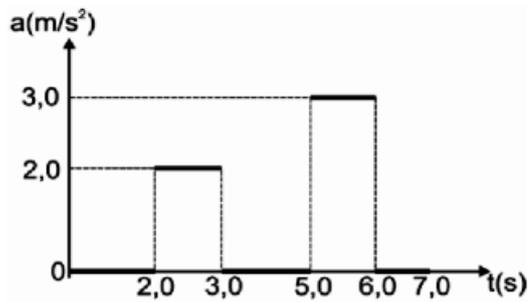


Gráfico 2

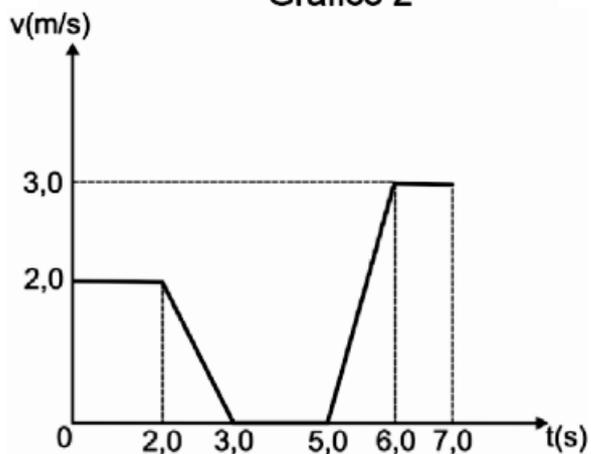


Gráfico 3

A) Entre os instantes 2,0s e 3,0s o móvel possui um movimento retardado, e entre os instantes

5,0s e 6,0s possui movimento acelerado.

B) Entre os instantes 3,0s e 5,0s o móvel está com velocidade constante e não nula.

C) O gráfico 1 corresponde corretamente ao comportamento das acelerações em função do tempo para o móvel em questão.

D) O gráfico 2 corresponde corretamente ao comportamento das acelerações em função do tempo para o móvel em questão

E) A distância percorrida pelo móvel entre os instantes 3,0s e 5,0s é de 5,0m, e entre os instantes 6,0s e 7,0s é de 3,0m.

F) A velocidade média entre os instantes 0,0s e 7,0s é de 1,5 m/s.

G) O gráfico 3 corresponde corretamente ao comportamento das velocidades em função do tempo para o móvel em questão.

GABARITO

21-A

1-A

22-C

2-B

23-sim, sim, sim, não, não

3-A

24-180 m

4-B

25-sim, não, sim, não,
não, não, sim

5-E

6-A

7-B

8-A

9-B

10-E

11-B

12-A

13-D

14-C

15-A

16-A

17-B

18-C

19-D

20-a)10m/s b)3 m/s² c)25

e 40 m/s

REVISÃO DE FÍSICA (Gabriel)

Lista extra de exercícios

LISTA 03

FIS III – Força Elétrica (assunto 33)

FIS II – Dilatação (assunto 18)

FIS I – Movimento Vertical (assunto 4)

FIS III – Força Elétrica (assunto 33)

Q.01) (CESGRANRIO) A Lei de Coulomb afirma que a força de intensidade elétrica de partículas carregadas é proporcional:

- I – às cargas das partículas
- II – às massas das partículas
- III – ao quadrado da distância entre as partículas
- IV – à distância entre as partículas

Das afirmações acima

- a) *somente I é correta*
- b) *somente I e III são corretas*
- c) *somente II e III são corretas*
- d) *somente II é correta*
- e) *somente I e IV são corretas*

Q.02) Duas cargas puntiformes igualmente carregadas com carga elétrica de $3\mu\text{C}$ estão afastadas uma da outra por uma distância igual a 3 cm e no vácuo. Sabendo que $K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, a força elétrica entre essas duas cargas será:

- a) *de repulsão e de intensidade de 27N*
- b) *de atração e de intensidade de 90N*
- c) *de repulsão e de intensidade de 90N*
- d) *de repulsão e de intensidade de 81N*
- e) *de atração e de intensidade de 180N*

Q.03) Uma esfera carregada eletricamente com uma carga $Q = 5 \text{ nC}$ é colocada na presença de um campo elétrico e de intensidade 5 N/C . A intensidade da força elétrica que atua sobre a esfera é:

a) $10 \cdot 10^{-10} N$

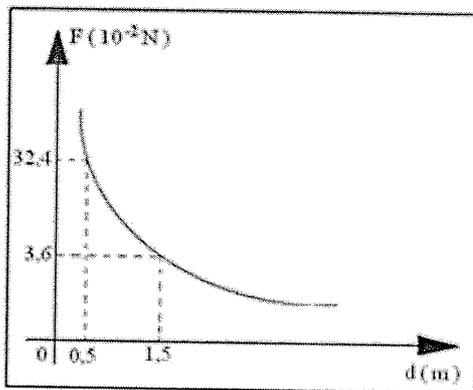
b) $2,5 \cdot 10^{-10} N$

c) $1 \cdot 10^{-10} N$

d) $2,5 \cdot 10^{-8} N$

e) $50 \cdot 10^{-9} N$

Q.04) (UEG) Duas cargas elétricas puntiformes positivas Q_1 e Q_2 , no vácuo interagem mutuamente através de uma força cuja intensidade varia com a distância entre elas, segundo o diagrama abaixo. A carga Q_2 é o quádruplo de Q_1 .



O valor de Q_2 é :

a) $1,5 \mu C$

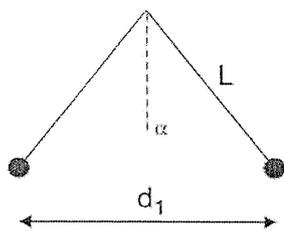
b) $2,25 \mu C$

c) $2,5 \mu C$

d) $4,5 \mu C$

e) $6,0 \mu C$

Q.05) (ITA) Duas partículas têm massas iguais a m e cargas iguais a Q . Devido a sua interação eletrostática, elas sofrem uma força F quando estão separadas de uma distância d . Em seguida, estas partículas são penduradas, a partir de um mesmo ponto, por fios de comprimento L e ficam equilibradas quando a distância entre elas é d_1 . A cotangente do ângulo α que cada fio forma com a vertical, em função de m , g , d , d_1 , F e L , é:



a) $\frac{mgd_1}{Fd}$

b) $\frac{mgLd_1}{(Fd^2)}$

c) $\frac{mgd_1^2}{(Fd^2)}$

d) $\frac{mgd^2}{Fd_1^2}$

e) $\frac{Fd^2}{mgd_1^2}$

FIS II – Dilatação (assunto 18)

Q.06) Dois fios metálicos A e B, feitos de materiais diferentes, possuem mesmo comprimento e temperatura iniciais. Quando a temperatura aumenta para um valor T, os comprimentos de A e B aumentam 2% e 6%, respectivamente. Determine a razão aproximada entre o coeficiente de dilatação do fio A pelo coeficiente do fio B.

a) 0,18

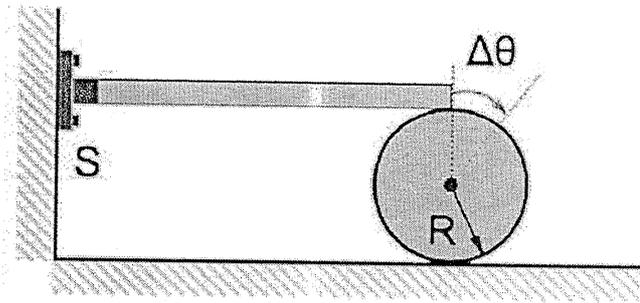
b) 0,22

c) 0,33

d) 0,25

e) 0,58

Q.07) (UPE) Uma barra de coeficiente de dilatação $\alpha = 5\pi \times 10^{-4} \text{C}^{-1}$, comprimento 2,0 m e temperatura inicial de 25 °C está presa a uma parede por meio de um suporte de fixação S. A outra extremidade da barra B está posicionada no topo de um disco de raio R = 30 cm. Quando aumentamos lentamente a temperatura da barra até um valor final T, verificamos que o disco sofre um deslocamento angular $\Delta\theta = 30^\circ$ no processo. Observe a figura a seguir:



Supondo que o disco rola sem deslizar e desprezando os efeitos da temperatura sobre o suporte S e também sobre o disco, calcule o valor de T.

- a) $50^{\circ}C$
- b) $75^{\circ}C$
- c) $125^{\circ}C$
- d) $300^{\circ}C$
- e) $325^{\circ}C$

Q.08) Qual deve ser a variação de temperatura aproximada sofrida por uma barra de alumínio para que ela atinja uma dilatação correspondente a 0,2% de seu tamanho inicial?

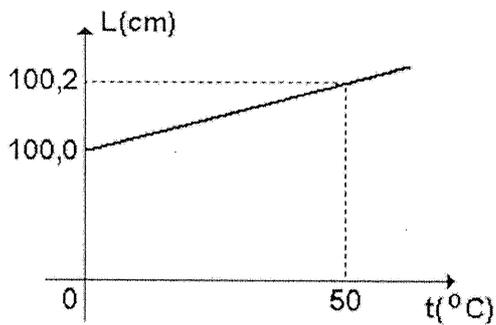
DADOS: Considere o coeficiente de dilatação do alumínio como $23 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}C^{-1}$.

- a) $97^{\circ}C$
- b) $7^{\circ}C$
- c) $70^{\circ}C$
- d) $58^{\circ}C$
- e) $87^{\circ}C$

Q.09) Duas barras de 3m de alumínio encontram-se separadas por 1cm à $20^{\circ}C$. Qual deve ser a temperatura para que elas se encostem, considerando que a única direção da dilatação acontecerá no sentido do encontro? Sendo $\alpha_{Al} = 22 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}C^{-1}$

Q.10) Uma peça de zinco é constituída a partir de uma chapa de zinco com lados 30cm, da qual foi retirado um pedaço de área 500cm^2 . Elevando-se de $50^{\circ}C$ a temperatura da peça restante, qual será sua área final em centímetros quadrados? (Dado $\alpha_{Zi} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}C^{-1}$).

Q.11) A figura a seguir representa o comprimento de uma barra metálica em função de sua temperatura.



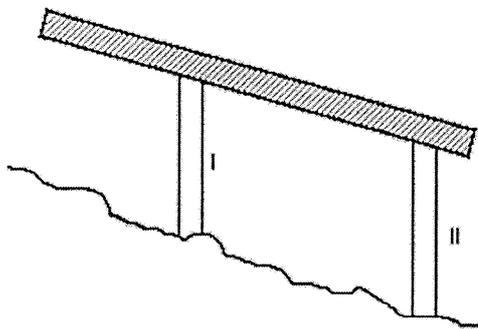
A análise dos dados permite concluir que o coeficiente de dilatação linear do metal constituinte da barra é, em $^{\circ}\text{C}^{-1}$,

- a) $4 \cdot 10^{-5}$
- b) $2 \cdot 10^{-5}$
- c) $4 \cdot 10^{-6}$
- d) $2 \cdot 10^{-6}$
- e) $1 \cdot 10^{-6}$

Q.12) Uma barra de metal tem comprimento igual a 10,000m a uma temperatura de 10,0 $^{\circ}\text{C}$ e comprimento igual a 10,006m a uma temperatura de 40 $^{\circ}\text{C}$. O coeficiente de dilatação linear do metal é:

- a) $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
- b) $6,0 \cdot 10^{-4} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
- c) $2,0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
- d) $2,0 \cdot 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
- e) $3,0 \cdot 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$

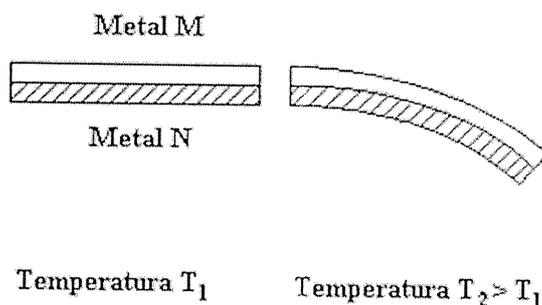
Q.13) (CESGRANRIO) Uma rampa para saltos de asa-delta é construída de acordo com o esquema que se segue. A pilastra de sustentação II tem, a 0 $^{\circ}\text{C}$, comprimento três vezes maior do que a I.



Os coeficientes de dilatação de I e II são, respectivamente, α_1 e α_2 . Para que a rampa mantenha a mesma inclinação a qualquer temperatura, é necessário que a relação entre α_1 e α_2 seja:

- a) $\alpha_1 = \alpha_2$
- b) $\alpha_1 = 2 \alpha_2$
- c) $\alpha_1 = 3 \alpha_2$
- d) $3 \alpha_1 = \alpha_2$
- e) $2 \alpha_1 = \alpha_2$

Q.14) (UFMG) Duas lâminas de metais diferentes, M e N, são unidas rigidamente. Ao se aquecer o conjunto até uma certa temperatura, esse se deforma, conforme mostra a figura a seguir.



Com base na deformação observada, pode-se concluir que:

- a) a capacidade térmica do metal M é maior do que a capacidade térmica do metal N
- b) a condutividade térmica do metal M é maior do que a condutividade térmica do metal N
- c) a quantidade de calor absorvida pelo metal M é maior do que a quantidade de calor absorvida pelo metal N.
- d) o calor específico do metal M é maior do que o calor específico do metal N
- e) o coeficiente de dilatação linear do metal M é maior do que o coeficiente de dilatação linear do metal N.

Q.15) Os postos de gasolina são normalmente abastecidos por um caminhão-tanque. Nessa ação cotidiana, muitas situações interessantes podem ser observadas. Um caminhão-tanque, cuja capacidade é de 40.000 litros de gasolina, foi carregado completamente, num dia em que a temperatura ambiente era de 30°C . No instante em que chegou para abastecer o posto de gasolina, a temperatura ambiente era de 10°C ,

devido a uma frente fria, e o motorista observou que o tanque não estava completamente cheio.

Sabendo que o coeficiente de dilatação da gasolina é $1,1 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e considerando desprezível a dilatação do tanque, determine o volume de ar, em litros, que o motorista encontrou no tanque do caminhão.

FIS I – MOVIMENTO VERTICAL (assunto 04)

Q.16) Uma bola é lançada verticalmente para cima. Podemos dizer que no ponto mais alto de sua trajetória:

- a) a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para baixo
- b) a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para cima
- c) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é nula
- d) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é vertical e para baixo
- e) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é vertical e para cima

Q.17) Um vaso de flores cai livremente do alto de um edifício. Após ter percorrido 320 cm, ele passa por um andar que mede 2,85 m de altura. Quanto tempo ele gasta para passar por esse andar? Desprezar a resistência do ar e assumir $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) 1,0s
- b) 0,80s
- c) 0,30s
- d) 1,2s
- e) 1,5s

Q.18) (PUC) Duas bolas A e B, sendo a massa de A igual ao dobro da massa de B, são lançadas verticalmente para cima, a partir de um mesmo plano horizontal com velocidades iniciais. Desprezando-se a resistência que o ar pode oferecer, podemos afirmar que:

- a) o tempo gasto na subida pela bola A é maior que o gasto pela bola B também na subida
- b) a bola A atinge altura menor que a B
- c) a bola B volta ao ponto de partida num tempo menor que a bola A
- d) as duas bolas atingem a mesma altura
- e) os tempos que as bolas gastam durante as subidas são maiores que os gastos nas descidas

Q.19) Uma esfera é lançada verticalmente para cima com uma velocidade inicial de 20 m/s. Sabendo que $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, a altura máxima que a bola atinge é:

- a) 80 m
- b) 120 m
- c) 40 m

d) 20 m

e) 200 m

Q.20) Um objeto é lançado verticalmente para cima a partir do solo e, ao atingir a sua altura máxima, inicia o movimento de queda livre. Sobre o movimento executado pelo objeto, é incorreto afirmar que:

a) a aceleração durante a subida é negativa

b) o tempo na subida é maior do que na queda

c) no momento em que o corpo atinge a altura máxima, sua velocidade é igual a zero

d) o objeto demora o mesmo tempo na subida e na descida

e) a aceleração do corpo durante a queda é positiva

Q.21) (UFSC) Se a resistência do ar for nula e o módulo da aceleração da gravidade for de 10m/s^2 , uma gota de chuva, caindo de uma altura de 500 m, a partir do repouso, atingirá o solo com uma velocidade de módulo, em m/s, de:

a) 10^{-1}

b) 10

c) 10^2

d) 10^3

e) 10^5

Q.22) Na Lua, a aceleração da gravidade tem valor de $1,6\text{ m/s}^2$, aproximadamente seis vezes menor que a aceleração da gravidade na Terra, dada por $9,8\text{ m/s}^2$. Imagine que na Terra Neil Armstrong, com seus 70 kg de massa, alcance, com um salto vertical, uma altura de 1m. Que altura, saltando verticalmente e com a mesma velocidade inicial, ele alcançará na Lua?

a) 1m

b) $1/6\text{m}$

c) $10/6\text{m}$

d) $6,125\text{m}$

e) $61,25\text{m}$

Q.23) Do alto de uma torre abandonam-se vários corpos simultaneamente. Desprezando-se a resistência do ar, teremos que:

a) a velocidade dos corpos é constante durante a queda

b) a aceleração dos corpos é a mesma durante a queda

c) os corpos mais pesados chegam primeiro ao solo

d) os corpos flutuam, pois foi desprezada a resistência do ar

e) os corpos, ao caírem, apresentam movimento uniformemente retardado

Q.24) A maior velocidade atingida por um homem através da atmosfera foi obtida em 1960 por Joseph W. Kittinger, no âmbito do projeto Excelsior, após saltar de um balão na estratosfera, a 31.330 m de altura em relação ao nível do mar. Ele alcançou a velocidade aproximada de 275 m/s, em queda livre, a uma altura de 27.430 m em relação ao nível do mar, após ter caído 3.900 m. Para quebrar esse recorde, um paraquedista intenciona saltar de um balão na estratosfera a 40.000 m de altura em relação ao nível do mar, e atingir, em queda livre, velocidades superiores. Nessas condições, e desprezando a resistência do ar, o paraquedista terá atingido 400 m/s após ter caído aproximadamente (Dado: $g=9,7 \text{ m/s}^2$)

- a) 3.900 m
- b) 4.640 m
- c) 8.250 m
- d) 30.720 m
- e) 31.750 m

Q.25) Um corpo é lançado verticalmente para cima com velocidade inicial $v_0 = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Desprezando a resistência do ar, qual será a velocidade do corpo, em m/s, 2,0 s após o lançamento?

- a) 20
- b) 10
- c) 30
- d) 40
- e) 50

GABARITO

1-A 2-C 3-D 4-E 5-C 6-C 7-B 8-E 9-T=95,75°C 10-601,5 cm² 11-2.10⁻⁵ 12-C 13-C 14-E 15-880L 16-D 17-C 18-D 19-D 20-B 21-C 22-D 23-B 24-C 25-B

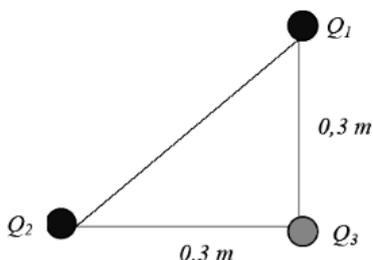
 <p>CURSO PREPARATÓRIO CIDADE LISTA 04</p>	 <p>FIS III - Campo Elétrico (assunto 34) FIS II – Dilatação (assunto 18) Professor: Gabriel</p>
---	--

FIS III – Campo Elétrico (assunto 34)

Q.01) O módulo do vetor campo elétrico produzido por uma carga elétrica em um ponto “P” é igual a “E”. Dobrando-se a distância entre a carga e o ponto “P”, por meio do afastamento da carga e dobrando-se também o valor da carga, o módulo do vetor campo elétrico, nesse ponto, muda para:

- a) 8E
- b) E/4
- c) 2E
- d) 4E
- e) E/2

Q.02) Observe a figura abaixo. O módulo da carga elétrica que atua na carga Q₃, devido às cargas Q₁ e Q₂, é igual à:



Dados:

$$Q_1 = 1\mu\text{C}, Q_2 = 2\mu\text{C}, Q_3 = 3\mu\text{C}, K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}$$

- a) $2 \cdot 10^5 \text{ N/C}$

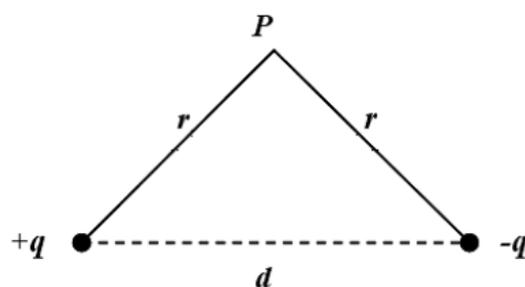
b) $\sqrt{3} \cdot 10^5 \text{ N/C}$

c) $3 \cdot 10^5 \text{ N/C}$

d) $\sqrt{5} \cdot \frac{10^5 \text{ N}}{\text{C}}$

e) $1 \cdot 10^5 \text{ N/C}$

Q.03) Um dipolo elétrico define-se como duas cargas iguais e opostas separadas por uma distância d. Se q é o valor da carga e k a constante eletrostática, o campo elétrico, conforme a figura a seguir, no ponto P, tem intensidade igual a:



a) $\frac{kqd}{r^2}$

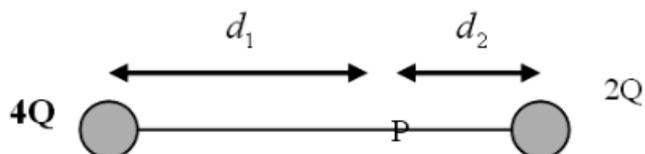
b) $\frac{kqd}{r^3}$

c) $\frac{kqr}{d^3}$

d) $\frac{kqd}{r}$

e) $\frac{kqr}{d^2}$

Q.04) Sabendo-se que o campo elétrico no ponto P é nulo a razão d₁/d₂ vale:



a) $\sqrt{3}$

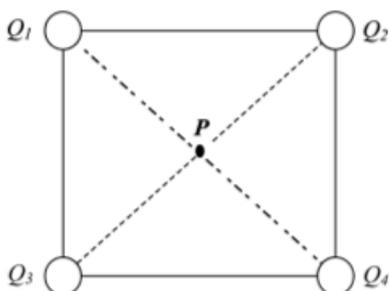
b) $\sqrt{2}$

c) 2

d) 4

e) 6

Q.05) A figura abaixo representa um quadrado de lado $L = \sqrt{2} \text{ m}$. Em seus vértices, foram colocadas as cargas $Q_1 = Q_3 = Q_4 = 1 \mu\text{C}$ e $Q_2 = -1 \mu\text{C}$. Calcule o módulo do vetor campo elétrico no ponto P.



Q.06)(MACKENZIE) Sobre uma carga elétrica de $2,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, colocada em certo ponto do espaço, age uma força de intensidade $0,80 \text{ N}$. Despreze as ações gravitacionais. A intensidade do campo elétrico nesse ponto é:

a) $1,6 \cdot 10^{-6} \text{ N/C}$

b) $1,3 \cdot 10^{-5} \text{ N/C}$

c) $2,0 \cdot 10^3 \text{ N/C}$

d) $1,6 \cdot 10^5 \text{ N/C}$

e) $4,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}$

Q.07) (FCC) Uma carga pontual Q, positiva, gera no espaço um campo elétrico. Num ponto P, a 0,5m dela, o campo tem intensidade $E = 7,2 \cdot 10^6 \text{ N/C}$. Sendo o meio vácuo onde $K_0 = 9 \cdot 10^9$ unidades S.I., determine Q.

a) $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ C}$

b) $4,0 \cdot 10^{-4} \text{ C}$

c) $2,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

d) $4,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

e) $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ C}$

FIS II – Dilatação (assunto 18)

Q.08) Uma barra de ferro, coeficiente de dilatação linear $12 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, possui um comprimento de 15 m a 20°C , se a barra é aquecida até 150°C , determine
a) A dilatação sofrida pela barra;
b) O comprimento final da barra.

Q.09) Uma placa quadrada de alumínio tem uma área de 2 m^2 a 50°C , se a placa é resfriada até 0°C sua área varia de $0,0044 \text{ m}^2$. Determine os coeficientes de dilatação superficial e linear do alumínio;

Q.10) Um recipiente possui volume interno de 1 litro a 20°C , o recipiente é então aquecido até 100°C . Determine o volume interno desse recipiente depois de aquecido sabendo que o coeficiente de dilatação linear do material é de $15 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Q.11) Um recipiente está completamente cheio com 125 cm^3 de mercúrio a temperatura de 20°C . O coeficiente de dilatação médio do mercúrio é de $180 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e o coeficiente de dilatação linear do vidro é de $9 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Determinar o volume de mercúrio que extravasa quando a temperatura passa para 28°C .

Q.12) A extensão de trilhos de ferro sofre dilatação linear, calcule o aumento de comprimento que 1000 m dessa ferrovia sofre ao passar de 0°C para 20°C , sabendo que o coeficiente de dilatação linear do ferro é $12 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Q.13) Uma barra de cobre com coeficiente de dilatação linear de $17 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ está inicialmente a 30°C e é aquecida até que a sua dilatação corresponda a 0,17% de seu tamanho inicial. Determine a temperatura final dessa barra.

- a) 85 °C
- b) 65 °C
- c) 105 °C
- d) 70 °C
- e) 80 °C

Q.14) Uma lâmina bimetálica composta por zinco e aço está fixada em uma parede de forma que a barra de aço permanece virada para cima. O que ocorre quando a lâmina é resfriada?

Dado: $\alpha_{\text{ZINCO}} = 25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, $\alpha_{\text{AÇO}} = 11 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$



- a) As duas barras sofrem a mesma dilatação.
- b) A lâmina bimetálica curva-se para cima.
- c) A lâmina bimetálica curva-se para baixo.
- d) A lâmina quebra-se, uma vez que é feita de materiais diferentes.
- e) Lâminas bimetálicas não podem ser resfriadas.

Q.15) Ao se aquecer 1,0°C uma haste metálica de 1,0 m, o seu comprimento aumenta de $2,0 \cdot 10^{-2}$ mm. O aumento do comprimento de outra haste do mesmo metal, de medida inicial 80cm, quando a aquecemos de 20°C é:

- a) 0,23mm
- b) 0,32mm
- c) 0,56mm
- d) 0,65mm
- e) 0,76mm

Q.16) (MACKENZIE) A massa específica de um sólido é $10,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ a 100°C e $10,03 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ a 32°F . O coeficiente de dilatação linear do sólido é igual a:

- a) $5,0 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- b) $10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- c) $15 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- d) $20 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- e) $30 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Gabarito

- 1) E
- 2) D
- 3) B
- 4) B
- 5) $1,8 \cdot 10^4 N/C$
- 6) E
- 7) A
- 8) a) $3,51 \cdot 10^{-2} m$ b) $15,0351 m$
- 9) $44 \cdot 10^{-6} C^{-1}$ e $22 \cdot 10^{-6} C^{-1}$
- 10) 1,0036 L
- 11) $1,53 \cdot 10^{-1} cm^3$
- 12) 0,24 m
- 13) D
- 14) C
- 15) B
- 16) B

FIS III – Potencial Elétrico (assunto 35)

Q.1) Vamos supor que temos uma partícula carregada com carga $q = 4 \mu\text{C}$ e que ela seja colocada em um ponto A de um campo elétrico cujo potencial elétrico seja igual a 60 V. Se essa partícula ir, espontaneamente, para um ponto B, cujo potencial elétrico seja 20 V, qual será o valor da energia potencial dessa carga quando ela estiver no ponto A e posteriormente no ponto B?

- $2,4 \cdot 10^{-4} \text{ J}$ e $8 \cdot 10^{-5} \text{ J}$
- $2,2 \cdot 10^{-5} \text{ J}$ e $7 \cdot 10^{-4} \text{ J}$
- $4,5 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ e $6 \cdot 10^{-1} \text{ J}$
- $4,2 \cdot 10^{-1} \text{ J}$ e $4,5 \cdot 10^{-7} \text{ J}$
- $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ e $8,3 \cdot 10^{-2} \text{ J}$

Q.2) Suponhamos que uma carga elétrica seja deixada em um ponto A de um campo elétrico uniforme. Depois de percorrer uma distância igual a 20 cm, a carga passa pelo ponto B com velocidade igual a 20 m/s. Desprezando a ação da gravidade, calcule o trabalho realizado pela força elétrica no descolamento dessa partícula entre A e B. (Dados: massa da carga $m = 0,4 \text{ g}$ e $q = 2 \mu\text{C}$).

- $\tau = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ J}$
- $\tau = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ J}$
- $\tau = 4 \cdot 10^{-5} \text{ J}$
- $\tau = 7 \cdot 10^{-9} \text{ J}$
- $\tau = 8 \cdot 10^{-2} \text{ J}$

Q.3) Determine a energia potencial elétrica de uma carga elétrica colocada em um ponto P cujo potencial elétrico é $2 \times 10^4 \text{ V}$. Seja a carga igual a $-6 \mu\text{C}$.

- 12 J
- 0,012 J
- 0,12 J
- $-12 \cdot 10^{-6} \text{ J}$
- $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ J}$

Q.4) (UFSM-RS) Uma partícula com carga $q = 2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ se desloca do ponto A ao ponto B, que se localizam numa região em que existe um campo elétrico. Durante esse deslocamento, a força elétrica realiza um trabalho igual a $4 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ sobre a partícula. A diferença de potencial $V_A - V_B$ entre os dois pontos considerados vale, em V:

- $-8 \cdot 10^{-10}$
- $8 \cdot 10^{-10}$
- $-2 \cdot 10^4$
- $2 \cdot 10^4$
- $0,5 \cdot 10^{-4}$

Q.5) Em um campo elétrico com carga elétrica puntiforme igual a $4 \mu\text{C}$, a mesma é transportada de um ponto P até um ponto muito distante, tendo as forças elétricas realizado um trabalho de 8 J. Determine:

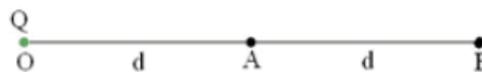
- A energia potencial elétrica de q em P.
- O potencial elétrico do ponto P.

Q.6) No campo elétrico criado por uma carga Q puntiforme de $4 \cdot 10^{-6}$, determine:

- O potencial elétrico situado a 1m da carga Q.
- A energia potencial elétrica adquirida por uma carga elétrica puntiforme, cujo valor é $2 \cdot 10^{-10}$, quando colocada no ponto P. O meio é o vácuo ($k = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

Q.7) (UNB -DF) Uma carga pontual Q, cria no vácuo, a uma distância r, um potencial de 200 volts e um campo elétrico de intensidade igual a 600 N/C. Quais os valores de r e Q? (Dado $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$).

Q.8) (UFAL) Considere uma carga puntiforme Q, positiva, fixa no ponto O, e



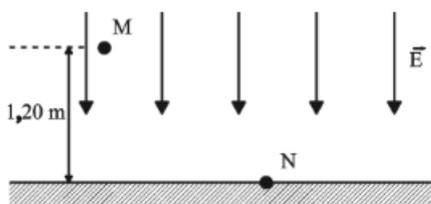
os pontos A e B, como mostra a figura:

Sabe-se que os módulos do vetor campo elétrico e do potencial elétrico gerados pela carga Q no ponto A são respectivamente, E e V. Nessas condições, os módulos dessas grandezas no ponto B são, respectivamente:

- 4E e 2V
- 2E e 4V

- c. $E/2$ e $V/2$
- d. $E/2$ e $V/4$
- e. $E/4$ e $V/2$

Q.9) (UNIFESP 2009) A presença de íons na atmosfera é responsável pela existência de um campo elétrico dirigido e apontado para a Terra. Próximo ao solo, longe de concentrações urbanas, num dia claro e



limpo, o campo elétrico é uniforme e perpendicular ao solo horizontal e sua intensidade é de 120 V/m . A figura mostra as linhas de campo e dois pontos dessa região, M e N.

O ponto M está a $1,20 \text{ m}$ do solo, e N está no solo. A diferença de potencial entre os pontos M e N é:

- A. 100 V
- B. 120 V
- C. 125 V
- D. 134 V
- E. 144 V

Q.10) Num campo elétrico foram medidos os potenciais em dois pontos A e B e encontrou-se $V_A = 12 \text{ V}$ e $V_B = 5 \text{ V}$. Qual o trabalho realizado por esse campo quando se transporta uma carga puntiforme de $18 \mu\text{C}$ de A para B?

Q.11) (UNICAMP) Uma carga de $-2,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ está na origem de um eixo X. A diferença de potencial entre $x_1 = 1,0 \text{ m}$ e $x_2 = 2,0 \text{ m}$ (em V) é:

- a. $+3$
- b. -3
- c. -18
- d. $+18$
- e. -9

Q.12) Quando se aproximam duas cargas que se repelem, a energia potencial das duas:

- f. Aumenta

- g. Diminui
- h. Fica constante
- i. Diminui e, em seguida, aumenta
- j. Aumenta e, em seguida, diminui

Q.13) Uma carga elétrica igual a 20 nC é deslocada do ponto cujo potencial é 70 V , para outro cujo potencial é de 30 V . Nessas condições, o trabalho realizado pela força elétrica do campo foi igual a:

- k. 800 nJ
- l. 600 nJ
- m. 350 nJ
- n. 200 nJ
- o. 120 nJ

FIS II – Propagação de calor (assunto 19)

Q.14) Dois cilindros feitos de materiais A e B têm os mesmos comprimentos; os respectivos diâmetros estão relacionados por $d_A = 2 \cdot d_B$. Quando se mantém a mesma diferença de temperatura entre suas extremidades, eles conduzem calor à mesma taxa. As condutividades térmicas dos materiais estão relacionadas por:

- a. $k_A = k_B/4$
- b. $k_A = k_B/2$
- c. $k_A = k_B$
- d. $k_A = k_B$
- e. $k_A = 4k_B$

Q.15) Uma parede de tijolos e uma janela de vidro de espessura 180 mm e $2,5 \text{ mm}$, respectivamente, têm suas faces sujeitas à mesma diferença de temperatura. Sendo as condutibilidades térmicas do tijolo e do vidro iguais a $0,12$ e $1,00$ unidades SI, respectivamente, então a razão entre o fluxo de calor conduzido por unidade de superfície pelo vidro e pelo tijolo é:

- a. 200
- b. 300
- c. 500
- d. 600
- e. 800
- f.

Q.16) Uma das extremidades de uma barra metálica isolada é mantida a 100°C , e a outra extremidade é mantida a 0°C por uma mistura de gelo e água. A barra tem $60,0 \text{ cm}$ de comprimento e uma seção reta com

área igual a $1,5 \text{ cm}^2$. O calor conduzido pela barra produz a fusão de $9,0 \text{ g}$ de gelo em 10 minutos. A condutividade térmica do metal vale em W/mK :

(Dado: calor latente de fusão da água = $3,5 \cdot 10^5 \text{ J/Kg}$)

- 50
- 100
- 110
- 120
- 210

Q.17) Um sistema para aquecer água, usando energia solar, é instalado em uma casa para fornecer 400L de água quente a 60°C durante um dia. A água é fornecida para casa a 15°C e a potência média por unidade de área dos raios solares é 130 W/m^2 . A área da superfície dos painéis solares necessários é:

- $9,50 \text{ m}^2$
- $7,56 \text{ m}^2$
- $2,00 \text{ m}^2$
- $25,0 \text{ m}^2$
- $6,73 \text{ m}^2$

Q.18) Quantas calorias são transmitidas por metro quadrado de um cobertor de $2,5 \text{ cm}$ de espessura, durante uma hora, estando a pele a 33°C e o ambiente a 0°C ? O coeficiente de condutibilidade térmica do cobertor é $0,00008 \text{ cal/s.m.}^\circ\text{C}$.

Q.19) Se flui calor de um corpo A para um corpo B, afirma-se que:

- A temperatura de A é maior que a de B
- A capacidade térmica de A é maior que a de B
- O calor específico de A é maior que o de B
- A é melhor condutor que B
- A tem maior quantidade de calor que B
-

Q.20) A figura mostra um corpo à temperatura T_1 (fonte), colocado em contato com um corpo à temperatura T_2 (sumidouro), através de uma barra



metálica condutora de comprimento L e

condutividade térmica K . Sendo $T_1 > T_2$ na condição de equilíbrio (estável), pode-se afirmar que:

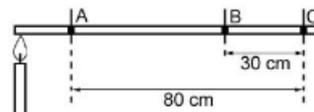
I – A temperatura ao longo da barra não varia, sendo igual a $(T_1 - T_2)/2$

II – A temperatura ao longo da barra decresce linearmente da esquerda para a direita

III – A temperatura ao ponto médio da barra ($L/2$) é igual a $(T_1 - T_2)/2$

- As três afirmativas são corretas
- Apenas as afirmativas II e III são corretas
- Apenas a afirmativa II é correta
- Apenas a afirmativa III é correta
- Nenhuma das afirmativas é correta
-

Q.21) Uma barra metálica é aquecida conforme a figura; A, B e C são termômetros. Admita a condução de calor em regime estacionário e no sentido longitudinal da barra. Quando os termômetros das extremidades indicarem 200°C e 80°C , o intermediário indicará:



- 195°C
- 175°C
- 140°C
- 125°C
- 100°C

- 1) A
- 2) E
- 3) C
- 4) D
- 5) a) $E_p = 8 J$ b) $V_p = 2 \cdot 10^6 V$
- 6) a) $V = 3,6 \cdot 10^4 V$ b) $E = 7,2 \cdot 10^{-6} J$
- 7) $Q = 7,4 \cdot 10^{-9} C$
- 8) E
- 9) E
- 10) $1,26 \cdot 10^{-4} J$
- 11) A
- 12) A
- 13) A
- 14) A
- 15) D
- 16) E
- 17) E
- 18) $380,16 \text{ cal/m}^2$
- 19) A
- 20) B
- 21) D



CURSO PREPARATÓRIO CIDADE
LISTA 06



Lançamento horizontal e oblíquo

Professor: Gabriel

Aulas passadas:

- Lançamento Horizontal e oblíquo

FIS I (Assunto – Lançamento Horizontal)

Q.1) (CEFET) Uma bola de pingue-pongue rola sobre uma mesa com velocidade constante de 2m/s. Após sair da mesa, cai, atingindo o chão a uma distância de 0,80m dos pés da mesa.

Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$, despreze a resistência do ar e determine:

- a) a altura da mesa.
- b) o tempo gasto para atingir o solo.

Q.2) De uma janela situada a uma altura $h = 7,2 \text{ m}$ do solo, Pedrinho lança horizontalmente uma bolinha de tênis com velocidade $v_0 = 5 \text{ m/s}$. A bolinha atinge uma parede situada em frente à janela e a uma distância $D = 5 \text{ m}$. Determine a altura H do ponto onde a bolinha colide com a parede. Despreze a resistência do ar e considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Q.3) (CESGRANRIO-RJ) Para bombardear um alvo, um avião em vôo horizontal a uma altitude de 2,0 km solta a bomba quando a sua distância horizontal até o alvo é de 4,0 km. Admita-se que a resistência do ar seja desprezível. Para atingir o mesmo alvo, se o avião voasse com a mesma velocidade, mas agora a uma altitude de apenas 0,50 km, ele teria que soltar a bomba a que distância horizontal do alvo?

FIS I (Assunto – Lançamento Oblíquo)

Q.4) (PUCC-SP) Calcular o alcance de um projétil lançado por um morteiro com velocidade inicial de 100 m/s, sabendo-se que o ângulo formado entre o morteiro e a horizontal é de 30°. Adotar $g = 10 \text{ m/s}^2$

Q.5) (OSEC-SP) Um corpo é lançado obliquamente para cima, formando um ângulo de 30° com a horizontal. Sabe-se que ele atinge uma altura máxima $h_{\text{máx}} = 15 \text{ m}$ e que sua velocidade no ponto de altura máxima é $v = 10 \text{ m/s}$. Determine a sua velocidade inicial. Adotar $g = 10 \text{ m/s}^2$

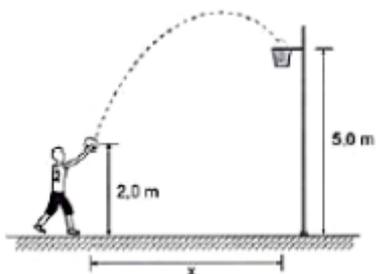
Q.6) (FEI-SP) Um objeto voa numa trajetória retilínea, com velocidade $v = 200 \text{ m/s}$, numa altura $H = 1500 \text{ m}$ do solo. Quando o objeto passa exatamente na vertical de uma peça de artilharia, esta dispara um projétil, num ângulo de 60° com a horizontal. O projétil atinge o objeto decorrido o intervalo de tempo Δt . Adotar $g = 10 \text{ m/s}^2$. Calcular a velocidade de lançamento do projétil.



Q.7) (AFA 96) Um canhão no topo de uma colina, a 125 metros do solo, dispara um projétil, com velocidade inicial $v_0 = 500 \frac{m}{s}$ e inclinação 60° em relação à horizontal. O alvo é um avião voando a 1250 metros de altura em relação ao solo, com velocidade $v = 900 \text{ km/h}$. O número de chances de o projétil atingir o avião é:

- a) Zero
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) 4

Q.8) (AFA 2009) Uma bola de basquete descreve a trajetória mostrada na figura após ser arremessada por um jovem atleta que tenta bater um recorde de arremesso. A bola é lançada com uma velocidade de 10 m/s e, ao cair na cesta, sua componente horizontal vale $6,0 \text{ m/s}$. Despreze a resistência do ar e considere $g = 10 \text{ m/s}^2$. Pode-se afirmar que a distância horizontal (x) percorrida pela bola desde o lançamento até cair na cesta, em metros, vale:



- a) 3,0
- b) 6,0
- c) 4,8
- d) 3,5
- e) 5,0

Q.9) Um projétil é lançado segundo um ângulo de 30° com a horizontal, com uma velocidade de 200 m/s . Supondo a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e desprezando a resistência do ar, o intervalo de tempo entre as passagens do projétil pelos pontos de altura 480 m acima do ponto de lançamento, em segundos, é:

(DADOS: $\sin 30^\circ = 0,50$ e $\cos 30^\circ = 0,87$)

- a) 2,0
- b) 4,0
- c) 6,0
- d) 8,0
- e) 12,0

Q.10) Um canhão dispara projéteis com velocidade \vec{v}_0 . Desprezando-se os efeitos do ar e adotando-se g como módulo do vetor aceleração da gravidade, pode-se afirmar que a altura máxima atingida pelo projétil, quando o alcance horizontal for máximo, é:

- a) $\frac{v_0^2}{2g}$

- b) $\frac{v_0^2}{4g}$
 c) $\frac{2v_0}{g}$
 d) $\frac{v_0}{2g}$
 e) $\frac{v_0}{g}$

Questões suplementares...

Q.11) Na figura abaixo, uma partícula com carga elétrica positiva q e massa m é lançada obliquamente de uma superfície plana, com velocidade inicial de módulo v_0 , no vácuo, inclinada e um ângulo θ em relação à horizontal. Considere que, além do campo gravitacional de intensidade g , atua também um campo elétrico uniforme de módulo E . Pode-se afirmar que a partícula voltará à altura inicial de lançamento após percorrer, horizontalmente, uma distância igual a

- a) $\frac{v_0}{2g} \cdot \left(1 + \frac{qE}{m} \operatorname{sen}(2\theta)\right)$
 b) $\frac{v_0^2}{2g} \cdot \operatorname{sen}\theta \cdot \left(\cos\theta + \frac{qE}{m} \operatorname{sen}\theta\right)$
 c) $\frac{v_0}{g} \cdot \left(\operatorname{sen}(2\theta) + \frac{qE}{mg}\right)$
 d) $\frac{v_0^2}{g} \cdot \operatorname{sen}(2\theta) \left(1 + \frac{qE}{mg} \operatorname{tg}\theta\right)$
 e) $\frac{v_0}{g} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{qE}{2mg} \operatorname{tg}(2\theta)\right)$

Q.12) (ITA 96) Um corpo de massa M é lançado com velocidade inicial v formando com a horizontal um ângulo α , num local onde a aceleração da gravidade é g . Suponha que o vento atue de forma favorável sobre o corpo durante todo o tempo (ajudando a ir mais longe) com uma força F horizontal constante. Considere t como sendo o tempo total de permanência no ar. Nessas condições, o alcance do corpo é:

- a) $\frac{v^2}{g} \operatorname{sen}(2\alpha)$
 b) $2vt + \frac{Ft^2}{2m}$
 c) $\frac{v^2 \operatorname{sen}(2\alpha)}{g} \left(1 + \frac{F}{Mg} \operatorname{tg}\alpha\right)$
 d) vt
 e) Outra expressão diferente das mencionadas.

GABARITO – Lista 06

- | | |
|--------------------|---------|
| Q.1) A)0,8m B)0,4s | Q.7) C |
| Q.2) 2,2m | Q.8) B |
| Q.3) 2000m | Q.9) B |
| Q.4) 870m | Q.10) B |
| Q.5) 34,6 m/s | Q.11) D |
| Q.6) 400m/s | Q.12) C |



QUADRO – RESUMO DO ASSUNTO

LANÇAMENTO HORIZONTAL		
		OBS.
Equação horária da altura (caso geral)	$h = h_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$	A velocidade inicial é horizontal, interagindo portanto com o alcance do objeto.
Equação horária do alcance (caso geral)	$x = x_0 + v_0 t$	
Velocidade horizontal	$v_x = v_0$	
Velocidade vertical	$v_y = -gt$	
LANÇAMENTO OBLÍQUO		
Equação horária da altura (caso geral)	$h = h_0 + v_{0y} t - \frac{gt^2}{2}$	A velocidade inicial faz um ângulo com a horizontal, interagindo portanto com a altura e com o alcance do objeto.
Equação horária do alcance (caso geral)	$x = x_0 + v_{0x} t$	
Decomposição da velocidade	$v^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2$	
Velocidade horizontal	$v_x = v_{0x}$	
Velocidade vertical	$v_y = v_{0y} - gt$	

**Propagação de
calor/Capacitores/Revisão MU, MUV e
MV**

Professor: Gabriel

Aulas passadas:

- FIS II: Propagação de calor
- FIS III: Capacitores
- FIS I: Revisão MU, MUV e MV

FIS II (Assunto – Propagação de calor)

Q.1) Uma barra de alumínio de comprimento $L = 1,0\text{m}$ tem uma de suas extremidades em contato térmico com gelo fundente e a outra com vapor d'água a 100°C . A seção transversal da barra é de 20 cm^2 e o alumínio tem coeficiente de condutibilidade térmica $K = 0,50 \frac{\text{cal}}{\text{s.cm.}^\circ\text{C}}$. Mantido o regime estacionário, determine:

Dados: $L_f = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$; $L_v = 540 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$ (ambos para a água)

- O fluxo de calor através da barra;
- A massa de gelo que se funde em $8,0 \cdot 10^3\text{s}$;
- A massa de vapor que se condensa no mesmo intervalo de tempo.

Q.2) Dois ambientes A e B estão separados por uma parede metálica dupla, isto é, formada pela junção de duas placas, conforme mostra a

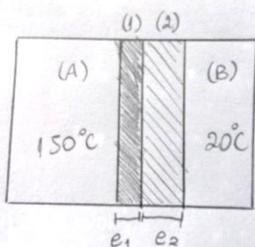


figura.

Para as placas são dados:

$A = 20\text{m}^2$ (área de cada parede)

$$e_1 = 10\text{ cm}, K_1 = 40 \frac{\text{J}}{\text{s.m.}^\circ\text{C}}$$

$$e_2 = 20\text{ cm}, K_2 = 50 \frac{\text{J}}{\text{s.m.}^\circ\text{C}}$$

Admitindo ser estacionário o regime de condução, determine:

- A temperatura (θ) na junta das paredes;
- O fluxo de calor que atravessa a parede dupla.

Q.3) Um cilindro de cobre de comprimento $L = 2,0\text{m}$ e área de seção transversal $A = 10\text{ cm}^2$ é embrulhado com uma manta isolante de lã de vidro e suas extremidades são conectadas a recipientes contendo água em ebulição e gelo fundente, sob pressão normal. Calcule o fluxo de calor que o atravessa. Dado: $K_{\text{cobre}} = 385 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$

Q.4) Uma chapa de cobre de $2,0\text{ cm}$ de espessura e $1,0\text{ m}^2$ de área tem suas faces mantidas a 100°C e 20°C . Sabendo que a condutibilidade térmica do cobre é $320 \text{ kcal} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$. Determine, admitindo que o regime é estacionário:

- O fluxo de calor que atravessa a chapa de cobre;
- A quantidade de calor que atravessa a chapa em $0,50$ hora.

Q.5) (FAAP-SP) Uma casa tem 5 janelas, tendo cada uma vidro de área $1,5\text{ m}^2$ e espessura $3,0 \cdot 10^{-3}\text{ m}$. A temperatura externa é -5°C e a interna é mantida a 20°C , através da queima de carvão. Qual a massa de carvão consumida no período de 12h para repor o calor perdido apenas pelas janelas? Dados: condutividade térmica do vidro = $0,72 \frac{\text{cal}}{\text{h.m.}^\circ\text{C}}$; calor de combustão do carvão = 6000 cal/g .

Questões suplementares...

Q.6) A prata tem coeficiente de condutibilidade térmica aproximadamente igual a $1 \frac{\text{cal}}{\text{s.cm.}^\circ\text{C}}$. A barra de prata da figura apresenta comprimento de 20 cm e área de seção transversal igual a 2 cm^2 . Colocamos a extremidade A da barra em vapor a 100°C e a extremidade B em gelo fundente. Dado: calor latente de fusão do gelo = 80 cal/g

- Esboce o diagrama da temperatura θ ao longo da barra em função de x ;
- Determine o fluxo de calor através da barra;
- Determine a massa de gelo que se funde em 8 minutos.

FIS III (Assunto – Capacitores)

Q.7) Um capacitor plano de capacitância $5\text{ }\mu\text{F}$ recebe uma carga elétrica de $20\text{ }\mu\text{C}$. Determine:

- A ddpU entre as armaduras do capacitor;
- A energia potencial elétrica armazenada no capacitor.

Q.8) Capacitores são elementos de circuito destinados a:

- Armazenar corrente elétrica.
- Permitir a passagem de corrente elétrica de intensidade constante.
- Corrigir as variações de tensão nos aparelhos de televisão.
- Armazenar energia elétrica.
- Nenhuma das afirmações acima é satisfatória.

Q.9) Calcule a carga elétrica adquirida por um capacitor de $100\text{ }\mu\text{F}$, quando conectado a uma fonte de tensão de 120 V .

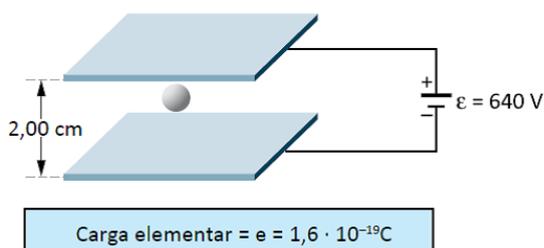
Q.10) Um capacitor de $8,0 \cdot 10^{-6}\text{ F}$ é sujeito a uma diferença de potencial de 30 V . Determine a carga que ele acumulou.

Q.11) Calcule a energia potencial elétrica armazenada por um capacitor de $2 \mu\text{F}$, quando ligado a uma fonte de tensão e carregado com uma carga elétrica de $10 \mu\text{C}$.

Q.12) Uma pequena esfera de isopor, de massa $0,512 \text{ g}$, está em equilíbrio entre as armaduras de um capacitor de placas paralelas, sujeito às ações exclusivas do campo elétrico e do campo gravitacional local.

Considerando $g=10\text{m/s}^2$, pode-se dizer que essa pequena esfera possui:

a) um excesso de $1,0 \cdot 10^{12}$ elétrons, em relação ao número de prótons.



b) um excesso de $6,4 \cdot 10^{12}$ prótons, em relação ao número de elétrons.

c) um excesso de $1,0 \cdot 10^{12}$ prótons, em relação ao número de elétrons.

d) um excesso de $6,4 \cdot 10^{12}$ elétrons, em relação ao número de prótons.

e) um excesso de carga elétrica, porém impossível de ser determinado.

Q.13) A respeito da capacitância e da energia potencial elétrica armazenada em um capacitor, julgue os itens a seguir:

I – A capacitância é diretamente proporcional à permissividade elétrica do meio onde está o capacitor.

II – Quanto maior a distância entre as placas de um capacitor, maior será sua capacitância.

III – A energia potencial elétrica armazenada em um capacitor não depende da capacitância, mas apenas da diferença de potencial estabelecida entre as placas de um capacitor.

IV – Os desfibriladores são exemplos de aplicação do estudo de capacitores.

V – A área das placas paralelas que compõem o capacitor é diretamente proporcional à capacitância

Está correto o que se afirma em:

- a) I, II, IV e V
- b) I, II, III e V
- c) I, II, III, IV e V
- d) III, IV e V
- e) I, IV e V

Q.14) A desfibrilação é a aplicação de uma corrente elétrica em um paciente por meio de um equipamento (desfibrilador) cuja função é reverter um quadro de arritmia ou de parada cardíaca. Uma maneira de converter uma arritmia cardíaca em um ritmo normal é a cardioversão, que se dá mediante a aplicação de descargas elétricas na região próxima ao coração do paciente, graduadas de acordo com a necessidade, conforme o quadro abaixo.

Os desfibriladores usuais armazenam até 360 J de energia potencial elétrica, alimentados por uma diferença de potencial de 4000 V . Considerando uma situação na qual haja necessidade de usar um desfibrilador em uma criança de 40 kg , o valor da capacitância do capacitor do desfibrilador na segunda desfibrilação, em μF , será igual a:

- a) 50
- b) 40
- c) 30
- d) 20
- e) 10

Q.15) Um componente elétrico utilizado tanto na produção como na detecção de ondas de rádio, o capacitor, pode também ser útil na determinação de uma grandeza muito importante do eletromagnetismo: a permissividade elétrica de um meio. Para isso, um estudante, dispondo de um capacitor de placas paralelas, construído com muita precisão, preenche a região entre as placas com uma folha de mica de $1,0 \text{ mm}$ de espessura e registra, com um medidor de capacitância, um valor de $0,6 \text{ nF}$. Sabendo-se que as placas são circulares, com diâmetro igual a 20 cm , afirma-se que a permissividade elétrica da mica, em unidades do S.I., é igual a:

Dados: Adote $\pi = 3$; $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$

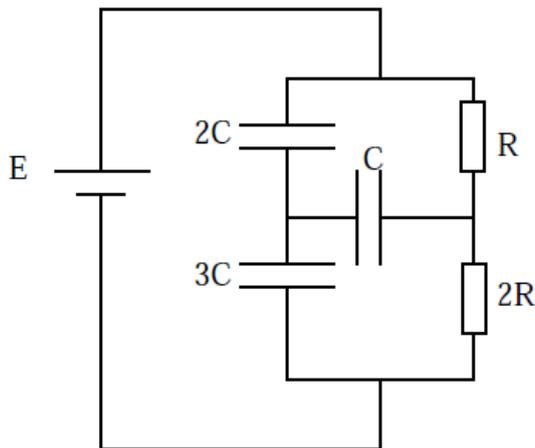
- a) 2×10^{-12}
- b) 4×10^{-12}
- c) 10×10^{-10}
- d) 20×10^{-12}
- e) 25×10^{-11}

Q.16) Um capacitor é constituído por duas placas quadradas com 2 mm de lado. Sabendo que a distância entre as placas é de 2 cm e que a permissividade do meio corresponde a $80 \mu\text{F/m}$, determine a capacitância do capacitor.

- a) $16 \cdot 10^{-8} \text{ F}$
- b) $1,0 \cdot 10^{-9} \text{ F}$
- c) $1,6 \cdot 10^{-6} \text{ F}$
- d) $4,6 \cdot 10^{-9} \text{ F}$
- e) $6,6 \cdot 10^{-5} \text{ F}$

Questões suplementares...

Q.17) (IME) A figura abaixo mostra uma bateria ideal cuja força eletromotriz vale E . O valor da carga armazenada no capacitor C é:



- $2CE/9$
- $9CE/2$
- $CE/9$
- $CE/2$
- CE

FIS I (Assunto – Revisão MU, MUV e MV)

Q.18) Dois móveis A e B percorrem a mesma trajetória, e seus espaços são medidos a partir da mesma origem escolhida na trajetória. Suas equações horárias são: $s_A = 10 + 60t$ e $s_B = 80 - 10t$, para t em horas e s_A e s_B em quilômetros. Determine o instante e a posição de encontro.

Q.19) Um móvel realiza movimento uniforme. Sabe-se que no instante $t_1 = 1,0s$ o espaço do móvel é $s_1 = 10m$ e, no instante $t_2 = 4,0s$, é $s_2 = 25m$.

- Construa o gráfico do espaço s em função do tempo t
- Determine a velocidade escalar e o espaço inicial.
- Escreva a equação horária do espaço.

Q.20) Um ciclista, partindo da origem dos espaços da ciclovia, onde estava em repouso, segue em movimento acelerado pela pista. Sua aceleração escalar tem módulo de $1,0 m/s^2$ (constante). Determine:

- O seu espaço em $5,0 s$ de movimento;
- A velocidade escalar atingida em $4,0 s$ de movimento e o espaço neste instante.

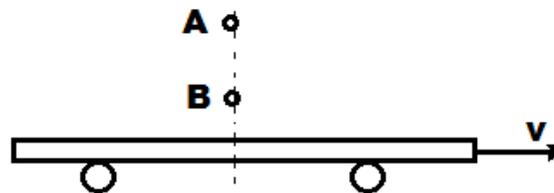
Q.21) Um carro C1 está parado num semáforo. Num dado instante $t_0 = 0$, ele parte com aceleração escalar constante seguindo por uma rua retilínea. Decorridos $10s$, passa pelo mesmo semáforo um segundo carro, C2, com velocidade escalar constante igual a $15 m/s$ que, seguindo pela mesma rua, alcança C1 $10s$ depois de passar pelo semáforo.

- Escreva uma equação horária do espaço para cada carro. Use o semáforo como origem dos espaços.
- Determine a aceleração escalar de C1.
- Determine a distância percorrida por C1 até alcançado por C2.

Q.22) Um ponto material passou por A com velocidade escalar de $8,0 m/s$ e atingiu o ponto B, $20 m$ adiante, com velocidade escalar de $12 m/s$. Sua aceleração escalar se manteve constante. Determine:

- A aceleração escalar;
- A velocidade escalar média entre A e B.

Q.23) Um garoto que se encontra em uma ponte está $20 m$ acima da superfície de um rio. No instante em que a proa (frente) de um barco, com movimento retilíneo uniforme, atinge a vertical que passa pelo garoto, ele abandona uma pedra que atinge o barco em um ponto localizado a $180 cm$ do ponto visado.



Determine o módulo da velocidade do barco. Adote $g = 10m/s^2$.

Q.24) Próximo da superfície terrestre e no vácuo, lançamos verticalmente para cima um corpo com velocidade escalar de módulo $30 m/s$. A aceleração da gravidade é constante e se tem $g = 10m/s^2$. Considerando que o corpo tenha sido lançado do solo, determine:

- O tempo de subida (t_s)
- A máxima altura (H).

Q.25) Do topo de um edifício, atira-se uma pedra verticalmente para cima com velocidade escalar de $20 m/s$. A posição de lançamento está a uma altura de $60m$ do solo. Considere $g = 10m/s^2$. Despreze os efeitos do ar.

- Determine os instantes em que a pedra passa por um ponto situado a $75m$ do solo.
- Determine as respectivas velocidades escalares ao passar pelo ponto anterior.
- Determine o instante em que ela toca o solo.

Questões suplementares...

Q.26) Uma lâmpada pende de um teto ficando a uma altura H do solo. Um atleta de altura h passa sob a lâmpada se deslocando em linha reta com velocidade constante V . Se $H = 5m$, $h = 2m$ e $V = 6 m/s$, determine a velocidade, em m/s , com que a sombra da parte superior da cabeça do atleta se desloca no solo.

Q.27) (ITA) Um móvel parte da origem do eixo x com velocidade constante igual a $3m/s$. No instante $t = 6s$ o móvel sofre uma aceleração $\alpha = -4m/s^2$. A equação horária a partir do instante $t = 6s$ será:

- $x = 3t - 2t^2$
- $x = 18 + 3t - 2t^2$
- $x = 18 - 2t^2$
- $x = -72 + 27t - 2t^2$
- $x = 27t - 2t^2$

Q.28) (IME) De dois pontos A e B situados sobre a mesma vertical, respectivamente, a $45 metros$ e a $20 metros$ do solo, deixa-se cair no mesmo instante duas esferas, conforme mostra a figura abaixo. Uma prancha em pontos que distam $2,0 metros$.

Supondo a aceleração local da gravidade igual a $10m/s^2$ e desprezando a resistência do ar, determine a velocidade da prancha.

GABARITO – Lista 07

Q.1)

- $\varphi = 10 \text{ cal/s}$
- $m_f = 1,0 \cdot 10^3 \text{ g} = 1,0 \text{ kg}$
- $m_c \cong 148 \text{ g}$

Q.2)

- $\theta = 100^\circ\text{C}$
- $\varphi = 4,0 \cdot 10^5 \text{ J/s}$

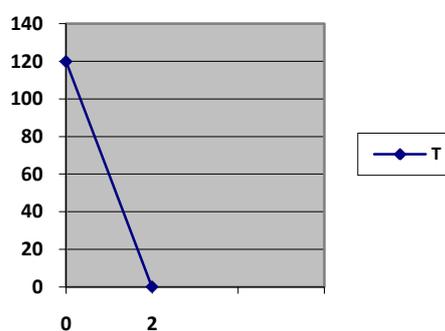
Q.3) $\varphi \cong 1,9 \text{ W/s}$

Q.4)

- $1,68 \cdot 10^6 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
- $6,4 \cdot 10^5 \text{ kcal}$

Q.5) 90 g

Q.6)



-
- 10 cal/s
- 60 g

Q.7) a) 4V b) $40 \mu\text{J}$

Q.8) D

Q.9) $12 \cdot 10^{-3} \text{ C}$

Q.10) $240 \mu\text{C}$

Q.11) $25 \mu\text{J}$

Q.12) A

Q.13) E

Q.14) D

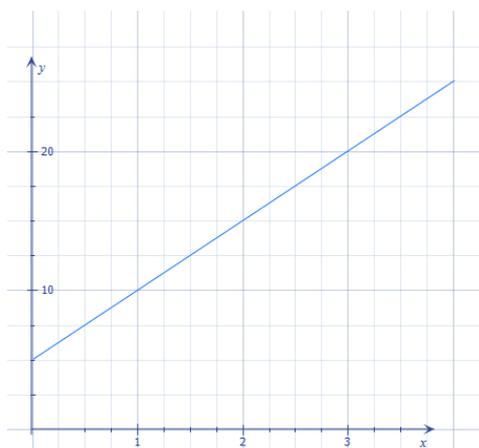
Q.15) D

Q.16) A

Q.17) A

Q.18) $t = 1 \text{ h e } s = 70 \text{ km}$

Q.19)



a.

b. 5 m/s e 5 m

c. $s = 5,0 + 5,0t$

Q.20) a) $s = 12,5 \text{ m}$ b) $v = 4,0 \text{ m/s}$ e $s = 8,0 \text{ m}$

Q.21) a) $s_2 = 15(t - 10)$ b) $\alpha = 0,75 \text{ m/s}^2$ c) $D = 150 \text{ m}$

Q.22) a) $2,0 \text{ m/s}^2$ b) $v_m = 10 \text{ m/s}$

Q.23) $0,90 \text{ m/s}$

Q.24) $t_s = 3,0 \text{ s}$ e $H = 45 \text{ m}$

Q.25) a)

$t_1 = 1,0 \text{ s}$ (quando estiver subindo) $t_2 =$

$3,0 \text{ s}$ (quando estiver descendo)

b) $v_1 = +10 \text{ m/s}$ e $v_2 = -10 \text{ m/s}$

c) $t = 6,0 \text{ s}$.

Q.26) 10 m/s

Q.27) D

Q.28) 2 m/s

QUADRO – RESUMO DOS ASSUNTOS

FIS II - PROPAGAÇÃO DE CALOR	
O calor pode propagar-se por: condução, convecção ou irradiação	
CONDUÇÃO TÉRMICA	
Fluxo de calor	$\varphi = \frac{Q}{\Delta t}$
Regime estacionário (ou permanente) → o Fluxo não varia com o tempo	
Lei de Fourier	$\varphi = \frac{Q}{\Delta t} = K \cdot A \cdot \left(\frac{\theta_1 - \theta_2}{L} \right) = \frac{K \cdot A \cdot \Delta\theta}{L}$
DIAGRAMA DE FASES	

FIS III - CAPACITORES		
Capacitância (capacitor de placas planas e paralelas)	$C = \epsilon \frac{A}{d}$	É proporcional à área das placas e inversamente proporcional à distância entre elas.
Capacitância (caso geral)	$C = \frac{Q}{V}$	unidade: Farad (F)
Capacitância (condutor esférico)	$C = \frac{R}{k}$	
Energia potencial armazenada	$E_p = \frac{Q \cdot U}{2}$	Outras formas de escrever: $E_p = \frac{Q^2}{2 \cdot C}$ ou $E_p = \frac{C \cdot U^2}{2}$
Associação <u>em série</u> de capacitores	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$	
Associação <u>em paralelo</u> de capacitores	$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$	

FIS I - MOVIMENTO UNIFORME		
Equação horária da posição (caso geral)	$s = s_0 + vt$	Não há aceleração. Apenas velocidade de módulo constante.
Equação horária da velocidade (caso geral)	$v = \text{constante para todo } t$	
FIS I - MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO		
Equação horária da posição(caso geral)	$s = s_0 + v_0t + at^2/2$	
Equação horária da velocidade(caso geral)	$v = v_0 + at$	A aceleração altera a velocidade.
Equação horária da aceleração(caso geral)	$\alpha = \text{constante para todo } t$	Não se altera.
Velocidade média	$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	
Torricelli	$v^2 = v_0^2 + 2\alpha\Delta s$	
FIS I - MOVIMENTO VERTICAL		
Equação horária da posição(caso geral)	$h = h_0 + v_0t - gt^2/2$	Adotando o referencial positivo para cima.
Equação horária da velocidade(caso geral)	$v = v_0 - gt$	A aceleração altera a velocidade.
Equação horária da aceleração(caso geral)	$\alpha = -g, \text{ para todo } t$	Não se altera.
Torricelli	$v^2 = v_0^2 - 2g\Delta h$	
A – Queda livre		
Velocidade inicial	$v_0 = 0 \text{ m/s}$	
Tempo de queda	$t_q = \sqrt{\frac{2H}{g}}$	
B – Lançamento vertical (para baixo)		
Velocidade inicial	$v_0 \neq 0 \text{ m/s}$	$v_0 < 0$
Tempo de descida	$t_d = \frac{\sqrt{v_0^2 + 2gH} - v_0}{g}$	
C – Lançamento vertical (para cima)		
Velocidade inicial	$v_0 \neq 0 \text{ m/s}$	$v_0 > 0$
Tempo de subida	$t_s = \frac{v_0}{g}$	
Tempo total para subir e descer	$t_s = 2 \cdot \frac{v_0}{g}$	

 <p>CURSO PREPARATÓRIO CIDADE LISTA 08</p>	 <p>Revisão Lançamento Horizontal</p> <p>Oblíq./Estudo dos gases/Capacitores</p> <p>Professor: Gabriel</p>
---	--

Aulas passadas:

- FIS I: Revisão Lançamento Horizontal e Oblíquo (6qst)
- FIS II: Estudo dos gases (8qst)
- FIS III: Capacitores (4qst)

FIS I (Assunto – Revisão Lançamento Horizontal e Oblíquo)

Q.1) Um canhão, em solo plano e horizontal, dispara um projétil, com ângulo de tiro de 30° . A velocidade inicial do projétil é 500 m/s . Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$ o valor da aceleração da gravidade no local, qual a altura máxima do projétil em relação ao solo, em km?

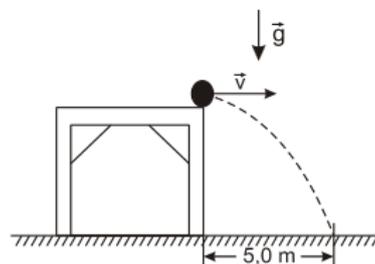
Q.2) Um avião, em vôo horizontal, está bombardeando de uma altitude de 8000 m um destróier parado. A velocidade do avião é de 504 km/h . De quanto tempo dispõe o destróier para mudar seu curso depois de uma bomba ter sido lançada? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Q.3) Um avião precisa soltar um saco com mantimentos a um grupo de sobreviventes que está numa balsa. A velocidade horizontal do avião é constante e igual a 100 m/s com relação à balsa e sua altitude é 2000 m . Qual a distância horizontal que separa o avião dos sobreviventes, no instante do lançamento? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Q.4) De um ônibus que trafega numa estrada reta e horizontal com velocidade constante de 20 m/s desprende-se um parafuso, situado a $0,80 \text{ m}$ do solo e que se fixa à pista no local em que a atingiu. Tomando-se como referência uma escala cujo zero coincide com a vertical no

instante em que se inicia a queda do parafuso e considerando-se $g = 10 \text{ m/s}^2$, determine, em m, a que distância este será encontrado sobre a pista.

Q.5) (EsPCEX 2014) Uma esfera é lançada com velocidade horizontal constante de módulo $v = 5 \text{ m/s}$ da borda de uma mesa horizontal. Ela atinge o solo num ponto situado a 5 m do pé da mesa conforme o desenho abaixo. (Dado: aceleração da gravidade = 10 m/s^2)



desenho ilustrativo - fora de escala

Desprezando a resistência do ar, o módulo da velocidade com que a esfera atinge o solo é de:

- 4 m/s
- 5 m/s
- $5\sqrt{2} \text{ m/s}$
- $6\sqrt{2} \text{ m/s}$
- $5\sqrt{5} \text{ m/s}$

Questões suplementares...

Q.6) (IME) Um míssil viajando paralelamente à superfície da terra com uma velocidade de 180 m/s , passa sobre um canhão à altura de 4800 m no exato momento em que seu combustível acaba. Neste instante, o canhão dispara a 45° e atinge o míssil. O canhão está no topo de uma colina de 300 m de altura.

Sabendo-se que a aceleração local da gravidade é $g = 10 \text{ m/s}^2$, determine a altura da posição de encontro do míssil com o projétil do canhão, em relação ao solo. Despreze a resistência do ar.

FIS II (Assunto – Estudo dos gases)

Q.7) Em uma garrafa há 900 gramas de água (H₂O)

São dados: massa atômica do hidrogênio = 1; massa atômica do oxigênio = 16; número de Avogadro = $6,0 \cdot 10^{23}$

- Quantos mols de moléculas de água há nessa garrafa?
- Quantas moléculas de água há na garrafa?

Q.8) (FUVEST SP) Adotando o número de Avogadro como igual a $6 \cdot 10^{23}$ e sabendo que a massa atômica do sódio é 23, podemos afirmar que, em uma amostra de 1,15 grama de sódio, o número de átomos é:

- $6,0 \cdot 10^{23}$
- $3,0 \cdot 10^{23}$
- $6,0 \cdot 10^{22}$
- $3,0 \cdot 10^{22}$
- $1,0 \cdot 10^{22}$

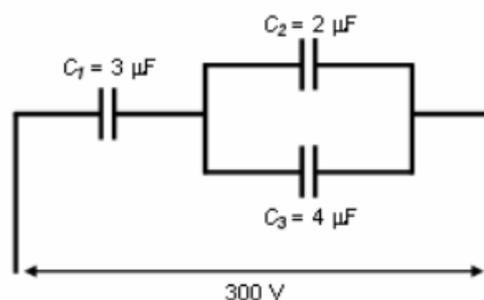
Q.9) Tem-se 5,0 mols de moléculas de um gás ideal a 27 °C e sob pressão de 5,0 atmosferas. Determine o volume ocupado por esse gás. É dada a constante universal dos gases perfeitos $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

Q.10) Um recipiente de volume 40 litros contém 6,0 mols de moléculas de um gás perfeito à pressão de 3,0 atm. Determine a temperatura do gás, sabendo que:

$$1 \text{ atm} \cong 10^5 \text{ Pa}; R \cong 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

FIS III (Assunto – Capacitores)

Q.11) Considere a associação da figura abaixo:



As cargas, em μC , de cada capacitor C_1 , C_2 e C_3 , são, respectivamente:

- 200, 400 e 600.
- 200, 300 e 400.
- 600, 400 e 200.
- 600, 200 e 400.
- 600, 300 e 200.

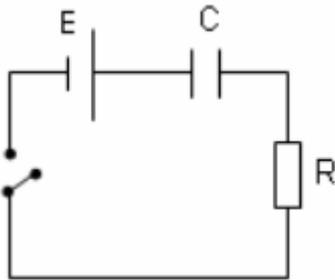
Q.12) Dois capacitores planos, de placas paralelas, de mesma capacitância, 1mF, são ligados em paralelo e conectados a uma fonte de tensão de 20 V. Após ambos estarem completamente carregados, são desconectados da fonte, e uma resistência é colocada no lugar da fonte, de maneira que, em um intervalo de tempo de 0,5 s, ambos se descarregam completamente. A corrente média, em ampéres, na resistência vale:

- 2×10^{-1}
- 4×10^{-1}
- 5×10^{-2}
- 8×10^{-2}
- 5×10^{-1}

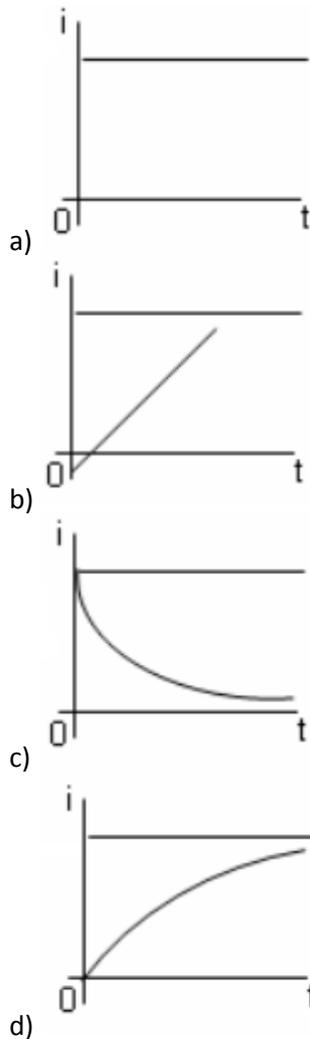
Q.13) No circuito de capacitores, esquematizado abaixo, temos uma fonte ideal $\varepsilon = 100 \text{ V}$, e capacitâncias $C_1 = 2,0 \mu\text{F}$ e $C_2 = 3,0 \mu\text{F}$. Após carregados os capacitores C_1 e C_2 , suas cargas serão respectivamente,

- $200 \mu\text{C}$ e $300 \mu\text{C}$
- $48 \mu\text{C}$ e $72 \mu\text{C}$
- $120 \mu\text{C}$ e $120 \mu\text{C}$
- $60 \mu\text{C}$ e $60 \mu\text{C}$
- $200 \mu\text{C}$ e $120 \mu\text{C}$

Q.14) No circuito visto na figura a bateria é ideal, com f.e.m de 200 Volts. Também são ideais, o capacitor ($C = 100\mu F$) e o resistor ($R = 100\ \Omega$).



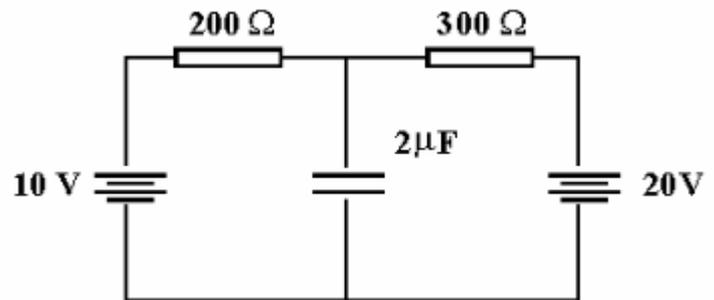
Ao fechar a chave S, o gráfico que melhor representa a dependência da corrente (i) no circuito com o tempo (t), supondo-se que o capacitor esteja inicialmente descarregado, é:



Q.15) Uma nuvem eletrizada está situada a 1000m de altura, paralelamente à superfície da Terra, formando com esta um capacitor plano de 15nF. Quando o campo elétrico no ar (entre a nuvem e a Terra) atinge o valor de $3,0 \times 10^6\ N/C$, ocorre um relâmpago. Calcule a carga elétrica, em C, que se encontrava armazenada na nuvem, no instante da descarga elétrica.

Questões suplementares...

Q.16) Duas baterias, de f.e.m. de 10 V e 20 V respectivamente, estão ligadas a duas resistências de $200\ \Omega$ e $300\ \Omega$ e com um capacitor de $2\mu F$, como mostra a figura.



Sendo Q_c a carga do capacitor e P_d a potência total dissipada depois de estabelecido o regime estacionário, conclui-se que:

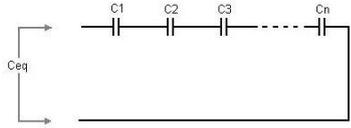
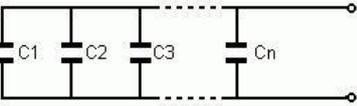
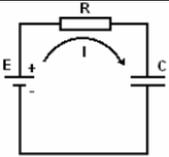
- a) $Q_c = 14\mu C; P_d = 0,1W$
- b) $Q_c = 28\mu C; P_d = 0,2W$
- c) $Q_c = 28\mu C; P_d = 10W$
- d) $Q_c = 32\mu C; P_d = 0,1W$
- e) $Q_c = 32\mu C; P_d = 0,2W$

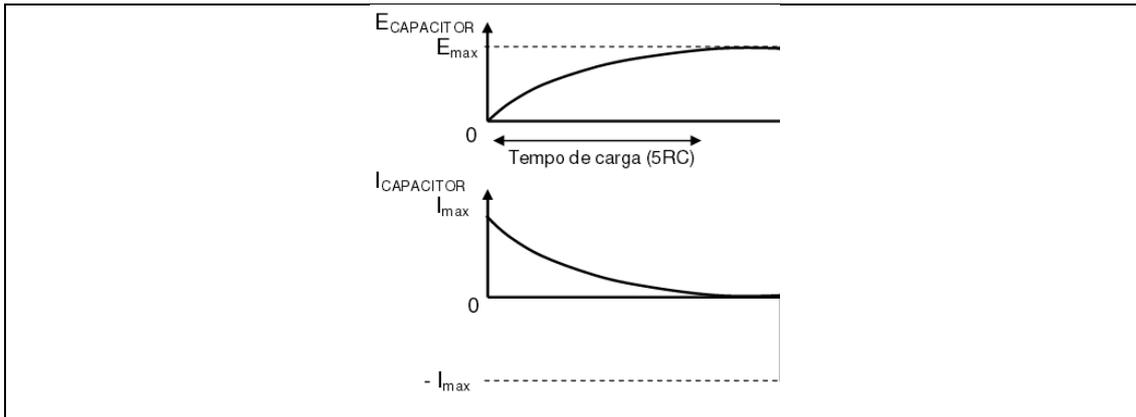
Gabarito

Q.1) 3.125m	Q.8) D
Q.2) 40s	Q.9) 24.6L
Q.3) 2.000m	Q.10) $T \approx 240K$
Q.4) 8m	Q.11) D
Q.5) E	Q.12) B
Q.6) 1.675m	Q.13) C
Q.7)	Q.14) C
a. 50	Q.15) $Q = 45\ C$
b. $3 \cdot 10^{25}$	Q.16) B

LANÇAMENTO HORIZONTAL		
Equação horária da altura	$h = h_0 - \frac{gt^2}{2}$	
Tempo de queda	$h = 0 \rightarrow 0 = h_0 - \frac{gt^2}{2} \rightarrow t_q = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$	
Alcance	$A = v_{0x} \cdot t_q = v_{0x} \cdot \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$	
LANÇAMENTO OBLÍQUO		
Velocidade inicial	$v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}$	
Decomposição da velocidade de lançamento	em y:	em x:
	$v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen}(\theta)$	$v_{0x} = v_0 \cdot \text{cos}(\theta)$
Equação horária da altura	$h = h_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$	se partir do solo, $h_0 = 0 \text{ m}$
Altura máxima	<p><i>Torricelli:</i></p> $v^2 = v_{0y}^2 - 2g\Delta h \rightarrow$ $0 = (v_0 \text{sen}(\theta))^2 - 2g\Delta h$ $\Delta h = h_{\text{max}} - 0 = h_{\text{max}}$ $h_{\text{max}} = \frac{(v_0 \text{sen}(\theta))^2}{2g}$	
Tempo para atingir altura máxima	$t_s = \text{"x"} \text{ do vértice da parábola} = \frac{-b}{2a}$ $h = h_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} \rightarrow t_s = \frac{-(v_{0y})}{2 \cdot (-\frac{g}{2})}$ $t_s = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0 \cdot \text{sen}(\theta)}{g}$	
Tempo para retornar à altura de partida	$t_t = 2 \cdot t_s = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \text{sen}(\theta)}{g}$	
Alcance	$A = v_0 \cdot \text{cos}(\theta) \cdot \frac{2 \cdot v_0 \cdot \text{sen}(\theta)}{g} = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \text{sen}(\theta) \cdot \text{cos}(\theta)}{g}$ $A = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen}(2\theta)}{g}$	
Alcance máximo	$A_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen}(90^\circ)}{g} = \frac{v_0^2}{g}$, logo, A é máximo para $\theta = 45^\circ$	

FIS II –ESTUDO DOS GASES	
Equação de Clapeyron (para os gases ideais)	$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$
TRANSFORMAÇÕES	
Isocórica (ou isométrica, isovolumétrica)	$V_1 = V_2 \rightarrow \frac{P_1}{n_1 \cdot T_1} = \frac{P_2}{n_2 \cdot T_2}$
Isotérmica	$T_1 = T_2 \rightarrow \frac{P_1 V_1}{n_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2}$
Isobárica	$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{V_1}{n_1 \cdot T_1} = \frac{V_2}{n_2 \cdot T_2}$

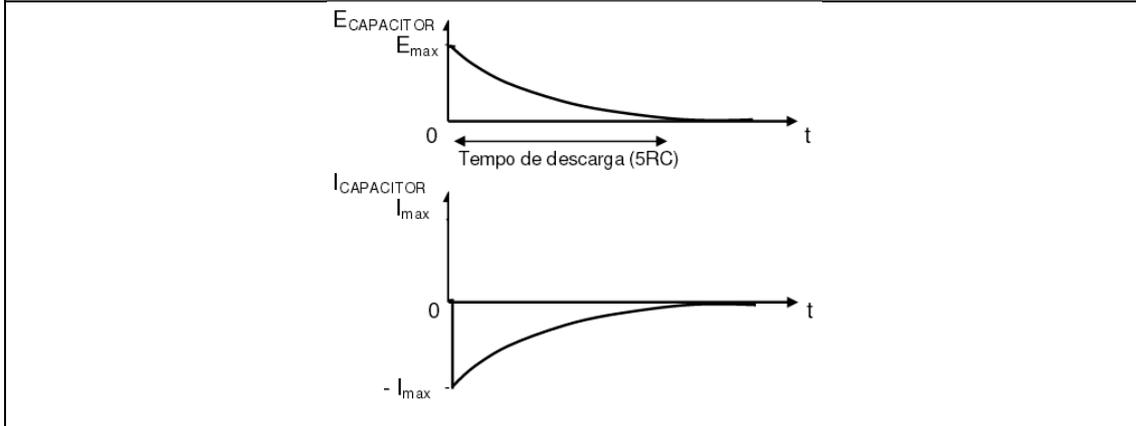
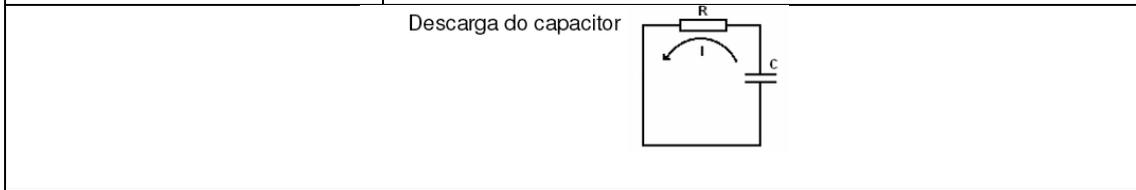
FIS III - CAPACITORES		
Capacitância (capacitor de placas planas e paralelas)	$C = \epsilon \frac{A}{d}$	É proporcional à área das placas e inversamente proporcional à distância entre elas.
Capacitância (caso geral)	$C = \frac{Q}{V}$	unidade: Farad (F)
Capacitância (condutor esférico)	$C = \frac{R}{k}$	
Energia potencial armazenada	$E_p = \frac{Q \cdot U}{2}$	Outras formas de escrever: $E_p = \frac{Q^2}{2 \cdot C}$ ou $E_p = \frac{C \cdot U^2}{2}$
Associação <u>em série</u> de capacitores	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$	
Associação <u>em paralelo</u> de capacitores	$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$	
CARGA DE UM CAPACITOR		
Queda de tensão durante o carregamento de um capacitor	$V(t) = E \cdot e^{-t/\tau}$	
Carga do capacitor 		



DESCARGA DE UM CAPACITOR

Queda de tensão durante o descarregamento de um capacitor

$$V(t) = E \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$



	CURSO PREPARATÓRIO CIDADE LISTA 09	
	Corrente Elétrica/Termodinâmica/Vetores	
	Professor: Gabriel	

Aulas passadas:

- FIS I: Vetores(5qst)
- FIS II: Termodinâmica(6qst)
- FIS III: Corrente Elétrica (8qst)

FIS I (Assunto – Vetores)

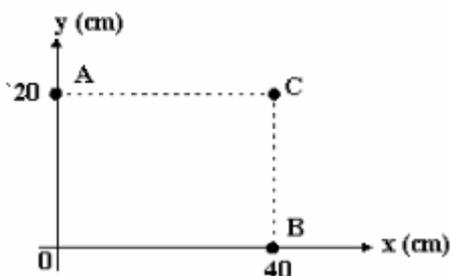
Q.1) (FGV – SP) São grandezas escalares

- a) Tempo, deslocamento e força
- b) Força, velocidade e aceleração
- c) Tempo, temperatura e volume
- d) Temperatura, velocidade e volume
- e) Tempo, temperatura e deslocamento

Q.2) (UFMG) Uma pessoa sai para dar um passeio pela cidade, fazendo o seguinte percurso: sai de casa e anda 2 quarteirões para o Norte; dobra à esquerda andando mais 2 quarteirões para Oeste, virando, a seguir, novamente à esquerda e andando mais dois quarteirões para o Sul. Sabendo que cada quarteirão mede 100m, o deslocamento da pessoa é:

- a) 700m para Sudeste
- b) 200m para Oeste
- c) 200m para Norte
- d) 700m em direções variadas
- e) 0m

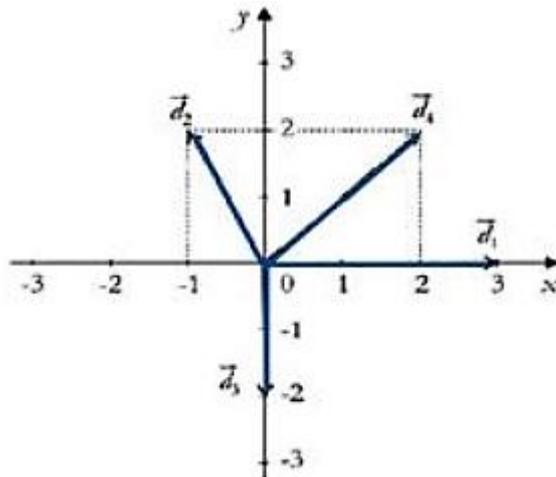
Q.3) No vácuo ($k_0 = 9 \times 10^9 N^2 \cdot m^2 \cdot C^{-2}$), colocam-se as cargas $Q_A = 48 \times 10^{-6} C$ e $Q_B = 16 \times 10^{-6} C$, respectivamente nos pontos A e B representados abaixo. O campo elétrico no ponto C tem módulo igual a:



- a) $60 \cdot 10^5 N/C$
- b) $55 \cdot 10^5 N/C$
- c) $50 \cdot 10^5 N/C$
- d) $45 \cdot 10^5 N/C$

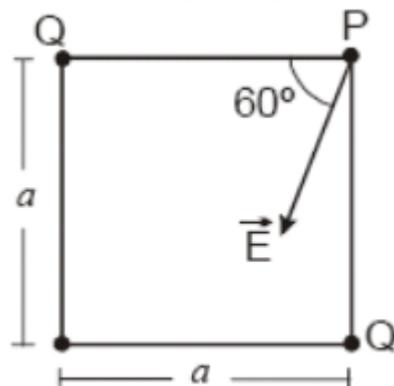
e) $40 \cdot 10^5 N/C$

Q.4) Uma bola de bilhar sofre quatro deslocamentos sucessivos representados pelos vetores $\vec{d}_1, \vec{d}_2, \vec{d}_3$ e \vec{d}_4 apresentados no diagrama abaixo.



- a) $d = -4\hat{i} + 2\hat{j}$
- b) $d = -2\hat{i} + 4\hat{j}$
- c) $d = 2\hat{i} + 4\hat{j}$
- d) $d = 4\hat{i} + 2\hat{j}$
- e) $d = 4\hat{i} + 4\hat{j}$

Q.5) (UFRJ-2005) Em dois vértices opostos de um quadrado de lado a estão fixas duas cargas puntiformes de valores Q e Q'. Essas cargas geram, em outro vértice P do quadrado, um campo elétrico E, cuja direção e sentido estão especificados na figura a seguir:



Indique os sinais das cargas Q e Q' e calcule o valor da razão Q/Q' .

FIS II (Assunto – Termodinâmica)

Q.6) (PUCMG 2004) A respeito do que faz um refrigerador, pode-se dizer que:

- a) Produz frio
- b) Anula o calor
- c) Converte calor em frio

d) Remove calor de uma região e transfere a outra

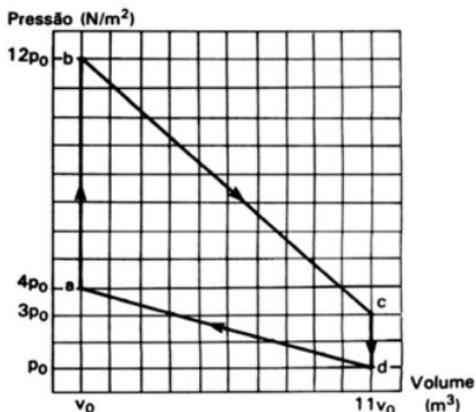
Q.7) (UFPR 2008) Os estudos científicos desenvolvidos pelo engenheiro francês Nicolas Carnot (1796-1832) na tentativa de melhorar o rendimento de máquinas térmicas serviram de base para a formulação da segunda lei da termodinâmica. Acerca do tema, considere as seguintes afirmativas:

- 1) o rendimento de uma máquina térmica é a razão entre o trabalho realizado pela máquina num ciclo e o calor retirado do reservatório quente nesse ciclo
- 2) os refrigeradores são máquinas térmicas que transferem calor de um sistema de menor temperatura para outro a uma temperatura mais elevada
- 3) É possível construir uma máquina, que opera em ciclos, cujo único efeito seja retirar calor de uma fonte e transformá-lo integralmente em trabalho.

Assinale a alternativa correta.

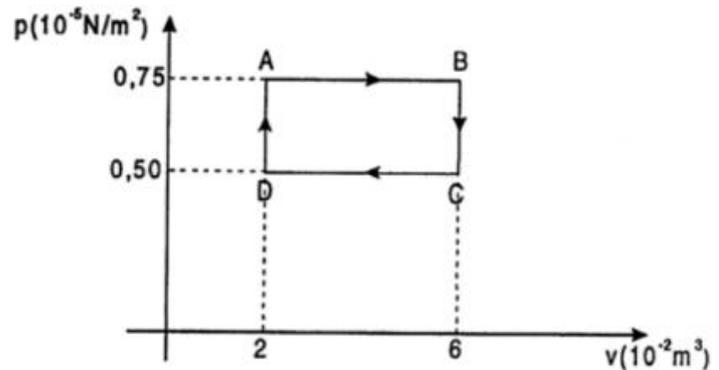
- a) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
- b) Somente a afirmativa 1 é verdadeira
- c) Somente a afirmativa 2 é verdadeira
- d) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.

Q.8) (UFRJ 1993) Um sistema termodinâmico realiza o ciclo $a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow a$, conforme é mostrado no diagrama pressão x volume da figura.



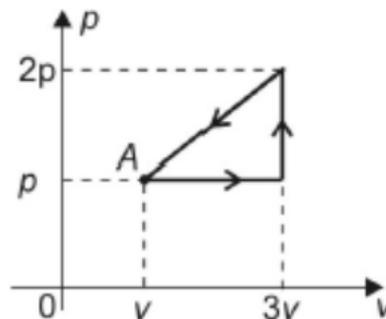
- e) Calcule o trabalho realizado pelo sistema no ciclo $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$
- f) Calcule o saldo final de calor recebido pelo sistema no ciclo $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$

Q.9) (UFRJ 1999) A figura representa, num gráfico pressão x volume, um ciclo de um gás ideal.



- a. Calcule o trabalho realizado pelo gás durante este ciclo.
- b. Calcule a razão entre a mais alta e a mais baixa temperatura do gás (em Kelvin) durante este ciclo.

Q.10) (AFA 2009) O diagrama a seguir representa o ciclo percorrido por 3 mols de um gás perfeito. Sabendo-se que no estado A temperatura é -23°C e considerando $R = 8 \text{ J/mol.K}$, o trabalho, em joules, realizado pelo gás no ciclo é:



- a) -3000
- b) -6000
- c) 12000
- d) 1104
- e) -552

Questão suplementar

Q.11) (IME 1999-2000) Um cilindro contém oxigênio à pressão de 2 atmosferas e ocupa um volume de 3 litros à temperatura de 300K. O gás, cujo comportamento é considerado ideal, executa um ciclo termodinâmico através dos seguintes processos:

Processo 1-2: aquecimento a pressão constante até 500K.

Processo 2-3: resfriamento a volume constante até 250K.

Processo 3-4: resfriamento a pressão constante até 150K.

Processo 4-1: aquecimento a volume constante até 300K.

Ilustre os processos em um diagrama pressão-volume e determine o trabalho executado pelo gás, em Joules, durante o ciclo descrito acima. Determine, ainda, o calor líquido produzido ao longo deste ciclo. Dado: $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$.

FIS III (Assunto – Corrente Elétrica)

Q.12) O filamento incandescente de uma válvula eletrônica, de comprimento igual a 5cm, emite elétrons numa taxa constante de $2 \cdot 10^{16}$ elétrons por segundo e por centímetro de comprimento. Sendo o módulo da carga do elétron igual a $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, qual intensidade da corrente emitida?

Q.13) (UNITAU) Numa seção reta de um condutor de eletricidade, passam 12C a cada minuto. Nesse condutor, a intensidade da corrente elétrica, em ampères, é igual a:

- a) 0,8
- b) 0,2
- c) 5,0
- d) 7,2
- e) 12

Q.14) Pela seção reta de um fio, passam $5,0 \cdot 10^{18}$ elétrons a cada 2,0s. Sabendo-se que a carga elétrica elementar vale $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, pode-se afirmar que a corrente elétrica que percorre o fio tem intensidade:

- a) 500 mA
- b) 800 mA
- c) 160 mA
- d) 400 mA
- e) 320 mA

Q.15) Uma corrente contínua de 5,0 miliampères flui em um circuito durante 30 minutos. A quantidade de carga elétrica que atravessa uma seção desse circuito nesse intervalo de tempo, em Coulombs, é de:

- a) 0,15
- b) $1,5 \times 10^2$
- c) 6,0
- d) 9,0
- e) 360

Q.16) (MED. Triângulo Mineiro - MG) A corrente elétrica num fio de cobre é constituída pelo deslocamento de:

- a) Elétrons.

- b) Prótons.
- c) Íons negativos de cobre.
- d) Íons positivos de cobre.
- e) Átomos de cobre.

Q.17) Uma corrente elétrica de intensidade 16A percorre um condutor metálico. A carga elétrica elementar é: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. O número de elétrons que atravessam uma seção transversal desse condutor em 1,0 min é de:

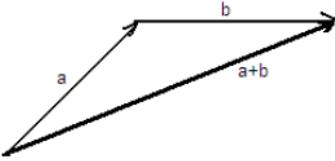
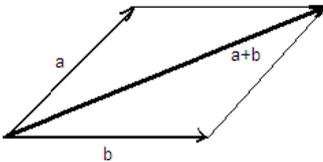
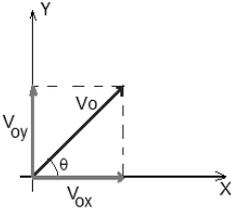
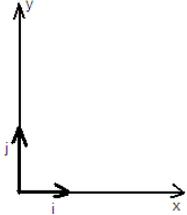
- a) $1,0 \cdot 10^{20}$
- b) $3,0 \cdot 10^{21}$
- c) $6,0 \cdot 10^{21}$
- d) $16 \cdot 10^{21}$
- e) $8,0 \cdot 10^{19}$

Q.18) (AFA) Num fio de cobre passa uma corrente contínua de 20A. Isso quer dizer que, em 5,0s, passa por uma seção reta do fio um número de elétrons igual a: ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$).

- a) $1,25 \cdot 10^{20}$
- b) $3,25 \cdot 10^{20}$
- c) $4,25 \cdot 10^{20}$
- d) $6,25 \cdot 10^{20}$
- e) $7,00 \cdot 10^{20}$

Gabarito

- Q.1) C
- Q.2) B
- Q.3) D
- Q.4) D
- Q.5) Negativos e $\sqrt{3}$
- Q.6) D
- Q.7) D
- Q.8) $W = 50 \cdot \text{Po} \cdot \text{Vo}$ Joules e $Q = 50 \cdot \text{Po} \cdot \text{Vo}$ Joules
- Q.9) $1 \mu\text{J}$ e 4,5
- Q.10) A
- Q.11) Trabalho = 200J e $Q = 200 \text{ J}$ ($Q > 0$). Logo trata-se de um calor absorvido durante o ciclo)
- Q.12) 16mA
- Q.13) B
- Q.14) D
- Q.15) D
- Q.16) A
- Q.17) C
- Q.18) D

FIS I – VETORES				
REGRA DO POLÍGONO FECHADO				
SOMA DE VETORES				
$R = a + b$	$ R = \sqrt{ a ^2 + b ^2 + 2 a \cdot b \cdot \cos\theta}$			
DECOMPOSIÇÃO				
VETOR UNITÁRIO				
FIS II – TERMODINÂMICA				
1ª Lei da Termodinâmica				
$\Delta U = \tau - Q$				
Gráfico P x V				
Trabalho = área abaixo do gráfico P x V				
Quando a transformação é isobárica				
Trabalho = $\tau = p \cdot \Delta V$				
FIS III – CORRENTE ELÉTRICA				
Corrente elétrica	Deslocamento de elétrons num meio condutor			
$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{n \cdot e}{\Delta t}$	<table border="1"> <tr> <td>Unidade: A (Ampère)</td> <td rowspan="2">Variação de carga elétrica por unidade de tempo</td> </tr> <tr> <td>A = C/s (Coulombs/segundo)</td> </tr> </table>	Unidade: A (Ampère)	Variação de carga elétrica por unidade de tempo	A = C/s (Coulombs/segundo)
Unidade: A (Ampère)	Variação de carga elétrica por unidade de tempo			
A = C/s (Coulombs/segundo)				
Carga elementar do elétron	$1 e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$			
Potência: $P = U \cdot I$	<p>U: d.d.p entre dois nós de um circuito.</p> <p>I: corrente que percorre o condutor entre dois nós de um circuito.</p>			





CURSO PREPARATÓRIO CIDADE
LISTA 10



MCU/Termodinâmica

Professor: Gabriel

Aulas passadas:

- FIS I: MCU
- FIS II: Termodinâmica

FIS I (Assunto – MCU)

Q.1) (UFRR) As rodas de um automóvel, com 60 cm de diâmetro, executam $2.000/\pi$ rpm. A velocidade escalar desse automóvel, em km/h, vale: (Adote $\pi \cong 3$)

- a) 12
- b) 24
- c) 48
- d) 72
- e) 90

Q.2) (UFPR) Um ponto em movimento circular uniforme descreve 15 voltas por segundo em uma circunferência de 8,0 cm de raio. A sua velocidade angular, o seu período e a sua velocidade linear são, respectivamente:

- a) $20 \frac{rad}{s}$; $\frac{1}{15} s$; $280\pi cm/s$
- b) $30 \frac{rad}{s}$; $\frac{1}{10} s$; $160\pi cm/s$
- c) $30\pi \frac{rad}{s}$; $\frac{1}{15} s$; $240\pi cm/s$
- d) $60\pi \frac{rad}{s}$; $15s$; $240\pi cm/s$
- e) $40\pi \frac{rad}{s}$; $15s$; $200\pi cm/s$

Q.3) Um automóvel se desloca em uma estrada horizontal com velocidade constante de modo tal que os seus pneus rolam sem qualquer deslizamento na pista. Cada pneu tem diâmetro $D = 0,50m$, e um medidor colocado em um deles registra uma frequência de 840 rpm. A velocidade do automóvel é de:

- a) $3\pi m/s$
- b) $4\pi m/s$
- c) $5\pi m/s$
- d) $6\pi m/s$
- e) $7\pi m/s$

Q.4) A distância média entre o Sol e a Terra é de cerca de 150 milhões de quilômetros. Assim, a velocidade média de translação da Terra em relação ao Sol é, aproximadamente, de:

- a) 3 km/s
- b) 30 km/s
- c) 300 km/s
- d) 3000 km/s
- e) 350 km/s

Q.5) Devido ao movimento de rotação da Terra, uma pessoa sentada sobre a linha do Equador tem velocidade escalar, em relação ao centro da Terra, igual a: (Adote: Raio equatorial da Terra = 6.300 km e $\pi = 22/7$)

- a) 2.250 km/h
- b) 1.650 km/h
- c) 1.300 km/h
- d) 980 km/h
- e) 460 km/h

Q.6) O tacômetro é o equipamento que mede o giro do motor de um carro e mostra, em tempo real para o motorista, o número de giros por minuto. Determine a frequência em hertz e o período em segundos para o motor de um carro cujo tacômetro indica 3000 rpm.

- a) 50 Hz e $2 \cdot 10^{-2} s$
- b) 80 Hz e $1,5 \cdot 10^{-2} s$
- c) 45 Hz e $2,5 \cdot 10^{-2} s$
- d) 55 Hz e $2,5 \cdot 10^{-2} s$
- e) 60 Hz e $2 \cdot 10^{-2} s$

Q.7) A respeito do período e da frequência no movimento circular uniforme (MCU), indique o que for correto.

- a) O período é diretamente proporcional à frequência de giro de um corpo em MCU.
- b) Sabendo que o período de giro do ponteiro dos minutos é de 1 min, podemos dizer que a sua frequência será, aproximadamente, de 0,017 Hz.
- c) Se a frequência do ponteiro dos segundos é de 1 min, podemos calcular a sua frequência aproximada como de 0,017 Hz.
- d) A frequência é diretamente proporcional ao período.
- e) Um corpo de giro com frequência de 20 Hz possui período igual a 0,02 s.

Q.8) Marque a alternativa que indica o período de revolução de um satélite geoestacionário.

- a) 48h
- b) 12h
- c) 72h
- d) 24h
- e) 10h

Q.9) O período de translação da lua ao redor da Terra corresponde a 28 dias, sendo assim, determine a porcentagem diária aproximada da translação da lua.

- a) 3,5 %
- b) 6,5 %
- c) 7,5 %
- d) 4,0 %
- e) 3,0 %

Q.10) Um corredor mantém em uma pista circular uma velocidade constante de 2 m/s e completa uma volta em 80 s. Determine a frequência de giro do corredor e o tamanho da pista circular.

- a) 0,00150 Hz e 180 m

- b) 0,0125 Hz e 170 m
- c) 0,0125 Hz e 160 m
- d) 0,0325 Hz e 180 m
- e) 0,0525 Hz e 160 m

Q.11) (UFPR 2012) Um ciclista movimenta-se com sua bicicleta em linha reta a uma velocidade constante de 18 km/h. O pneu, devidamente montado na roda, possui diâmetro igual a 70 cm. No centro da roda traseira, presa ao eixo, há uma roda dentada de diâmetro 7,0 cm. Junto ao pedal e preso ao seu eixo há outra roda dentada de diâmetro 20 cm. As duas rodas dentadas estão unidas por uma corrente. Não há deslizamento entre a corrente e as rodas dentadas. Supondo que o ciclista imprima aos pedais um movimento circular uniforme, assinale a alternativa correta para o número de voltas por minuto que ele impõe aos pedais durante esse movimento. Nesta questão, considere $\pi = 3$.

- a) 0,25 rpm
- b) 2,50 rpm
- c) 5,00 rpm
- d) 25,0 rpm
- e) 50,0 rpm

Q.12) Dois carros percorrem uma pista circular, de raio R, no mesmo sentido, com velocidades de módulos constantes e iguais a v e 3v. O tempo decorrido entre dois encontros sucessivos vale:

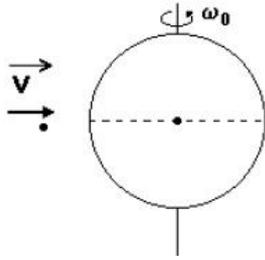
- a) $\frac{\pi R}{3v}$
- b) $\frac{2\pi R}{3v}$
- c) $\frac{\pi R}{v}$
- d) $\frac{2\pi R}{v}$
- e) $\frac{3\pi R}{v}$

Q.13) Uma serra circular possui 30 cm de diâmetro e opera com frequência máxima de 1200 rpm. Determine a velocidade linear de um ponto na extremidade da serra. (Adote: $\pi = 3$)

- a) 12 m/s
- b) 14 m/s
- c) 16 m/s
- d) 18 m/s
- e) 20 m/s

Questão suplementar...

Q.14) Uma esfera oca feita de papel tem diâmetro igual a 0,50m e gira com determinada frequência f_0 , conforme figura adiante. Um projétil é disparado numa direção que passa pelo equador da esfera, com velocidade $v = 500$ m/s. Observa-se que, devido à frequência de rotação da esfera, a bala sai pelo mesmo orifício feito pelo projétil quando penetra na esfera. A frequência f_0 da esfera é:



- a) 200 Hz
- b) 300 Hz
- c) 400 Hz
- d) 500 Hz
- e) 600 Hz

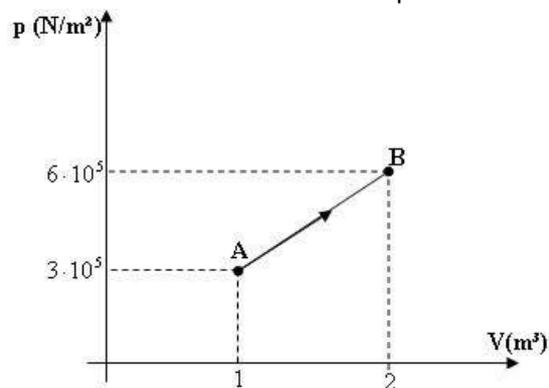
FIS II (Assunto – Termodinâmica)

Q.15) Qual a energia interna de 1,5 mols de um gás perfeito na temperatura de 20°C?
 Considere $R=8,31\text{J/mol.K}$

Q.16) Qual a energia interna de 3m^3 de gás ideal sob pressão de $0,5\text{atm}$?

Q.17) Quando são colocados 12 moles de um gás em um recipiente com êmbolo que mantém a pressão igual a da atmosfera, inicialmente ocupando 2m^3 . Ao empurrar-se o êmbolo, o volume ocupado passa a ser 1m^3 . Considerando a pressão atmosférica igual a 100000N/m^2 , qual é o trabalho realizado sob o gás?

Q.18) O gráfico abaixo ilustra uma transformação 100 moles de gás ideal monoatômico recebem do meio exterior uma quantidade de calor 1800000 J . Dado $R=8,32\text{ J/mol.K}$.



Determine:

- a) O trabalho realizado pelo gás
- b) A variação de energia interna do gás
- c) A temperatura do gás no estado A

Q.19) Certa máquina térmica recebe 500 J de calor e realiza um trabalho de 125 cal . Sendo $1\text{ cal} = 4\text{ J}$, marque a alternativa correta.

- a) Essa máquina contraria a primeira lei da Termodinâmica.
- b) A máquina não contraria a segunda lei da Termodinâmica.
- c) O rendimento dessa máquina é de 25%.
- d) A máquina não contraria a primeira lei da Termodinâmica, que trata sobre a conservação da energia.

e) Como o rendimento da máquina é de 25%, podemos afirmar que ela não contraria a primeira lei da Termodinâmica.

Q.20) Um motor de Carnot cujo reservatório à baixa temperatura está a $7,0^{\circ}\text{C}$ apresenta um rendimento de 30%. A variação de temperatura, em Kelvin, da fonte quente a fim de aumentarmos seu rendimento para 50% será de:

- a) 400
- b) 280
- c) 160
- d) 560
- e) Nda

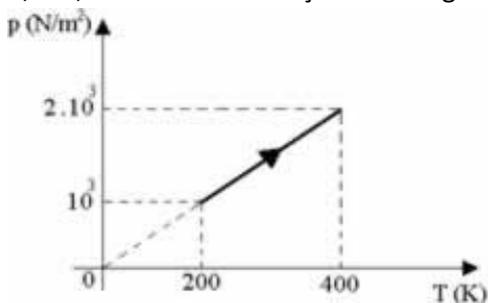
Q.21) A respeito da primeira lei da Termodinâmica, marque a alternativa incorreta:

- a) Em uma transformação isotérmica, a variação da energia interna é nula.
- b) A primeira lei da Termodinâmica trata da conservação da energia.
- c) Em uma transformação isocórica, não haverá realização de trabalho.
- d) Em uma transformação adiabática, o trabalho será realizado pelo gás quando a variação da energia interna é positiva.
- e) A primeira lei da Termodinâmica diz que o calor fornecido a um gás é igual à soma do trabalho realizado pelo gás e a sua variação da energia interna.

Q.22) (EsPCEX-012) Um gás ideal sofre uma compressão isobárica sob a pressão de $4 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$ e o seu volume diminui $0,2 \text{ m}^3$. Durante o processo, o gás perde $1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$ de calor. A variação da energia interna do gás foi de:

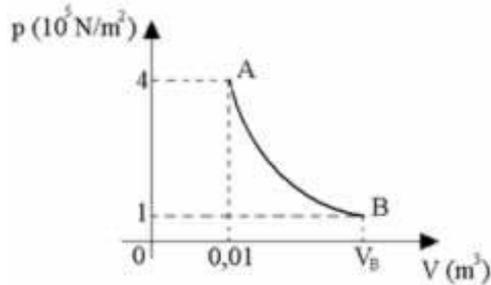
- a) $1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$
- b) $1,0 \cdot 10^3 \text{ J}$
- c) $-8,0 \cdot 10^3 \text{ J}$
- d) $-1,0 \cdot 10^3 \text{ J}$
- e) $-1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$

Q.23) Suponha que dois mols de um certo gás sofram uma transformação conforme mostra o gráfico abaixo da pressão vs. temperatura. Sendo a constante universal dos gases $R = 8,31 \text{ J/mol.K}$, o calor molar a volume constante $C_v = 4 \text{ cal/mol.K}$ e o equivalente mecânico $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$, determine a variação da energia interna e marque a alternativa correta.



- a) 8.866 J
- b) 4.433 J
- c) 6.975 J
- d) 3.500 J
- e) 6.688 J

Q.24) Uma determinada massa gasosa sofre uma transformação isotérmica, conforme o diagrama, e recebe do meio externo, em forma de calor, 2000 J. Dada a constante universal dos gases $R = 8,31 \text{ J/mol.K}$, determine respectivamente o *volume final*, a *variação da energia interna* e o *trabalho realizado* pelo gás e marque a alternativa correta.



- a) $0,04 \text{ m}^3$, 200 J, 100 J
- b) $0,04 \text{ m}^3$, 10 J, 5 J
- c) $0,04 \text{ m}^3$, 0 J, 3200 J
- d) $0,04 \text{ m}^3$, 0 J, 2000 J
- e) $0,04 \text{ m}^3$, 200 J, 200 J

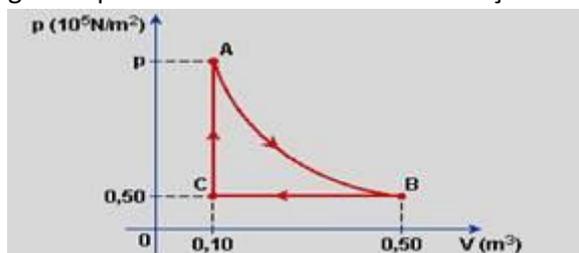
Q.25) (UFRN) Um sistema termodinâmico realiza um trabalho de 40 kcal quando recebe 30 kcal de calor. Nesse processo, a variação de energia interna desse sistema é de:

- a) -10kcal
- b) Zero
- c) 10kcal
- d) 20kcal
- e) 35kcal

Q.26) (FMPA-MG) Sobre um gás confinado em condições ideais podemos afirmar corretamente que:

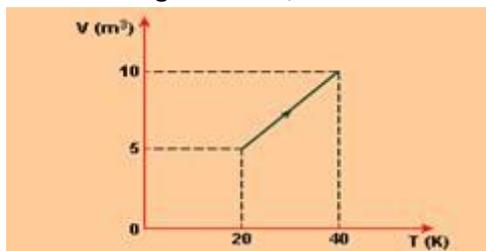
- a) numa compressão isotérmica o gás cede calor para o ambiente.
- b) aquecendo o gás a volume constante sua energia interna permanece constante.
- c) numa expansão adiabática, a temperatura do gás aumenta.
- d) numa expansão isobárica, a temperatura do gás diminui.
- e) quando o gás sofre transformações num ciclo, o trabalho resultante que ele realiza é nulo.

Q.27) (UFAL) Um gás sofre a transformação termodinâmica cíclica ABCA representada no gráfico $p \times V$. No trecho AB a transformação é isotérmica.



- a) A pressão no ponto A é $2,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$.
- b) No trecho AB o sistema não troca calor com a vizinhança.
- c) No trecho BC o trabalho é realizado pelo gás e vale $2,0 \times 10^4 \text{ J}$
- d) No trecho CA não há realização de trabalho.
- e) NDA.

Q.28) (UFRS-RS) Em uma transformação termodinâmica sofrida por uma amostra de gás ideal, o volume e a temperatura absoluta variam como indica o gráfico a seguir, enquanto a pressão se mantém igual a 20 N/m^2 .

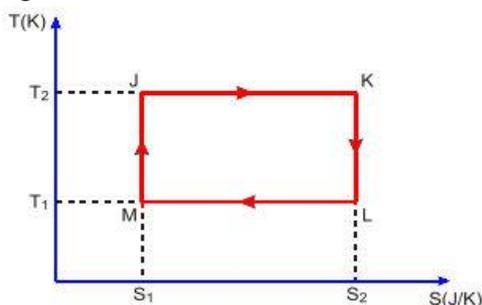


Sabendo-se que nessa transformação o gás absorve 250 J de calor, pode-se afirmar que a variação de sua energia interna é de

- a) 100 J
- b) 150 J
- c) 250 J
- d) 350 J
- e) 400 J

Questão complementar...

Q.29) (ITA) Uma máquina térmica opera segundo o ciclo JKLMJ mostrado no diagrama T-S da figura.



Pode-se afirmar que:

- a) processo JK corresponde a uma compressão isotérmica.
- b) o trabalho realizado pela máquina em um ciclo é $W = (T_2 - T_1)(S_2 - S_1)$.
- c) o rendimento da máquina é dado por $\eta = 1 - T_2/T_1$.
- d) durante o processo LM, uma quantidade de calor $Q_{LM} = T_1(S_2 - S_1)$ é absorvida pelo sistema.
- e) outra máquina térmica que opere entre T_2 e T_1 poderia eventualmente possuir um rendimento maior que a desta.

GABARITO – Lista 10

- Q.1) D
- Q.2) C
- Q.3) E
- Q.4) B
- Q.5) B
- Q.6) A
- Q.7) C
- Q.8) D
- Q.9) A

- Q.10) C
- Q.11) C
- Q.12) C
- Q.13) D
- Q.14) D
- Q.15) $U = 5,47 \text{ kJ}$
- Q.16) $U = 225 \text{ kJ}$
- Q.17) -100.000 J

- Q.18) a) $4,5 \cdot 10^5$ J b) $\Delta U = 13,5 \cdot 10^5$ J c) T = 361 K
 Q.19) D
 Q.20) C
 Q.21) D
 Q.22) B
 Q.23) E
 Q.24) D
 Q.25) C
 Q.26) A
 Q.27) A
 Q.28) B
 Q.29) B

QUADRO – RESUMO DOS ASSUNTOS

FIS I – MCU
$\omega = \text{velocidade angular} = 2\pi f$ (unidade SI: rad/s)
$v = \omega \cdot r$ (unidade SI: m/s)
$f = \text{frequência} = \frac{1}{T}$
$T = \text{período} = \frac{1}{f}$
<i>deslocamento linear</i> $= \Delta s = \Delta\phi \cdot r$ metros
<i>deslocamento angular</i> $= \Delta\phi = \frac{\Delta s}{r}$ rad
FIS II – TERMODINÂMICA
1ª Lei da Termodinâmica: $\Delta U = \tau - Q$
Trabalho = área abaixo do gráfico P x V
Quando a transformação é isobárica: P = constante
Trabalho $= \tau = P \cdot \Delta V$



CURSO PREPARATÓRIO CIDADE
LISTA 11



**Composição de Movimentos /Termodinâmica
/Resistores**

Professor: Gabriel

Aulas passadas:

- FIS I: Composição de Movimentos
- FIS II: Termodinâmica
- FIS III: Resistores

FIS I (Assunto – Composição de Movimentos)

Q.1) Um barco com motor a toda potência “sobe” um rio à velocidade de 8 m/s e “desce” o mesmo à velocidade de 12 m/s, ambas em relação à margem. Qual a velocidade da água do rio em relação à margem?

Q.2) A correnteza de um rio retilíneo e de margens paralelas tem velocidade de módulo 5,0 m/s em relação às margens. Um barco sai de uma das margens em direção à outra com velocidade de 12 m/s em relação à água, de modo que seu eixo fique sempre perpendicular à correnteza. Sabendo que a distância entre as margens é de 48 m, calcule:

- O módulo da velocidade do barco em relação às margens.
 - O tempo que o barco gasta para atingir a outra margem.
 - A distância percorrida pelo barco, rio abaixo.
 - A distância real percorrida pelo barco.
-

Q.3) Um pequeno avião precisa realizar um pouso em uma pista retilínea de comprimento igual a 800 m. Sabendo que ele irá enfrentar um vento lateral de velocidade igual a 18 km/h e que sua velocidade em relação ao vento vale 108 km/h. Responda:

- Qual é aproximadamente a velocidade do avião em relação ao solo?
 - Aproximadamente quanto tempo ele levaria para percorrer 500 m da pista com velocidade?
-

Q.4) Um homem caolho, de uma perna de pau e corintiano, bastante suspeito, corre o mais rápido que pode por uma esteira rolante, levando 2,5 s para ir de uma extremidade a outra. Os seguranças aparecem e o homem volta ao ponto de partida, correndo o mais rápido que pode, levando 10,0 s. Qual é a razão entre a velocidade do homem e a velocidade da esteira, de o valor aproximado?

Q.5) Um barco atravessa um rio seguindo a menor distância entre as margens, que são paralelas. Sabendo que a largura do rio é de 2,0 km, que a travessia é feita em 15 min e que a velocidade da correnteza é 6,0 km/h, podemos afirmar que a velocidade do barco em relação à água é de?

Q.6) Um pequeno avião precisa realizar uma viagem saindo de uma cidade **A** seguindo para o norte até uma cidade **B** com velocidade constante igual a 300 km/h. Contudo um vento perpendicular à trajetória atinge o avião durante todo o percurso com uma velocidade constante de 20 km/h. De acordo com as informações estabelecidas, qual foi a distância que o avião é arrastado pelo vento?

- $x = 270 \text{ km}$
 - $x = 112 \text{ km}$
 - $x = 120 \text{ km}$
 - $x = 300 \text{ km}$
 - $x = 200 \text{ km}$
-

FIS II (Assunto – Termodinâmica (continuação...))

Q.7) (CEFET - PR) O 2º princípio da Termodinâmica pode ser enunciado da seguinte forma: "**É impossível construir uma máquina térmica operando em ciclos, cujo único efeito seja retirar calor de uma fonte e convertê-lo integralmente em trabalho.**" Por extensão, esse princípio nos leva a concluir que:

- a) sempre se pode construir máquinas térmicas cujo rendimento seja 100%;
- b) qualquer máquina térmica necessita apenas de uma fonte quente;
- c) calor e trabalho não são grandezas homogêneas;
- d) qualquer máquina térmica retira calor de uma fonte quente e rejeita parte desse calor para uma fonte fria;
- e) somente com uma fonte fria, mantida sempre a 0°C, seria possível a uma certa máquina térmica converter integralmente calor em trabalho.

Q.8) (UNIVALI - SC) Uma máquina térmica opera segundo o ciclo de Carnot entre as temperaturas de 500K e 300K, recebendo 2 000J de calor da fonte quente. O calor rejeitado para a fonte fria e o trabalho realizado pela máquina, em joules, são, respectivamente:

- a) 500 e 1500
- b) 700 e 1300
- c) 1000 e 1000
- d) 1200 e 800
- e) 1400 e 600

Q.9) Uma máquina térmica cíclica recebe 5000 J de calor de uma fonte quente e realiza trabalho de 3500 J. Calcule o rendimento dessa máquina térmica.

Q.10) Uma máquina térmica recebe 800 J de calor de uma fonte quente, em uma temperatura de 400 K, e rejeita 300 J para uma fonte fria. Calcule a temperatura da fonte fria e o trabalho realizado pela máquina.

Q.11) (UFRS-RS) A cada ciclo, uma máquina térmica extrai 45 kJ de calor da sua fonte quente e descarrega 36 kJ de calor na sua fonte fria. O rendimento máximo que essa máquina pode ter é de:

- a) 20%
- b) 25%
- c) 75%
- d) 80%
- e) 100%

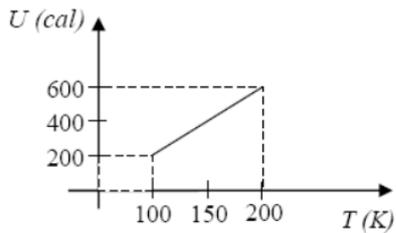
Q.12) Uma caixa cúbica metálica e hermeticamente fechada, de 4,0 cm de aresta, contém gás ideal à temperatura de 300 K à pressão de 1 atm. Qual a variação da força que atua em uma das paredes da caixa, em N, após o sistema ser aquecido para 330 K e estar em equilíbrio térmico? Despreze a dilatação térmica do metal.

Q.13) O calor específico molar de um gás é de 5 cal/molK. Supondo que ele sofra variações termodinâmicas isovolumétricas e que sua temperatura aumente de 20°C para 50°C, com um número de moles igual a 4, qual será a variação de energia interna do sistema?

- a) 30 cal
- b) 150 cal
- c) 600 cal
- d) 1800 cal
- e) 6000 cal

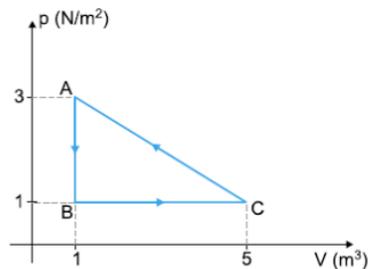
Q.14) O gráfico abaixo mostra como varia, em função da temperatura absoluta, a energia interna (U) de 1 mol de um gás ideal, de massa mola de 4g/mol, mantido a volume constante:

No intervalo mostrado, os valores do trabalho realizado pelo gás nesta transformação, da quantidade de calor que o gás absorveu e do calor específico (a volume constante, em cal/g°C) do gás são, respectivamente:



- a) 0, 400, 4
- b) 0, 400, 1
- c) 400, 0, 4
- d) -400, 400, 1

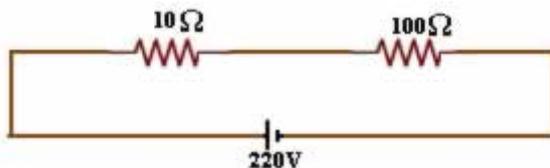
Q.15) Uma amostra de gás ideal sofre as transformações mostradas no diagrama pressão x volume, ilustrado a seguir. Observe-o bem e analise as afirmativas abaixo, apontando a opção correta:



- a) A transformação AB é isobárica e a transformação BC, isométrica.
- b) O trabalho feito pelo gás no ciclo ABCA é positivo.
- c) Na etapa AB, o gás sofre compressão, e na etapa BC, sofreu expansão.
- d) O trabalho realizado sobre o gás na etapa CA foi de 8J.
- e) A transformação CA é isotérmica.

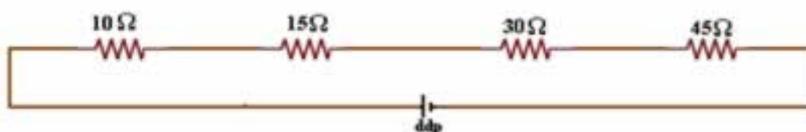
FIS III (Assunto – Resistores)

Q.16) (UE – MT) A diferença de potencial entre os extremos de uma associação em série de dois resistores de resistências $10\ \Omega$ e $100\ \Omega$ é 220V. Qual é a diferença de potencial entre os extremos do resistor de $10\ \Omega$?

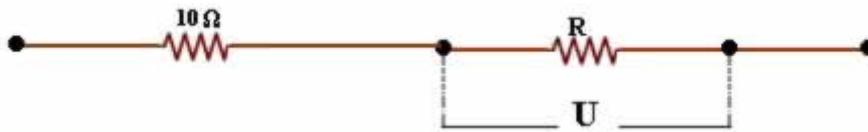


Q.17) (Fatec – SP) Dois resistores de resistência $R_1 = 5\ \Omega$ e $R_2 = 10\ \Omega$ são associados em série fazendo parte de um circuito elétrico. A tensão U_1 medida nos terminais de R_1 é igual a 100V. Nessas condições, determine a corrente que passa por R_2 e a tensão em seus terminais.

Q.18) No circuito abaixo temos a associação de quatro resistores em série sujeitos a uma determinada ddp. Determine o valor do resistor equivalente dessa associação.

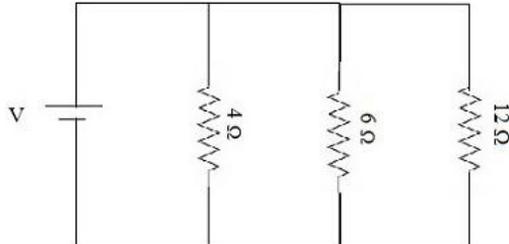


Q.19) A figura mostra dois resistores num trecho de um circuito.

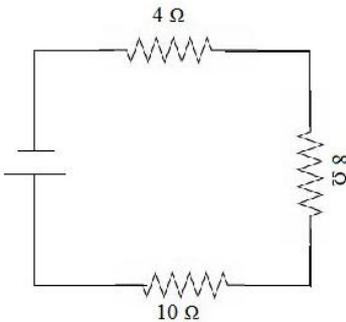


Sabendo que $i = 2\text{ A}$ e que U vale 100 V calcule a resistência R .

Q.20) Calcule a resistência equivalente do circuito a seguir:



Q.21) Calcule a resistência equivalente do circuito a seguir:



Q.22) (PUC-RIO 2010) Três resistores idênticos são colocados de tal modo que dois estão em série entre si e ao mesmo tempo em paralelo com o terceiro resistor. Dado que a resistência efetiva é de $2\ \Omega$, quanto vale a resistência de cada um destes resistores Ohms (Ω)?

- a) $100\ \Omega$
- b) $30\ \Omega$
- c) $1\ \Omega$
- d) $10\ \Omega$
- e) $3\ \Omega$

Q.23) (PUC-RIO 2010) Calcule a resistência do circuito formado por 10 resistores de $10\ \text{k}\Omega$, colocados todos em paralelo entre si, e em série com 2 resistores de $2\ \text{k}\Omega$, colocados em paralelo.

- a) $1\ \text{k}\Omega$
- b) $2\ \text{k}\Omega$
- c) $5\ \text{k}\Omega$
- d) $7\ \text{k}\Omega$
- e) $9\ \text{k}\Omega$

Q.24) (PUC-RIO 2009) Dois resistores são submetidos a um potencial de $12\ \text{V}$. Quando eles estão em série, a corrente medida é de $1,33\ \text{A} = \frac{4}{3}\ \text{A}$. Quando eles estão em paralelo, a corrente medida é de $5,4\ \text{A}$.

Os valores das resistências são:

- a) $4\ \text{e}\ 5\ \Omega$
- b) $4\ \text{e}\ 2\ \Omega$
- c) $7\ \text{e}\ 2\ \Omega$
- d) $5\ \text{e}\ 1\ \Omega$
- e) $4,5\ \text{e}\ 4,5\ \Omega$

GABARITO – Lista 11

Q.1) 2m/s

Q.2)

a. 13 m/s

b. 4s

c. 20m

d. 52m

Q.3) ..

a. 29,6 m/s ou 106,5 km/h

b. $t \cong 17s$

Q.4) $t \cong 1,7s$

Q.5) 10 km/h

Q.6) C

Q.7) D

Q.8) D

Q.9) $N = 70\%$

Q.10) $T_2 = 150K$ e $\tau = 500J$

Q.11) A

Q.12) 16N

Q.13) C

Q.14) B

Q.15) D

Q.16) $U=20V$

Q.17) 20A e 200V

Q.18) 100Ω

Q.19) 50Ω

Q.20) 2Ω

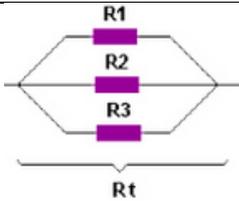
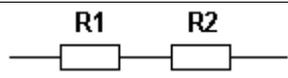
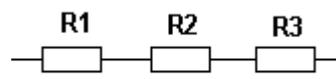
Q.21) 22Ω

Q.22) E

Q.23) B

Q.24) A

QUADRO – RESUMO DOS ASSUNTOS

FIS II – TERMODINÂMICA	
1ª Lei da Termodinâmica: $\Delta U = Q - \tau$	
Trabalho = área abaixo do gráfico P x V	
$U = \frac{3}{2}nRT$	
<i>Relação de Mayer</i> $\rightarrow C_p - C_v = R$	
Transformação isobárica	$P = \text{constante} \rightarrow \tau = p \cdot \Delta V$ $Q = nC_p \Delta T$ <i>onde C_p é o calor específico molar a pressão constante</i>
Transformação isotérmica	<i>temperatura constante</i> $\rightarrow \Delta U = 0.$ $Q = \tau$
Transformação isovolumétrica	<i>volume constante</i> $\rightarrow \tau = 0.$ $\Delta U = Q_{\text{recebido}} = n \cdot C_v \Delta T$ <i>onde C_v é o calor específico molar a volume constante</i>
transformação adiabática	$Q = 0 \rightarrow \Delta U = -\tau$
2ª Lei da Termodinâmica: A entropia só aumenta...	
MÁQUINAS TÉRMICAS	
Rendimento de 100% é impossível!	
$\eta = \frac{\tau_{\text{realizado}}}{Q_{\text{recebido}}} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$	
FIS III – RESISTORES	
Queda de tensão sobre um resistor	$U = R \cdot I$
Potência dissipada por um resistor	$P = R \cdot I^2$
RESISTÊNCIA EQUIVALENTE	
 $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	 ex 1: $R_T = R_1 + R_2$  ex 2: $R_T = R_1 + R_2 + R_3$
Resistências em paralelo	Resistências em série

Aulas passadas:

- FIS I: Exercícios de revisão
- FIS II: Princípios da Óptica Geométrica
- FIS III: Exercícios de revisão

FIS I (Assunto –Exercícios de revisão)

Q.1) Um trem suburbano trafega 75% da distância entre duas estações à velocidade média de 50km/h. O restante é feito à velocidade média de V km/h. Se a velocidade média, entre as estações, é de 40 km/h, o valor de V é:

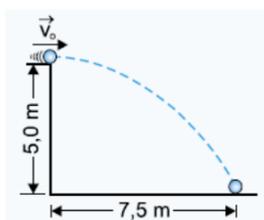
- a) 25 km/h
- b) 18 km/h
- c) 32 km/h
- d) 45 km/h
- e) 15 km/h

Q.2) Durante um nevoeiro, um navegador recebe dois sinais expedidos simultaneamente por um ponto da costa, um deles através do ar e o outro através da água. Entre as recepções dos dois sons, decorre um intervalo de 5s. A velocidade do som, nas condições da experiência, tem valor de 330 m/s e 1320 m/s respectivamente no ar e água. Pede-se a distância entre o barco e o posto emissor dos sinais.

Q.3) Um projétil é lançado segundo um ângulo de 30° com a horizontal, com uma velocidade de 200 m/s. Supondo a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e desprezando a resistência do ar, o intervalo de tempo entre as passagens do projétil pelos pontos de altura 480m acima do ponto de lançamento, em segundos, é: (dados: $\text{sen}(30^\circ) = 0,50$ e $\text{cos}(30^\circ) = 0,87$)

- a) 2,0
- b) 4,0
- c) 6,0
- d) 8,0
- e) 12,0

Q.4) Uma pequena esfera, lançada com velocidade horizontal v_0 do parapeito de uma janela a 5,0 m do solo, cai num ponto a 7,5 m da parede. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando a resistência do ar, calcule:



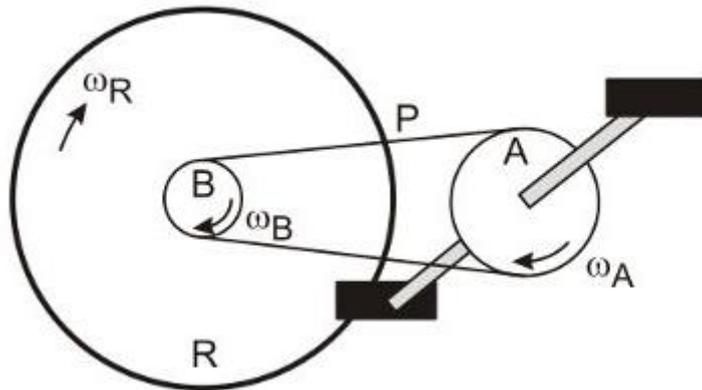
- a) O módulo de v_0
- b) O módulo da velocidade com que a esfera atinge o solo.

Q.5) O gato consegue sair ileso de muitas quedas. Suponha que a maior velocidade com a qual ele pode atingir o solo sem se machucar seja de 8 m/s. Então, desprezando a resistência do ar, qual a altura máxima de queda para que o gato nada sofra?

Q.6) Devido ao movimento de rotação da Terra, uma pessoa sentada sobre a linha do Equador tem velocidade escalar, em relação ao centro da Terra, igual a: (adote: Raio equatorial da Terra = 6.300km e $\pi = \frac{22}{7}$)

- a) 2.250 km/h
- b) 1.650 km/h
- c) 1.300 km/h
- d) 980 km/h
- e) 460 km/h

Q.7) (UFRGS) A figura apresenta esquematicamente o sistema de transmissão de uma bicicleta convencional.



Na bicicleta, a coroa A conecta-se à catraca B por meio da correia P. Por sua vez, B é ligada à roda traseira R, girando com ela quando o ciclista está pedalando. Nessa situação, supondo que a bicicleta se move sem deslizar, as magnitudes das velocidades angulares, ω_A , ω_B e ω_R , são tais que

- a) $\omega_a < \omega_b = \omega_R$
- b) $\omega_a = \omega_b < \omega_R$
- c) $\omega_a = \omega_b = \omega_R$
- d) $\omega_a < \omega_b < \omega_R$
- e) $\omega_a > \omega_b > \omega_R$

FIS II (Assunto – Óptica Geométrica)

Q.8) Um edifício projeta no solo uma sombra de 40 m. No mesmo instante, um observador toma uma haste vertical de 20 cm e nota que sua sombra mede 80 cm. Qual a altura do edifício?

Q.9) Entre uma fonte pontual e um anteparo coloca-se um objeto opaco de forma quadrada de área 0,09 m². A fonte e o centro da placa estão numa mesma reta que, por sua vez, é perpendicular ao anteparo. O objeto encontra-se a 1,50 m da fonte e a 3,00 m do anteparo. A área da sombra do objeto, produzida no anteparo, em m², é:

- a) 0,18
- b) 0,36
- c) 0,81
- d) 0,54
- e) 0,60

Q.10) Uma sala tem uma parede espelhada. Uma pessoa corre em direção à parede, perpendicularmente a ela, com velocidade 1,2 m/s. A velocidade com que a imagem se aproxima da pessoa tem valor:

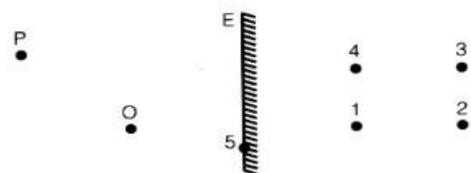
- a) 4,8 m/s
- b) 2,4 m/s
- c) 1,2 m/s
- d) 0,6 m/s
- e) Zero

Q.11) A imagem focada de uma árvore numa câmara escura dista 50 mm do orifício e tem uma altura de 20 mm. A árvore está a uma distância de 15 m do orifício. Qual a altura da árvore?

- a) 2 m
- b) 4 m
- c) 6 m
- d) 8 m
- e) 10 m

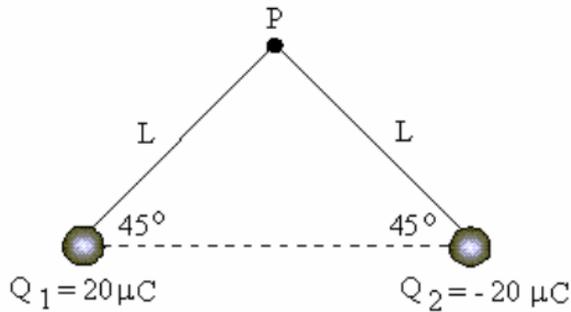
Q.12) Um observador P se encontra em frente a um espelho plano E. Sendo O um objeto fixo, para que posição deve olhar o observador para ver a imagem de O?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5



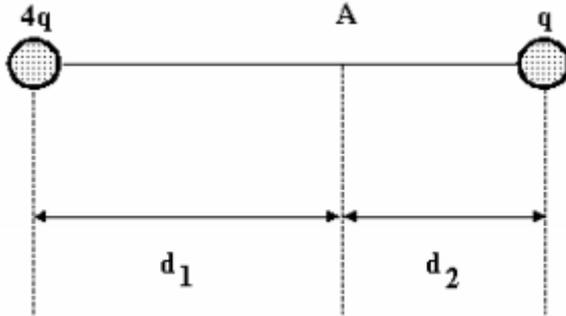
FIS III (Assunto – Exercícios de revisão)

Q.13) Devido à presença das cargas elétricas Q_1 e Q_2 , o vetor campo elétrico resultante no ponto P da figura a seguir é melhor representada pela alternativa:



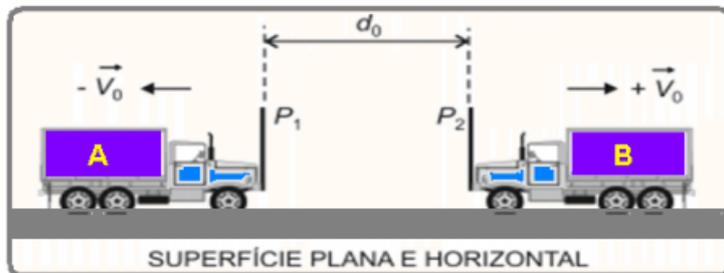
- a) b) c) d) e)

Q.14) Sabendo-se que o vetor campo-elétrico no ponto A é nulo, a relação entre d_1 e d_2 é:

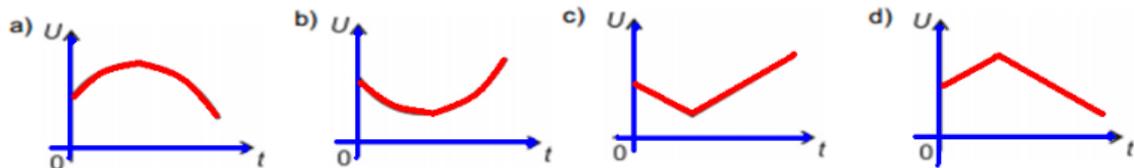


- a) $\frac{d_1}{d_2} = 4$
 b) $\frac{d_1}{d_2} = 2$
 c) $\frac{d_1}{d_2} = 1$
 d) $\frac{d_1}{d_2} = 1/2$
 e) $\frac{d_1}{d_2} = 1/4$

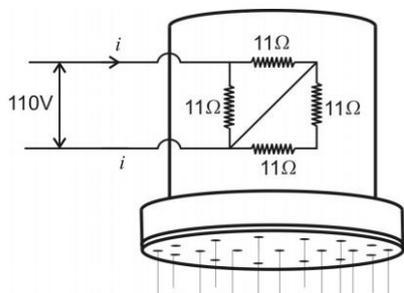
Q.15) (AFA 2015) Duas grandes placas metálicas idênticas, P1 e P2, são fixadas na face dianteira de dois carrinhos, de mesma massa, A e B. Essas duas placas são carregadas eletricamente, constituindo, assim, um capacitor plano de placas paralelas. Lançam-se, simultaneamente, em sentidos opostos, os carrinhos A e B, conforme indicado na figura abaixo.



Desprezadas quaisquer resistências ao movimento do sistema e considerando que as placas estão eletricamente isoladas, o gráfico que melhor representa a ddp, U, no capacitor, em função do tempo t, contado a partir do lançamento é:



Q.16) (AFA 2015) Em um chuveiro elétrico, submetido a uma tensão elétrica constante de 110 V, são



dispostas quatro resistências ôhmicas, conforme figura abaixo.

Faz-se passar pelas resistências um fluxo de água, a uma mesma temperatura, com uma vazão constante de 1,32 litros por minuto.

Considere que a água tenha densidade de $1,0 \text{ g/cm}^3$ e calor específico de $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, que $1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$ e que toda energia elétrica fornecida ao chuveiro seja convertida em calor para aquecer, homoganeamente, a água. Nessas condições, a variação de temperatura da água, em $^\circ\text{C}$, ao passar pelas resistências é:

- a) 25
- b) 28
- c) 30
- d) 35

GABARITO – Lista 12

- | | |
|-----------------------------|---------|
| Q.1) A | Q.11) C |
| Q.2) 2.200m | Q.12) A |
| Q.3) B | Q.13) E |
| Q.4) a) 7,5 m/s b) 12,5 m/s | Q.14) B |
| Q.5) 3,2m | Q.15) A |
| Q.6) B | Q.16) A |
| Q.7) A | |
| Q.8) 10m | |
| Q.9) C | |
| Q.10) B | |

Aulas passadas:

- FIS I: Leis de Newton
- FIS II: Princípios da Óptica Geométrica

FIS I (Assunto –Leis de Newton)

Q.1) (Cefet-MG) Um veículo segue em uma estrada horizontal e retilínea e o seu velocímetro registra um valor constante. Referindo-se a essa situação, assinale (V) para as afirmativas verdadeiras ou (F) para as falsas.

- () A aceleração do veículo é nula.
- () A resultante das forças que atuam sobre o veículo é nula.
- () A força resultante que atua sobre o veículo tem o mesmo sentido do vetor velocidade.

A sequência correta encontrada é

- a) V F F.
- b) F V F.
- c) V V F.
- d) V F V.

Q.2) O peso de um objeto na lua é de 48 N. Determine o peso desse objeto na Terra.

Dados: Gravidade da Terra = 10 m/s^2 ;
Gravidade da lua = $1,6 \text{ m/s}^2$.

- a) 350N
- b) 300N
- c) 200N
- d) 150N
- e) 50N

Q.3) Marque a alternativa correta a respeito da Terceira lei de Newton.

- a) A força normal é a reação da força peso.
- b) Ação e reação são pares de forças com sentidos iguais e direções opostas.
- c) A força de ação é sempre maior que a reação.
- d) Toda ação corresponde a uma reação de mesma intensidade e sentido.
- e) Toda ação corresponde a uma reação de mesma intensidade, mas sentido oposto.

Q.4) Em um acidente, um carro de 1200 kg e velocidade de 162 Km/h chocou-se com um muro e gastou 0,3 s para parar. Marque a alternativa que indica a comparação correta entre o peso do carro e a força, considerada constante, que atua sobre o veículo em virtude da colisão.

- a) 10 vezes menor
- b) 10 vezes maior
- c) 15 vezes menor
- d) 20 vezes maior
- e) 25 vezes menor

Q.5) Sobre um corpo de massa igual a 20 kg atuam duas forças de mesma direção e sentidos opostos que correspondem a 60 N e 20 N.

Determine a aceleração em que esse objeto movimenta-se.

- a) 1 m/s^2
- b) 2 m/s^2
- c) 4 m/s^2
- d) 6 m/s^2
- e) 8 m/s^2

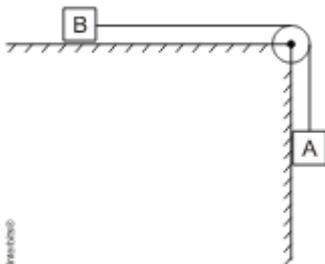
Q.6) Um corpo de massa m é submetido a uma força resultante de módulo F , adquirindo aceleração a . A força resultante que se deve aplicar a um corpo de massa $m/2$ para que ele adquira aceleração $4a$ deve ter módulo:

- a) $F/2$
- b) F
- c) $2F$
- d) $4F$
- e) $8F$

Q.7) (ESPCEX 2012) Um elevador possui massa de 1500kg . Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , a tração no cabo do elevador, quando ele sobe vazio, com uma aceleração de 3 m/s^2 , é de:

- a) 4500N
- b) 6000N
- c) 15500N
- d) 17000N
- e) 19500N

Q.8) Na figura, os blocos A e B, com massas iguais a 5 e 20 kg , respectivamente, são ligados por meio de um cordão inextensível.

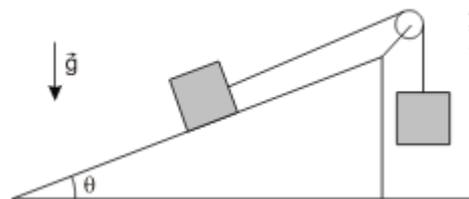


Desprezando-se as massas do cordão e da roldana e qualquer tipo de atrito, a aceleração do bloco A, em m/s^2 , é igual a:

- a) $1,0$
- b) $2,0$
- c) $3,0$
- d) $4,0$
- e) $5,0$

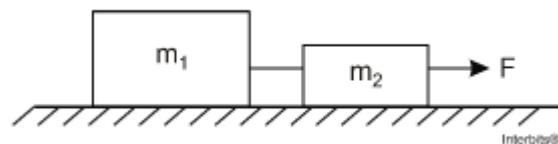
Q.9) Dois blocos idênticos, de peso 10N , cada, encontram-se em repouso, como mostrado na figura a seguir. O plano inclinado faz um ângulo $\theta = 37^\circ$ com a horizontal, tal que são considerados $\text{sen}(37^\circ) = 0,6$ e $\text{cos}(37^\circ) = 0,8$.

Sabe-se que os respectivos coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco e o plano inclinado valem $\mu_e = 0,75$ e $\mu_c = 0,25$. O fio ideal passa sem atrito pela polia. Qual é o módulo da força de atrito entre o bloco e o plano inclinado?



- a) 1N
- b) 4N
- c) 7N
- d) 10N
- e) 13N

Q.10) Dois blocos, de massas $m_1 = 3,0\text{kg}$ e $m_2 = 1,0\text{kg}$, ligados por um fio inextensível, podem deslizar sem atrito sobre um plano horizontal. Esses blocos são puxados por uma força horizontal F de módulo $F = 6\text{N}$, conforme a figura a seguir.



A tensão no fio que liga os dois blocos é:

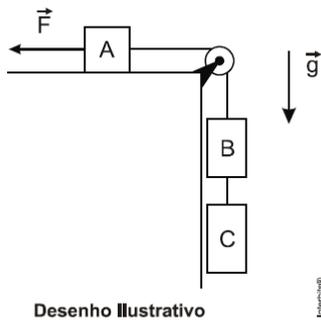
- a) Zero
- b) $2,0\text{N}$
- c) $3,0\text{N}$
- d) $4,5\text{N}$
- e) $6,0\text{N}$

Q.11) Um para-quedista salta de um avião e cai em queda livre até sua velocidade de queda se tornar constante.

Podemos afirmar que a força total atuando sobre o para-quedista após sua velocidade se tornar constante é:

- a) Vertical e para baixo
- b) Vertical e para cima
- c) Nula
- d) Horizontal e para a direita

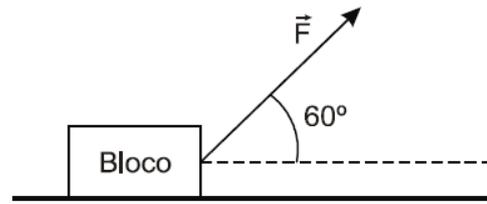
Q.12) (ESPCEX 2011) Três blocos A, B e C de massas 4kg, 6kg e 8kg, respectivamente, são dispostos, conforme representado no desenho abaixo, em um local onde a aceleração da gravidade g vale 10 m/s^2 .



Desprezando todas as forças de atrito e considerando ideais as polias e os fios, a intensidade da força horizontal F que deve ser aplicada ao bloco A, para que o bloco C suba verticalmente com uma aceleração constante de 2 m/s^2 , é de:

- a) 100 N
- b) 112 N
- c) 124 N
- d) 140 N
- e) 176 N

Q.13) (ESPCEX 2012) Uma força constante F de intensidade 25N atua sobre um bloco e faz com que ele sofra um deslocamento horizontal. A direção da força forma um ângulo de 60° com a direção do deslocamento. Desprezando todos os atritos, a força faz o bloco percorrer uma distância de 20m em 5s.

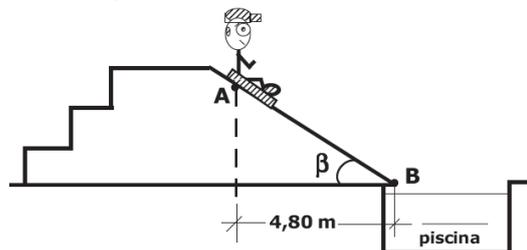


A potência desenvolvida pela força é:
 Dados: $\text{sen}(60^\circ) = 0,87$ e $\text{cos}(60^\circ) = 0,50$

- a) 87 W
- b) 50 W
- c) 37 W
- d) 13 W
- e) 10 W

Q.14) (ESPCEX 2014 - adaptada) Em um parque aquático, um menino encontra-se sentado sobre uma prancha e desce uma rampa inclinada que termina em uma piscina no ponto B, conforme figura abaixo. O conjunto menino-prancha possui massa de 60kg, e parte do repouso do ponto A da rampa. O coeficiente de atrito cinético entre a prancha e a rampa vale 0,25 e β é o ângulo entre a horizontal e o plano da rampa. Desprezando a resistência do ar, qual o tempo transcorrido até a queda na piscina?

Dados: intensidade da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\text{cos}\beta = 0,8$ e $\text{sen}\beta = 0,6$



desenho ilustrativo-fora de escala

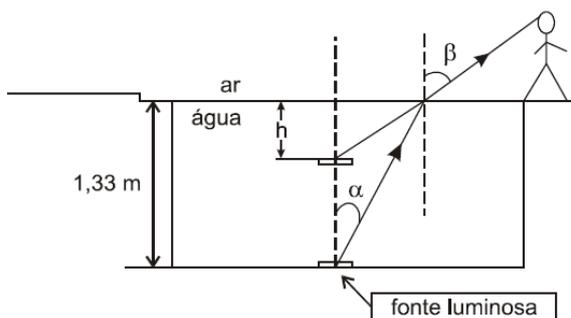
- a) $\sqrt{3} \text{ s}$
- b) $\sqrt{2} \text{ s}$
- c) $2\sqrt{3} \text{ s}$
- d) 1 s
- e) 1,2 s

FIS II (Assunto – Princípios da Óptica Geométrica)

Q.15) Um objeto vertical de 1,8m de altura é colocado a 2,0m de distância de um espelho plano vertical de 1,2m de altura, obtendo-se uma imagem de altura H. Se o objeto afastar-se do espelho, para uma nova distância igual a 6,0m do espelho, a imagem terá a altura H'. Para essa situação é correto afirmar que:

- a) $H = H' = 1,2\text{m}$
- b) $H = H' = 1,8\text{m}$
- c) $H = 1,8\text{m}$ e $H' = 0,6\text{m}$
- d) $H = 1,2\text{m}$ e $H' = 0,4\text{m}$
- e) Não haverá formação de imagem do objeto com o espelho citado

Q.16) (ESPCEX 2014) Uma fonte luminosa está fixada no fundo de uma piscina de profundidade igual a 1,33m. Uma pessoa na borda da piscina observa um feixe luminoso monocromático, emitido pela fonte, que forma um pequeno ângulo α com a normal da superfície da água, e que, depois de refratado, forma um pequeno ângulo β com a normal da superfície da água, conforme o desenho.



desenho ilustrativo - fora de escala

A profundidade aparente "h" da fonte luminosa vista pela pessoa é de:

Dados: sendo os ângulos α e β pequenos, considere $tg(\alpha) \cong sen(\alpha)$ e $tg(\beta) \cong sen(\beta)$.

Índice de refração da água: $n_{\text{água}} = 1,33$

Índice de refração do ar: $n_{\text{ar}} = 1$

- a) 0,80m
- b) 1,00m
- c) 1,10m
- d) 1,20m
- e) 1,33m

Gabarito - Lista 13

- Q.1) C
- Q.2) B
- Q.3) E
- Q.4) C
- Q.5) B
- Q.6) C
- Q.7) E
- Q.8) B
- Q.9) B
- Q.10) D
- Q.11) C
- Q.12) E
- Q.13) B
- Q.14) B
- Q.15) B
- Q.16) B

Aulas passadas:

- FIS I: Forças de Atrito
- FIS III: Geradores Elétricos

FIS I (Assunto –Forças de Atrito)

Q.1) Uma corda de massa desprezível pode suportar uma força tensora máxima de 200N sem se romper. Um garoto puxa, por meio desta corda esticada horizontalmente, uma caixa de 500N de peso ao longo de piso horizontal. Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre a caixa e o piso é 0,20 e, além disso, considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , determine:

- a) a massa da caixa;
- b) a intensidade da força de atrito cinético entre a caixa e o piso;
- c) a máxima aceleração que se pode imprimir à caixa.

Q.2) Um caminhão transporta um bloco de ferro de 3toneladas, trafegando horizontalmente e em linha reta, com velocidade constante. O motorista vê o sinal (semáforo) ficar vermelho e aciona os freios, aplicando uma desaceleração constante de valor $3,0 \text{ m/s}^2$. O bloco não escorrega. O coeficiente de atrito estático entre o bloco e a carroceria é 0,40. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) Qual a intensidade da força de atrito que a carroceria aplica sobre o bloco, durante a desaceleração?
- b) Qual é a máxima desaceleração que o caminhão pode ter para o bloco não escorregar?

Q.3) Um bloco de madeira pesa $2,0 \cdot 10^3 \text{ N}$. Para deslocá-lo sobre uma mesa horizontal, com velocidade constante, é necessário aplicar uma força horizontal de intensidade $1,0 \cdot 10^2 \text{ N}$. O coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco e a mesa vale:

- a) $5,0 \cdot 10^{-2}$
- b) $1,0 \cdot 10^{-1}$
- c) $2,0 \cdot 10^{-3}$
- d) $2,5 \cdot 10^{-1}$
- e) $5,0 \cdot 10^{-1}$

Q.4) Um bloco de massa 20 kg é puxado horizontalmente por um barbante. O coeficiente de atrito entre o bloco e o plano horizontal de apoio é 0,25. Adota-se $g = 10 \text{ m/s}^2$. Sabendo que o bloco tem aceleração de módulo igual a $2,0 \text{ m/s}^2$, concluímos que a força de atração no barbante tem intensidade igual a:

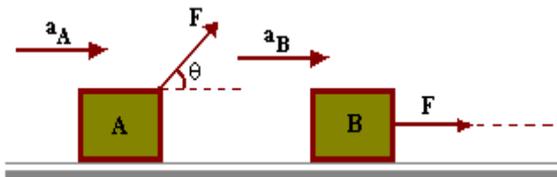
- a) 40 N
- b) 50 N
- c) 60 N
- d) 70 N
- e) 90 N

Q.5) No asfalto seco de nossas estradas o coeficiente de atrito estático entre o chão e os pneus novos de um carro vale 0,80. Considere um carro com tração apenas nas rodas dianteiras. Para este carro em movimento, em uma estrada plana e horizontal, 60% do peso total (carro + passageiros) está distribuído nas rodas dianteiras. Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$ e não considerando o efeito do ar, a máxima aceleração que a força de atrito pode proporcionar ao carro é de:

- a) 10 m/s^2

- b) $8,0 \text{ m/s}^2$
- c) $6,0 \text{ m/s}^2$
- d) $4,8 \text{ m/s}^2$
- e) $0,48 \text{ m/s}^2$

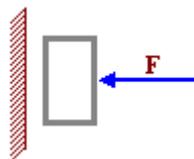
Q.6) Nos dois esquemas da figura temos dois blocos idênticos A e B sobre um plano horizontal com atrito. O coeficiente de atrito entre os blocos e o plano de apoio vale 0,50. As dois blocos são aplicadas forças constantes, de mesma intensidade F , com as inclinações indicadas, onde $\cos \theta = 0,60$ e $\sin \theta = 0,80$. Não se considera efeito do ar.



Os dois blocos vão ser acelerados ao longo do plano e os módulos de suas acelerações são a_A e a_B . Assinale a opção correta:

- a) $a_A = a_B$
- b) $a_A > a_B$
- c) $a_A < a_B$
- d) *nao podemos comparar a_A e a_B porque não conhecemos o valor de F*
- e) *nao podemos comparar a_A e a_B porque não conhecemos os pesos dos blocos*

Q.7) O coeficiente de atrito estático entre o bloco e a parede vertical, mostrados na figura abaixo, é 0,25. O bloco pesa 100N. O menor valor da força F para que o bloco permaneça em repouso é:



- a) 200 N
- b) 300 N
- c) 350 N
- d) 400 N
- e) 550 N

Q.8) (AMAN) Um bloco de $1,0\text{kg}$ está sobre outro de $4,0\text{kg}$ que repousa sobre uma mesa lisa. Os coeficientes de atrito estático e cinemático entre os blocos valem 0,60 e 0,40. A força F aplicada ao bloco de $4,0\text{kg}$ é de 25N e a aceleração da gravidade no local é aproximadamente igual a 10 m/s^2 . A aceleração da gravidade é aproximadamente igual a 10 m/s^2 . A força de atrito que atua sobre o bloco de $4,0\text{kg}$ tem intensidade de:



- a) 5,0 N
- b) 4,0 N
- c) 3,0 N
- d) 2,0 N
- e) 1,0 N

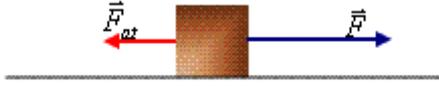
Q.9) Um trator se desloca em uma estrada, da esquerda para a direita, com movimento acelerado. O sentido das forças de atrito que a estrada faz sobre as rodas do carro é indicado na figura a seguir:



É correto afirmar que:

- a) o trator tem tração nas quatro rodas;
- b) o trator tem tração traseira;
- c) o trator tem tração dianteira;
- d) o trator está com o motor desligado;
- e) a situação apresentada é impossível de acontecer.

Q.10) Qual o coeficiente de atrito de um bloco de 10kg que alcança 2m/s em um deslocamento de 10m, partindo do repouso? Sendo que a força que é aplicada a ele é 10N.



FIS III (Assunto – Geradores Elétricos)

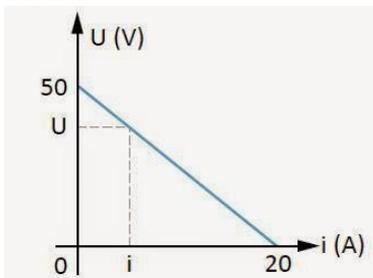
Q.11) Um gerador de força eletromotriz $\epsilon = 9,0 \text{ V}$ e resistência interna $r = 1,0 \Omega$ está em funcionamento e a intensidade de corrente elétrica que o atravessa é 2,0 A. Nessas condições, determine:

- a) A ddp nos extremos do gerador
- b) As potências total, útil e dissipada

Q.12) Sendo a força eletromotriz de uma bateria igual a 15 V:

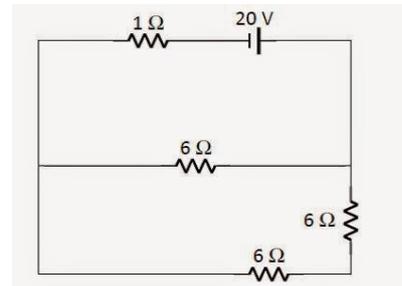
- a) a corrente fornecida pela bateria é de 15 A.
- b) a resistência interna é de 15 Ω .
- c) a potência fornecida pela bateria para o circuito externo é de 15 W.
- d) é necessária uma força de intensidade igual a 15 N para cada 1 C de carga que atravessa a bateria.
- e) a energia química que se transforma em energia elétrica é de 15 J para cada 1 C de carga que atravessa a bateria.

Q.13) Para os valores de U e i indicados no gráfico, o gerador apresenta um rendimento de 80%. Calcule os valores de U e i.



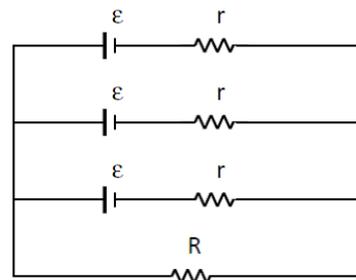
Q.14) O circuito abaixo é constituído por uma fonte (gerador) real de resistência interna 1Ω e três resistores

de 6Ω conforme mostrado na figura abaixo.



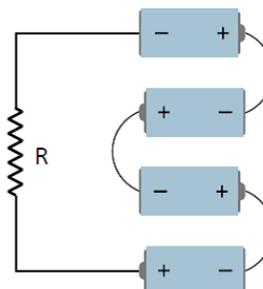
- a) Qual a intensidade da corrente elétrica no circuito?
- b) Qual a diferença de potencial nos extremos do gerador?

Q.15) Três geradores iguais (1,5 V e 3,0 Ω) são associados e ligados a um resistor $R = 19\Omega$, conforme a figura abaixo:



- a) Qual a intensidade da corrente elétrica no resistor $R = 19\Omega$?
- b) Qual a intensidade da corrente elétrica em cada gerador do circuito acima?

Q.16) Quatro pilhas de 1,5 volt cada estão ligadas a uma resistência R de 16 Ω , como mostra a figura. Sabendo que cada pilha apresenta uma resistência interna de 2,0 Ω , qual a diferença de potencial, em volts, sobre a resistência R?



Gabarito - Lista 04

Q.1) a) 50 kg b) 100 N c) 2,0 m/s²

Q.2) a) 9,0 kN b) 4,0 m/s²

Q.3) A

Q.4) E

Q.5) D

Q.6) A

Q.7) A

Q.8) C

Q.9) C

Q.10) 0,08

Q.11) a) $U = 7 \text{ V}$

b) $P_{Total} = 18 \text{ W}$, $P_{\acute{u}til} = 14 \text{ W}$ e $P_{Diss} = 4 \text{ W}$

Q.12) E

Q.13) $U = 40 \text{ V}$ e $i = 4 \text{ A}$

Q.14) a) $i = 4 \text{ A}$ b) $U = 16 \text{ V}$

Q.15) a) $i = 0,075 \text{ A}$ b) $i = 0,025 \text{ A}$

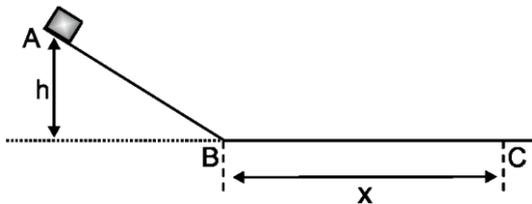
Q.16) $U = 4 \text{ V}$

Aulas passadas:

- FIS I: Trabalho e Energia
- FIS II: Espelhos esféricos
- FIS III: Magnetismo

FIS I (Assunto –Trabalho e Energia)

Q.1) Uma caixa de massa m é abandonada do repouso, do topo do plano inclinado liso da figura. Essa caixa passa pelo ponto B e, devido ao atrito existente no trecho horizontal, para no ponto C.



- a) $\mu = x/h$
- b) $\mu = h/x$
- c) $\mu = 2h/x$
- d) $\mu = x/h^2$
- e) $\mu = 2x/h$

Q.2) Imagine a seguinte situação: um operário da construção civil precisa carregar um saco de cimento de 50 kg. Ele levanta esse saco de cimento e se desloca por 20 metros na horizontal. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$. Calcule o trabalho realizado pela força do operário sobre o cimento.

- a) 1000 J
- b) 2500 J
- c) 0 J
- d) 10000 J
- e) 50 J

Q.3) Um objeto de massa 5 kg é deixado cair de uma determinada altura. Ele chega ao solo com energia cinética igual 2000 J. Determine a altura que o objeto foi abandonado. Despreze o atrito com o ar e considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Q.4) Um objeto de massa igual a 10 kg movimentava-se com velocidade de 2 m/s. Por causa da ação de uma força constante, esse objeto tem a sua velocidade reduzida pela metade. Determine o módulo do trabalho realizado por essa força.

- a) 5 J
- b) 10 J
- c) 15 J
- d) 20 J
- e) 25 J

Q.5) Qual é a variação da energia cinética de um objeto de massa m que se encontra sobre um plano horizontal quando sobre ele for aplicada uma força de intensidade 50 N que forma um ângulo de 60° com a horizontal e arrasta-o por 5 m ?

- a) 155 J
- b) 220 J
- c) 350 J
- d) 125 J
- e) 555 J

FIS II (Assunto – Espelhos Esféricos)

Q.6) Um objeto de altura O é colocado perpendicularmente ao eixo principal de um espelho esférico côncavo. Estando o objeto no infinito, a imagem desse objeto será:

- a) Real, localizada no foco;
- b) Real e de mesmo tamanho do objeto
- c) Real, maior do que o tamanho do objeto
- d) Virtual e de mesmo tamanho do objeto
- e) Virtual, menor do que o tamanho do objeto

Q.7) Diante de um espelho esférico côncavo coloca-se um objeto real no ponto médio do segmento definido pelo foco principal e pelo centro de curvatura. Se o raio de curvatura desse espelho é de $2,4\text{ m}$, a distância entre o objeto e sua imagem conjugada é de:

- a) $0,60\text{ m}$
- b) $1,20\text{ m}$
- c) $1,80\text{ m}$
- d) $2,40\text{ m}$
- e) $3,60\text{ m}$

Q.8) Um espelho esférico conjuga a um objeto real, a 40 cm de seu vértice, uma imagem direita e duas vezes menor. Pode-se afirmar que o espelho é:

- a) côncavo de 40 cm de distância focal;
- b) côncavo de 40 cm de raio de curvatura;
- c) convexo de 40 cm de módulo de distância focal;
- d) convexo de 40 cm de raio de curvatura;
- e) convexo de 40 cm como distância entre o objeto e a imagem.

FIS III (Assunto – Magnetismo)

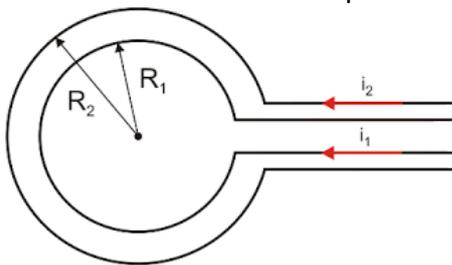
Q.9) Um fio condutor retilíneo e muito longo é percorrido por uma corrente elétrica constante, que cria um campo magnético em torno do fio. Podemos afirmar que esse campo magnético:

- a) tem o mesmo sentido da corrente elétrica
- b) é uniforme
- c) é paralelo ao fio
- d) aponta para o fio
- e) diminui à medida que a distância em relação ao condutor aumenta

Q.10) O centro de uma espira circular de raio R é mantido a uma distância $2R$ de um fio retilíneo muito grande percorrido por uma corrente $I = 62,8$ A. Qual o valor da corrente que percorrerá a espira para que o campo magnético resultante no centro da espira seja nulo?

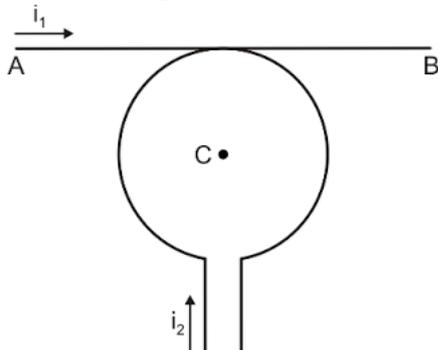
- a) 31,4 A
- b) 10,0 A
- c) 62,8 A
- d) 20,0 A
- e) N.d.a

Q.11) Duas espiras circulares, concêntricas e coplanares, de raios R_1 e R_2 , sendo $R_1 = 0,4.R_2$, são percorridas respectivamente pelas correntes I_1 e I_2 ; O campo magnético resultante no centro da espira é nulo. A razão entre as correntes I_1 e I_2 é igual a:



- a) 0,4
- b) 1,0
- c) 2,0
- d) 2,5
- e) 4,0

Q.12) Um fio reto AB e uma espira de centro C estão no plano da folha e isolados entre si e percorridos por correntes elétricas i_1 e i_2 . No centro C da espira são gerados os campos magnéticos B_1 e B_2 , pelas correntes elétricas i_1 e i_2 , respectivamente.



Com base no exposto, é correto afirmar que:

- a) O sentido de B_1 aponta para dentro da folha e o de B_2 , para fora da mesma
- b) Os sentidos de B_1 e B_2 apontam para fora da folha
- c) O sentido de B_1 aponta para fora da folha e o de B_2 , para dentro da mesma
- d) Os sentidos de B_1 e B_2 apontam para dentro da folha
- e) Não existe campo magnético resultante, pois B_1 e B_2 se anulam

GABARITO – Lista 15

- Q.1) B
- Q.2) C
- Q.3) $h = 40 \text{ m}$
- Q.4) C
- Q.5) D
- Q.6) A
- Q.7) C
- Q.8) C
- Q.9) E
- Q.10) B
- Q.11) A
- Q.12) D



REVISÃO FÍSICA (Gabriel)

Lista de exercícios extra

Lista 16 – Impulso e Mov Linear / Lentes Esféricas / Força Magnética

Aulas passadas:

- FIS I: Impulso e Movimento Linear
- FIS II: Lentes esféricas
- FIS III: Força Magnética

FIS I (Assunto – Impulso e Movimento Linear)

Q.1) Um garoto de massa 30 kg está parado sobre uma grande plataforma de massa 120 kg também em repouso em uma superfície de gelo. Ele começa a correr horizontalmente para a direita, e um observador, fora da plataforma, mede que sua velocidade é de 2,0 m/s. Sabendo que não há atrito entre a plataforma e a superfície de gelo, a velocidade com que a plataforma se desloca para a esquerda, para esse observador, é, em m/s:

- a) 1
- b) 2
- c) 0,5
- d) 8
- e) 4

Q.2) Uma força de 5000 N é aplicada a um objeto de forma indefinida, produzindo um impulso de módulo 1000 N.s. Sabendo que a força é horizontal e para a direita, determine o tempo de contato da força sobre o corpo e a direção do impulso.

- a) 0,2 s e horizontal para a direita
- b) 0,4 s e horizontal para a esquerda
- c) 0,2 s horizontal para a esquerda
- d) 0,6 s vertical para cima
- e) 0,5 horizontal para a direita

Q.3) Um objeto de massa 0,50kg está se deslocando ao longo de uma trajetória retilínea com aceleração escalar constante igual a $0,30\text{m/s}^2$. Se partiu do repouso, o módulo da sua quantidade de movimento, em kg . m/s, ao fim de 8,0s, é:

- a) 0,80
- b) 1,20
- c) 1,60
- d) 2,00
- e) 2,40

Q.4) Uma partícula de massa 3,0kg parte do repouso e descreve uma trajetória retilínea com aceleração escalar constante. Após um intervalo de tempo de 10s, a partícula se encontra a 40m de sua posição inicial. Nesse instante, o módulo de sua quantidade de movimento é igual a:

- a) 24 kg.m/s
- b) 60 kg.m/s
- c) $6,0 \times 10^2$ kg.m/s
- d) $1,2 \times 10^3$ kg.m/s
- e) $4,0 \times 10^3$ kg.m/s

Q.5) Uma pequena esfera de massa 0,10kg abandonada do repouso, em queda livre, atinge o solo horizontal com uma velocidade de módulo igual a 4,0m/s. Imediatamente após a colisão a esfera tem uma velocidade vertical de módulo 3,0 m/s. O módulo da variação da quantidade de movimento da esfera, na colisão com o solo, em kg . m/s, é de:

- a) 0,30
- b) 0,40
- c) 0,70
- d) 1,25
- e) 3,40

Q.6) (AFA) um avião está voando em linha reta com velocidade constante de módulo $7,2 \cdot 10^2$ km/h quando colide com uma ave de massa 3,0kg que estava parada no ar. A ave atingiu o vidro dianteiro (inquebrável) da cabine e ficou grudada no vidro. Se a colisão durou um intervalo de tempo de $1,0 \cdot 10^{-3}$ s, a força que o vidro trocou com o pássaro, suposta constante, teve intensidade de:

- a) $6,0 \cdot 10^5$ N
- b) $1,2 \cdot 10^6$ N
- c) $2,2 \cdot 10^6$ N
- d) $4,3 \cdot 10^6$ N
- e) $6,0 \cdot 10^6$ N

Q.7) (ITA) Uma metralhadora dispara 200 balas por minuto. Cada bala tem massa de 28g e uma velocidade escalar e 60 m/s. Neste caso a metralhadora ficará sujeita a uma força média, resultante dos tiros, de intensidade:

- a) 0,14 N
- b) 5,60 N
- c) 55 N
- d) 336 N
- e) Diferente dos valores citados.

Q.8) Um corpo de massa 2,0kg é lançado verticalmente para cima, com velocidade escalar inicial de 20 m/s. Despreze a resistência do ar e considere a aceleração da gravidade com módulo $g = 10$ m/s². O módulo do impulso exercido pela força-peso, desde o lançamento até atingir a altura máxima, em unidades do Sistema Internacional, vale:

- a) 10
- b) 20

- c) 30
- d) 40
- e) 50

FIS II (Assunto – Lentes Esféricas)

Q.9) O fato de uma lente ser convergente ou divergente depende:

- a) apenas da forma da lente
- b) apenas do meio onde ela se encontra
- c) do material de que é feita a lente e da forma da lente
- d) da forma da lente, do material de que é feita a lente e do meio onde se encontra
- e) n.d.a

Q.10) Uma lente, feita de material cujo índice de refração absoluto é 1,5, é convergente no ar. Quando mergulhada num líquido transparente, cujo índice de refração absoluto é 1,7, ela:

- a) será convergente
- b) será divergente
- c) será convergente somente para a luz monocromática
- d) se comportará como uma lâmina de faces paralelas
- e) não produzirá nenhum efeito sobre os raios luminosos

Q.11) Um objeto está sobre o eixo óptico e a uma distância p de uma lente convergente de distância f . Sendo p maior que f e menor que $2f$, pode-se afirmar que a imagem será:

- a) virtual e maior que o objeto
- b) virtual e menor que o objeto
- c) real e maior que o objeto
- d) real e menor que o objeto
- e) real e igual ao objeto

Q.12) Um objeto real é colocado perpendicularmente ao eixo principal de uma lente convergente de distância focal f . Se o objeto está a uma distância $3f$ da lente, a distância entre o objeto e a imagem conjugada por essa lente é:

- a) $f/2$
- b) $3f/2$
- c) $5f/2$
- d) $7f/2$
- e) $9f/2$

Q.13) (ITA) Um objeto tem altura $h_o = 20$ cm e está localizado a uma distância $d_o = 30$ cm de uma lente. Esse objeto produz uma imagem virtual de altura $h_i = 4,0$ cm. A distância da imagem à lente, a distância focal e o tipo da lente são, respectivamente:

- a) 6,0 cm; 7,5 cm; convergente
- b) 1,7 cm; 30 cm; divergente
- c) 6,0 cm; -7,5 cm; divergente
- d) 6,0 cm; 5,0 cm; divergente

e) 1,7 cm; -5,0 cm; convergente

Q.14) Um objeto real está situado a 10 cm de uma lente delgada divergente de 10 cm de distância focal. A imagem desse objeto, conjugada por essa lente, é:

- a) virtual, localizada a 5,0 cm da lente;
- b) real, localizada a 10 cm da lente;
- c) imprópria, localizada no infinito;
- d) real, localizada a 20 cm de altura;
- e) virtual, localizada a 10 cm da lente.

FIS III (Assunto – Força Magnética)

Q.15) Uma carga elétrica puntiforme de $1,0 \cdot 10^{-5} C$ passa com velocidade 2,5 m/s na direção perpendicular a campo de indução magnética e fica sujeita a uma força de intensidade $5,0 \cdot 10^{-4} N$. Determine a intensidade deste campo.

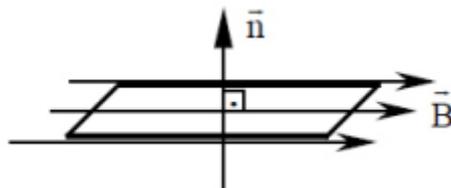
Q.16) Suponha que uma carga elétrica de $4 \mu C$ seja lançada em um campo magnético uniforme de 8 T. Sendo de 60° o ângulo formado entre v e B , determine a força magnética que atua sobre a carga supondo que a mesma foi lançada com velocidade igual a 5×10^3 m/s.

- a) $F_{mag} = 0,0014 \cdot 10^{-1} N$
- b) $F_{mag} = 1,4 \cdot 10^{-3} N$
- c) $F_{mag} = 1,2 \cdot 10^{-1} N$
- d) $F_{mag} = 1,4 \cdot 10^{-1} N$
- e) $F_{mag} = 0,14 \cdot 10^{-1} N$

Q.17) Imagine que 0,12 N seja a força que atua sobre uma carga elétrica com carga de $6 \mu C$ e lançada em uma região de campo magnético igual a 5 T. Determine a velocidade dessa carga supondo que o ângulo formado entre v e B seja de 30° .

- a) $v = 8$ m/s
- b) $v = 800$ m/s
- c) $v = 8000$ m/s
- d) $v = 0,8$ m/s
- e) $v = 0,08$ m/s

Q.18) Uma espira quadrada, de lado igual a 2 cm, é colocada paralelamente às linhas de campo magnético, cuja intensidade do campo é de $2,10^{-3} T$. Calcule o fluxo magnético, em Wb, através dessa espira.



- a) Zero
- b) $4 \cdot 10^{-5}$
- c) $8 \cdot 10^{-3}$
- d) $8 \cdot 10^{-7}$

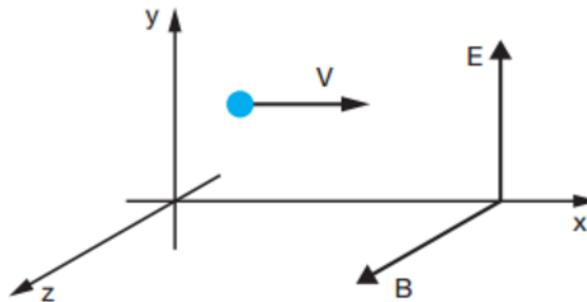
Q.19) Um fio de comprimento 1,5 m, que conduz corrente elétrica de 0,2 A, está mergulhado em uma região de campo magnético. Determine o valor da força magnética sobre o fio sabendo que o valor do campo magnético é de 10 T e que a direção do fio forma um ângulo de 30° com a direção do campo.

- a) 0,5
- b) 2,5
- c) 3,0
- d) 1,5
- e) 1,25

Q.20) Um fio condutor retilíneo tem comprimento $L = 16$ metros e transporta uma corrente elétrica contínua, igual a $I = 0,5$ A, em um local onde existe um campo magnético perpendicular e uniforme, cujo módulo vale $B = 0,25$ Tesla. O módulo da força magnética exercida pelo campo magnético sobre o fio será:

- a) 0,2 N
- b) 20 N
- c) 200 N
- d) 10 N
- e) 2 N

Q.21) Um elétron, movendo-se na direção x (veja a figura), penetra numa região onde existem campos elétricos e magnéticos. O campo elétrico está na direção do eixo y e tem intensidade de 4×10^3 V/m, e o campo magnético na direção do eixo z com intensidade 0,0025 T.

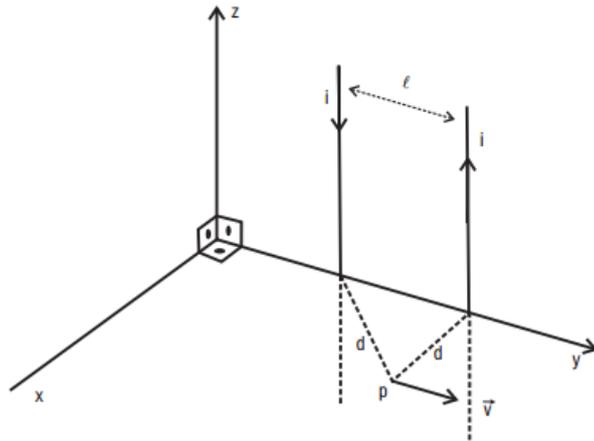


Sabendo que o elétron não sofre deflexão ao entrar na região, pode-se afirmar que sua velocidade é igual a:

- a) 10 m/s
- b) 10^3 m/s
- c) $2,5 \cdot 10^5$ m/s
- d) $1,6 \cdot 10^6$ m/s
- e) $6,25 \cdot 10^6$ m/s

Questão Suplementar...

Q.22) (AFA 2013) Na figura abaixo estão representados dois longos fios paralelos, dispostos a uma distância l um do outro, que conduzem a mesma corrente elétrica i em sentidos opostos.



Num ponto P do plano xy, situado a uma distância d de cada um dos fios, lança-se uma partícula, com carga elétrica positiva q na direção do eixo y, cuja velocidade tem módulo igual a v.

Sendo μ a permeabilidade absoluta do meio e considerando desprezível a força de interação entre as correntes elétricas nos fios, a força magnética que atua sobre essa partícula, imediatamente após o lançamento, tem módulo igual a:

- a) Zero
- b) $\frac{\mu i q v}{2\pi d^2}$
- c) $\frac{\mu i l q v}{2\pi d^2}$
- d) $\frac{\mu i l q v}{2\pi d}$

GABARITO – Lista 16

- Q.1) C
- Q.2) A
- Q.3) B
- Q.4) A
- Q.5) C
- Q.6) A
- Q.7) B
- Q.8) D
- Q.9) D
- Q.10) B
- Q.11) C
- Q.12) E
- Q.13) C
- Q.14) A
- Q.15) 20 T
- Q.16) D
- Q.17) C
- Q.18) A
- Q.19) D
- Q.20) E
- Q.21) D

Q.22) C

Lista 17

Aulas passadas:

- FIS I: Gravitação, Impulso e Mov. Linear
- FIS II: Óptica da Visão
- FIS III: Indução e Força Magnética

FIS I (Assunto –Gravitação, Impulso e Quantidade de Mov.)

Q.1) Um planeta realiza uma órbita elíptica com uma estrela em um dos focos. Em dois meses, o segmento de reta que liga a estrela ao planeta varre uma área A no plano da órbita do planeta. Em 32 meses tal segmento varre uma área igual a αA . Qual o valor de α ?

Q.2) Um planeta orbita em um movimento circular uniforme de período T e raio R , com centro em uma estrela. Se o período do movimento do planeta aumentar para $8T$, por qual fator o raio da sua órbita será multiplicado?

- 1/4
- 1/2
- 2
- 4
- 8

Q.3) (EPCAR 2012) A tabela a seguir resume alguns dados sobre dois satélites de Júpiter.

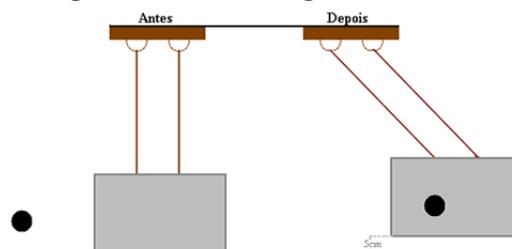
Nome	Diâmetro aproximado (km)	Raio médio da órbita em relação ao centro de Júpiter (km)
Io	$3,64 \cdot 10^3$	$4,20 \cdot 10^5$
Europa	$3,14 \cdot 10^3$	$6,72 \cdot 10^5$

Sabendo-se que o período orbital de Io é de aproximadamente 1,8 dia terrestre, pode-se afirmar que o

período orbital de Europa expresso em dia(s) terrestre(s), é um valor mais próximo de:

- 0,90
- 1,50
- 3,60
- 7,20

Q.4) Um projétil de aço de massa 40g é atirado horizontalmente contra um bloco de argila de massa 160g, inicialmente em repouso, suspenso por fios intextensíveis e de massas desprezíveis, conforme mostra a figura. O projétil penetra o bloco e o sistema projétil bloco se eleva, atingindo altura máxima igual à 5cm. Considerando o sistema conservativo (sistema no qual não há perda de energia) e $g = 10\text{m/s}^2$, a velocidade do projétil ao atingir o bloco de argila era, em m/s, igual a:



Q.5) Um jovem de massa 60kg patina sobre uma superfície horizontal de gelo segurando uma pedra de 2,0kg. Desloca-se em linha reta, mantendo uma velocidade com módulo de 3,0m/s. Em certo momento, atira a pedra para frente, na mesma direção e sentido do seu deslocamento, com módulo de velocidade de 9,0m/s em relação ao solo.

Desprezando-se a influência da resistência do ar sobre o sistema patinador-pedra, é correto concluir que

a velocidade do patinador em relação ao solo, logo após o lançamento, é de:

- a) 3,0m/s, para trás.
- b) 3,0m/s, para frente.
- c) 0,30m/s, para trás
- d) 0,30m/s, para frente.
- e) 2,8m/s, para frente.

FIS II (Assunto – Óptica da Visão)

Q.6) Na formação das imagens na retina da vista humana normal, o cristalino funciona como uma lente:

- a) convergente, formando imagens reais, diretas e diminuídas; convergente, formando imagens reais, diretas e diminuídas;
- b) divergente, formando imagens reais, diretas e diminuídas;
- c) convergente, formando imagens reais, invertidas e diminuídas;
- d) divergente, formando imagens virtuais, diretas e ampliadas;
- e) convergente, formando imagens virtuais, invertidas e diminuídas.

Q.7) A correção para o astigmatismo pode ser feita por:

- a) lente esférica convergente;
- b) lente esférica divergente;
- c) lente esférica côncavo-convexa;
- d) lente esférica plano-convexa;
- e) lente cilíndrica.

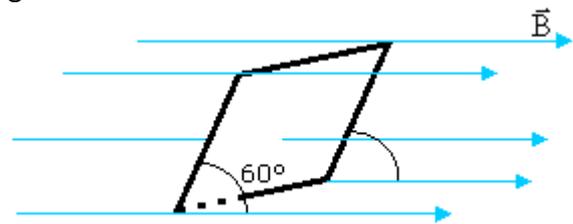
Q.8) Uma pessoa apresenta deficiência visual, conseguindo ler somente se o livro estiver a uma distância de 75 cm. Qual deve ser a distância focal dos óculos apropriados para que ela consiga ler, com o livro colocado a 25 cm de distância?

- a) $f = 37,5$ cm
- b) $f = 25,7$ cm
- c) $f = 57$ cm
- d) $f = 35,5$ cm
- e) $f = 27$ cm

Q.9) Um jovem com visão perfeita observa um inseto pousado sobre uma parede na altura de seus olhos. A distância entre os olhos e o inseto é de 3 metros. Considere que o inseto tenha 3 mm de tamanho e que a distância entre a córnea e a retina, onde se forma a imagem, é igual a 20 mm. Determine o tamanho da imagem do inseto.

FIS III (Assunto – Indução e Força Magnética)

Q.10) Uma espira retangular, com 15cm de largura, por 20cm de comprimento encontra-se imersa em um campo de indução magnética uniforme e constante, de módulo 10T. As linhas de indução formam um ângulo de 60° com o plano da espira, conforme mostra a figura:



Qual é o valor do fluxo de indução magnética que passa pela espira, supondo $\sqrt{3} \cong 1,7$?

Q.11) Suponha que uma espira retangular de área igual a $2,4 \times 10^{-1} \text{ m}^2$ imersa em uma região onde existe um campo de indução magnética B , cuja intensidade é igual a $3 \times 10^{-2} \text{ T}$, perpendicular ao plano da espira. De acordo com as informações, determine o fluxo magnético através da espira.

- a) $\Phi = 7,2 \times 10^{-3} \text{ Wb}$
- b) $\Phi = 2,7 \times 10^{-3} \text{ Wb}$
- c) $\Phi = 2,4 \times 10^{-3} \text{ Wb}$
- d) $\Phi = 2,7 \times 10^{-5} \text{ Wb}$
- e) $\Phi = 7,2 \times 10^{-5} \text{ Wb}$

Q.12) Determine o valor da tensão elétrica induzida entre as extremidades de um fio condutor de 60 cm de comprimento que se move com velocidade constante de 40 m/s perpendicularmente às linhas de indução magnética de um campo de 12 T.

- a) $\epsilon = 2,88 \text{ V}$
- b) $\epsilon = 28,8 \text{ V}$
- c) $\epsilon = 8,28 \text{ V}$
- d) $\epsilon = 288 \text{ V}$
- e) $\epsilon = 88,2 \text{ V}$

Q.13) A corrente elétrica induzida em uma espira circular será:

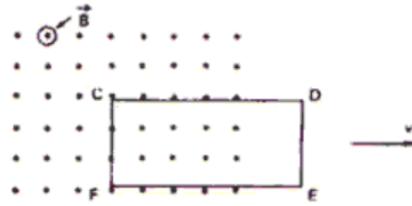
- a) nula, quando o fluxo magnético que atravessa a espira for constante
- b) inversamente proporcional à variação do fluxo magnético com o tempo
- c) no mesmo sentido da variação do fluxo magnético
- d) tanto maior quanto maior for a resistência da espira
- e) sempre a mesma, qualquer que seja a resistência da espira.

Q.14) Suponha que uma espira quadrada de lado igual a 2 cm seja colocada em um campo magnético uniforme cuja intensidade vale 2 T. Determine o fluxo magnético nessa espira quando ela for colocada perpendicularmente às linhas de campo magnético.

- a) $\Phi = 2,0008 \text{ Wb}$
- b) $\Phi = 3,0018 \text{ Wb}$
- c) $\Phi = 0,0048 \text{ Wb}$
- d) $\Phi = 0,0028 \text{ Wb}$
- e) $\Phi = 0,0008 \text{ Wb}$

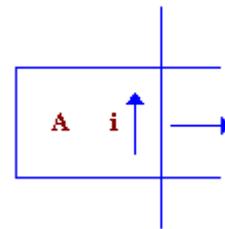
Q.15) Uma espira metálica é deslocada para a direita, com velocidade constante $v = 10 \text{ m/s}$, em um campo magnético uniforme $B = 0,20 \text{ Wb/m}^2$. Com relação à figura abaixo, quando a

resistência da espira é 0,80 e, a corrente induzida é igual a:



- a) 0,50 A
- b) 5,00 A
- c) 0,40 A
- d) 4,00 A
- e) 0,80 A

Q.16) Quando o fio móvel da figura é deslocado para a direita, aparece no circuito uma corrente induzida i no sentido mostrado. O campo magnético existente na região A:

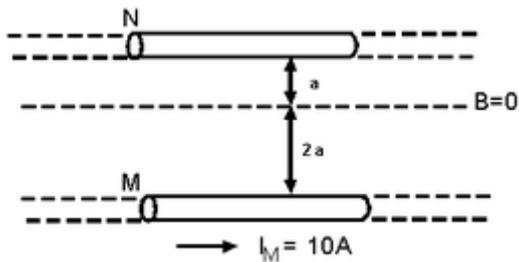


- a) Aponta para fora do papel
- b) Aponta para a esquerda
- c) Aponta para dentro do papel
- d) Aponta para a direita
- e) É nulo

Q.17) Um elétron num tubo de raios catódicos está se movendo paralelamente ao eixo do tubo com velocidade 107 m/s. Aplicando-se um campo de indução magnética de 2T, paralelo ao eixo do tubo, a força magnética que atua sobre o elétron vale:

- a) $3,2 \cdot 10^{-12} \text{ N}$
- b) $1,6 \cdot 10^{-12} \text{ N}$
- c) $1,6 \cdot 10^{-26} \text{ N}$
- d) Nula
- e) $3,2 \cdot 10^{-26} \text{ N}$

Q.18) Dois fios condutores N e M, retos, paralelos e muito compridos, conduzem correntes, de forma que o campo magnético produzido por elas resulta nulo sobre uma linha entre os dois, conforme a figura abaixo.



A corrente que circula pelo condutor N vale:

- a) 10 A no mesmo sentido de I_M
- b) 5 A no mesmo sentido de I_M
- c) 20 A no mesmo sentido de I_M
- d) 5 A no sentido contrário de I_M
- e) 10 A no sentido contrário de I_M

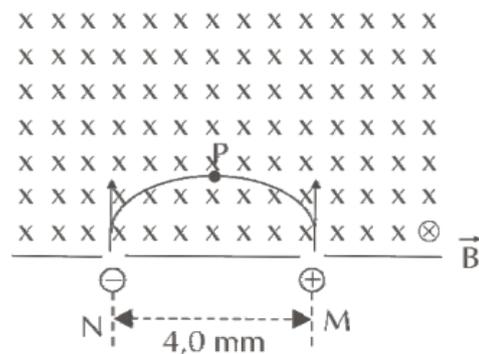
Q.19) Dois condutores paralelos longos estão localizados no plano da folha de papel, separados por uma distância de 10 cm e entre eles atua uma força de atração de 10 newtons. Aumenta-se a separação para 20 cm. A nova força terá o valor, em newtons, de:

- a) 15
- b) 10
- c) 20
- d) 2,5
- e) 5,0

Q.20) Uma carga elétrica, lançada perpendicularmente a um campo magnético uniforme, efetua um M.C.U de período T. Se o lançamento fosse feito com velocidade duas vezes maior, o período seria:

- a) T
- b) 2T
- c) T/2
- d) $\sqrt{2}T$
- e) 4T

Q.21) Um pósitron ($q/m = +1,75 \times 10^{11}$ C/kg) e um elétron ($q/m = -1,75 \times 10^{11}$ C/kg) penetram simultaneamente pelos pontos m e n, numa região onde existe um campo de indução magnética uniforme e de intensidade $4,0 \times 10^{-2}$ T. A penetração das partículas ocorre perpendicularmente às linhas de indução, conforme a ilustração a seguir, e se chocam no ponto P. Desprezando os efeitos relativísticos, a velocidade relativa do pósitron em relação ao elétron, no instante do choque é:



- a) $5,6 \times 10^7$ m/s
- b) $4,2 \times 10^7$ m/s
- c) $3,5 \times 10^7$ m/s
- d) $2,8 \times 10^7$ m/s
- e) $1,4 \times 10^7$ m/s

GABARITO

- | | |
|---------------|---------|
| Q.1) 16 | Q.15) A |
| Q.2) D | Q.16) C |
| Q.3) C | Q.17) D |
| Q.4) 5 m/s | Q.18) B |
| Q.5) E | Q.19) E |
| Q.6) C | Q.20) C |
| Q.7) E | Q.21) E |
| Q.8) A | |
| Q.9) 0,02 mm | |
| Q.10) 2550 Wb | |
| Q.11) A | |
| Q.12) D | |
| Q.13) A | |
| Q.14) E | |



REVISÃO FÍSICA (Gabriel)

Lista de exercícios extra

Lista 18 – Gravitação / Força Magnética / Indução Magnética

FIS I (Assunto – Gravitação)

Q.1) (ITA -74) A energia potencial de um corpo de massa m na superfície da Terra é $-GM_T m/R_T$. No infinito essa energia potencial é nula. Considerando-se o princípio de conservação da energia (cinética + potencial), que velocidade deve ser dada a esse corpo de massa m (velocidade de escape) para que ele se livre da atração da Terra, isto é, chegue ao infinito com $v = 0$?

$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$; $M_T = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$; $R_T = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$. Despreze o atrito com a atmosfera.

- a) 13,1 m/s
- b) $1,13 \times 10^3$ m/s
- c) 11,3 km/s
- d) 113 km/s
- e) Depende do ângulo de lançamento

Q.2) (EN) Um satélite artificial de 100 kg está em órbita circular ao longo de um meridiano terrestre, a uma altura da superfície igual ao raio da terra (6.400 km). O tempo que o satélite passa viajando sobre o hemisfério sul será cerca de:

- a) alguns meses.
- b) alguns dias.
- c) algumas horas.
- d) alguns minutos.
- e) alguns segundos.

Q.3) Um satélite artificial de massa 100kg está em órbita terrestre a uma altura igual a 4 vezes o raio da terra sendo $g=10\text{m/s}^2$ aceleração da gravidade na superfície da terra. Calcule o peso do satélite.

- a) 40 N
- b) 100N
- c) 80 N
- d) 120 N
- e) 50 N

Q.4) Saturno é o sexto planeta a partir do Sol e o segundo maior, em tamanho, do sistema solar. Hoje, são conhecidos mais de sessenta satélites naturais de Saturno, sendo que o maior deles, Titã, está a uma distância média de 1 200 000 km de Saturno e tem um período de translação de, aproximadamente, 16 dias terrestres ao redor do planeta. Tétis é outro dos maiores satélites de Saturno e está a uma distância média de Saturno de 300 000 km. O período aproximado de translação de Tétis ao redor de Saturno, em dias terrestres, é:

- a) 4

- b) 2
- c) 6
- d) 8
- e) 10

Q.5) Um satélite de transmissão de dados é posicionado estrategicamente sobre a cidade do Rio de Janeiro a uma altitude de 20.000 km. Sabendo que este satélite é geoestacionário, i.e., fica parado em relação a uma localização geográfica no Rio de Janeiro, calcule o período da órbita deste satélite, em horas, em torno do eixo da terra.

- a) 0
- b) 6
- c) 12
- d) 24
- e) 365

Q.6) Um satélite está em uma órbita circular em torno de um planeta de massa M e raio R a uma altitude H. Assinale a alternativa que representa a velocidade escalar adicional que o satélite precisa adquirir para escapar completamente do planeta.

- a) $\sqrt{(2GM)/(R)}$
- b) $\sqrt{(2GM)/(R + H)}$
- c) $\sqrt{(GM)/(R + H)}$
- d) $(\sqrt{2} - 1)\sqrt{(GM)/(R + H)}$
- e) $\sqrt{(GM)/(R)}$

Q.7) O raio médio da órbita do planeta Marte é cerca de quatro vezes o raio médio da órbita do planeta Mercúrio, no seu movimento de translação em torno do Sol. Considerando-se o período de translação de Mercúrio quatro vezes menor do que um ano na Terra, o período de translação de Marte em torno do Sol, estimado em anos terrestres, é de, aproximadamente,

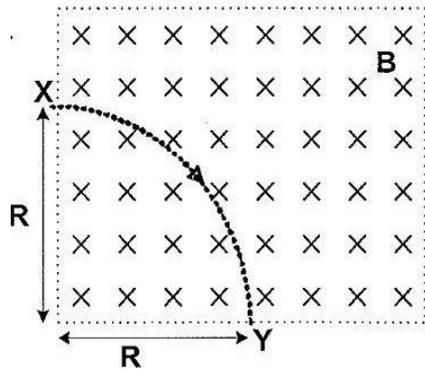
- a) 2,5
- b) 2,0
- c) 1,5
- d) 0,6
- e) 0,3

Q.8) Dois pequenos satélites A e B, idênticos, descrevem órbitas circulares ao redor da Terra. A velocidade orbital do satélite A vale $V_A = 2 \cdot 10^3$ m/s. Sabendo que os raios orbitais dos satélites são relacionados por $R_B/R_A = 1 \cdot 10^2$, a velocidade orbital do satélite B, em m/s, vale:

- a) $2 \cdot 10^3$
- b) $1 \cdot 10^3$
- c) $4 \cdot 10^2$
- d) $2 \cdot 10^2$
- e) $1 \cdot 10^2$

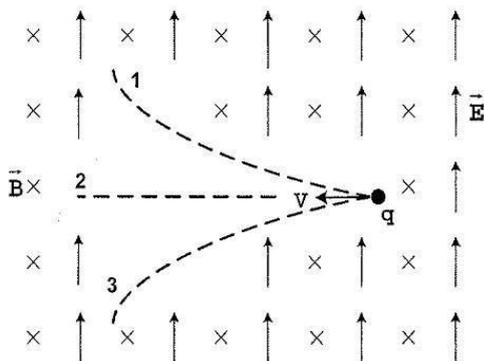
FIS III (Assunto – Força Magnética)

Q.9) (EN) Uma partícula de carga q e massa m foi acelerada a partir do repouso por uma diferença de potencial V . Em seguida, ela penetrou pelo orifício X numa região de campo magnético constante de módulo B e saiu através do orifício Y, logo após ter percorrido a trajetória circular de raio R indicada na figura. Considere desprezíveis os efeitos gravitacionais. Agora suponha que uma segunda partícula de carga q e massa $3m$ seja acelerada a partir do repouso pela mesma diferença de potencial V e, em seguida, penetre na região de campo magnético constante pelo mesmo orifício X. Para que a segunda partícula saia da região de campo magnético pelo orifício Y, após ter percorrido a mesma trajetória da primeira partícula, o módulo do campo magnético deve ser alterado para:



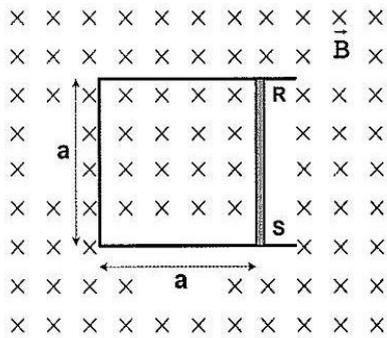
- o campo não deve ser alterado
- $B/3$
- $\sqrt{3}B/3$
- $\sqrt{3}B$
- $3\sqrt{3}B$

Q.10) (EN) Numa dada região do espaço, temos um campo elétrico constante (vertical para cima) de módulo $E = 4,0 \text{ N/C}$ e, perpendicular a este, um campo magnético também constante de módulo $B = 8,0 \text{ T}$. Num determinado instante, uma partícula de carga positiva q é lançada com velocidade v nesta região, na direção perpendicular, tanto ao campo elétrico quanto ao campo magnético, conforme indica a figura. Com relação à trajetória da partícula, indique a opção correta.



- Se $v = 2,0 \text{ m/s}$, a trajetória será a 2
- Se $v = 1,5 \text{ m/s}$, a trajetória será a 3
- Se $v = 1,0 \text{ m/s}$, a trajetória será a 2
- Se $v = 0,5 \text{ m/s}$, a trajetória será a 1
- Se $v = 0,1 \text{ m/s}$, a trajetória será a 3

Q.11) (EN) Uma barra condutora, de comprimento $a = 0,5 \text{ m}$ e resistência elétrica 2Ω , está presa por dois pontos de solda, R e S, a uma haste metálica em forma de U de resistência elétrica desprezível que se encontra fixa sobre uma mesa, numa região de campo magnético B , conforme indica a figura. Ao disparo de um cronômetro, o módulo do campo magnético começa a variar no tempo segundo a equação $B = 4,0 + 8,0t$, onde o campo magnético é medido em tesla e o tempo em segundos. Sabe-se que os pontos de solda romperão, se uma força igual ou superior a 20 N for aplicada a cada um deles. Qual é o instante, em segundos, em que os pontos de solda R e S romperão?

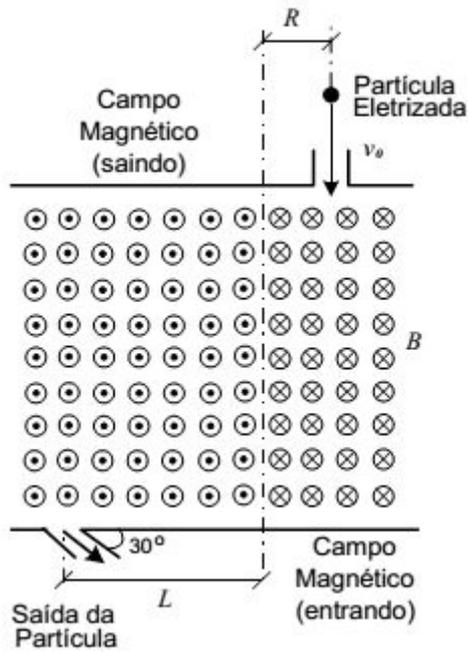


- a) 3,5
- b) 5,0
- c) 6,5
- d) 8,0
- e) 9,5

Q.12) (IME) Uma partícula eletrizada penetra perpendicularmente em um local imerso em um campo magnético de intensidade B . Este campo é dividido em duas regiões, onde os seus sentidos são opostos, conforme é apresentado na figura. Para que a partícula deixe o local com um ângulo de 30° , é correto afirmar que a eletrização da partícula e a intensidade do campo magnético que possui o sentido saindo do plano do papel devem ser, respectivamente:

Dados:

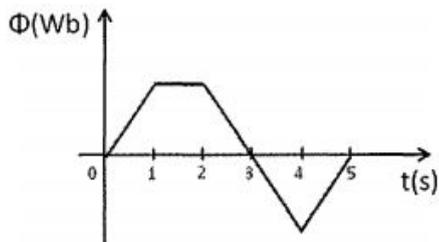
- R : raio da trajetória da partícula na região onde existe um campo magnético.
- $L/R = 3$



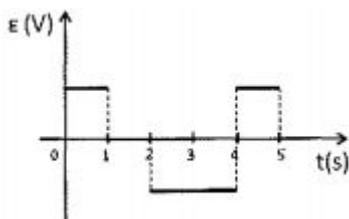
- a) positiva e de valor $B/3$
- b) positiva e de valor $B/6$
- c) negativa e de valor $B/6$
- d) positiva e de valor $2B/3$
- e) negativa e de valor $2B/3$

FIS III (Assunto – Indução Magnética)

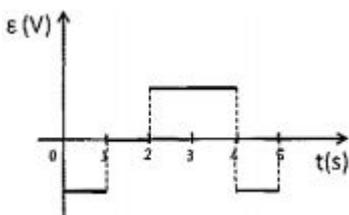
Q.13) Analise a figura a seguir.



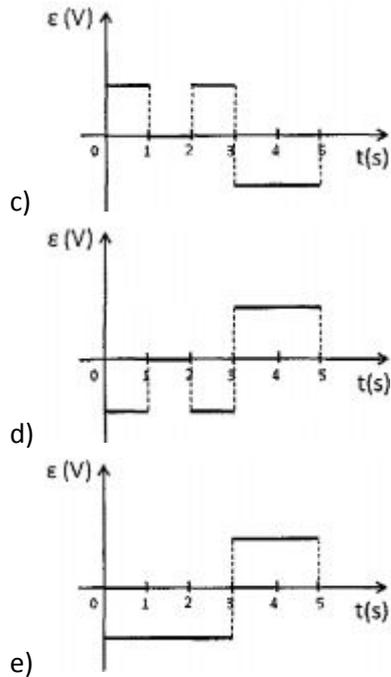
O gráfico da figura acima registra a variação do fluxo magnético, Φ , através de uma bobina ao longo de 5 segundos. Das opções a seguir, qual oferece o gráfico da f.e.m induzida, ε , em função do tempo?



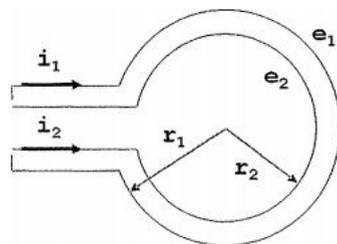
a)



b)



Q.14) Na figura abaixo, e_1 e e_2 são duas espiras circulares, concêntricas e coplanares de raios $r_1 = 8,0$ m e $r_2 = 2,0$ m, respectivamente. A espira e_2 é percorrida por uma corrente $i_2 = 4,0$ A, no sentido anti-horário. Para que o vetor campo magnético resultante no centro das espiras seja nulo, a espira e_1 deve ser percorrida, no sentido horário, por uma corrente i_1 , cujo valor, em amperes, é de:



- a) 4,0
- b) 8,0
- c) 12
- d) 16
- e) 20

Q.15) Uma bobina condutora é colocada em uma região onde há um campo magnético vertical de intensidade $B = 10$ T. A bobina é ligada a um amperímetro e está inicialmente em repouso, com seu eixo orientado também na vertical. São dados os cenários:

- I - A bobina inicia um movimento retilíneo uniforme na direção vertical com velocidade não nula.
- II - A bobina passa a ser rodada ao redor do seu eixo com velocidade angular uniforme.
- III - A bobina passa a ser rodada ao redor de um eixo horizontal com velocidade angular uniforme.

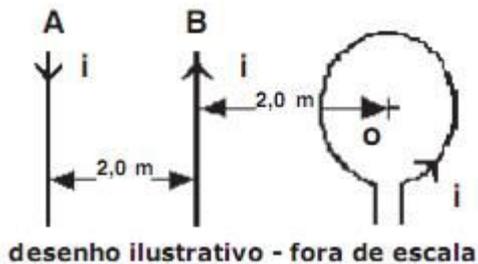
Dentre os cenários citados acima, o amperímetro irá registrar corrente elétrica não nula:

- a) somente no cenário I
- b) somente no cenário II
- c) somente no cenário III
- d) somente nos cenários I e II

e) nos cenários I, II e III

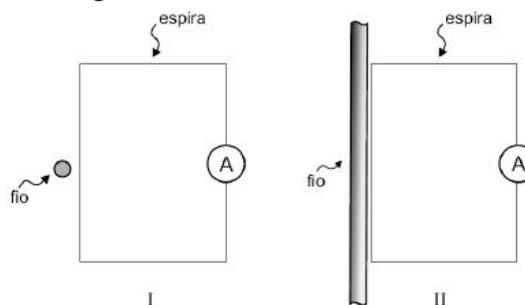
Q.16) Dois fios "A" e "B" retos, paralelos e extensos, estão separados por uma distância de 2 m. Uma espira circular de raio igual a $\pi/4$ m encontra-se com seu centro "O" a uma distância de 2 m do fio "B" conforme desenho abaixo. A espira e os fios são coplanares e se encontram no vácuo. Os fios "A" e "B" e a espira são percorridos por correntes elétricas de mesma intensidade $i = 1$ A com os sentidos representados no desenho. A intensidade do vetor indução magnética resultante originado pelas três correntes no centro "O" da espira é:

Dado: Permeabilidade magnética do vácuo: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$



- a) $3,0 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- b) $4,5 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- c) $6,5 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- d) $7,5 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- e) $8,0 \cdot 10^{-7} \text{ T}$

Q.17) Sabe-se que uma corrente elétrica pode ser induzida em uma espira colocada próxima a um cabo de transmissão de corrente elétrica alternada - ou seja, uma corrente que varia com o tempo. Considere que uma espira retangular é colocada próxima a um fio reto e longo de duas maneiras diferentes, como representado nestas figuras:



Na situação representada em I, o fio está perpendicular ao plano da espira e, na situação representada em II, o fio está paralelo a um dos lados da espira.

Nos dois casos, há uma corrente alternada no fio.

Considerando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que uma corrente elétrica induzida na espira:

- a) ocorre apenas na situação I
- b) ocorre apenas na situação II
- c) ocorre nas duas situações
- d) não ocorre em qualquer das duas situações

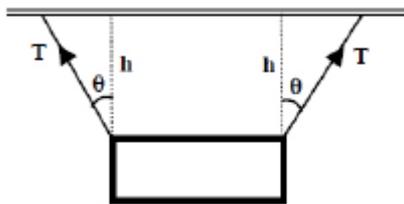
GABARITO – Lista 18

- Q.1) C
- Q.2) C
- Q.3) A
- Q.4) B
- Q.5) A
- Q.6) D
- Q.7) B
- Q.8) D
- Q.9) D
- Q.10) E
- Q.11) E
- Q.12) C
- Q.13) B
- Q.14) D
- Q.15) B
- Q.16) D
- Q.17) B

Lista 19

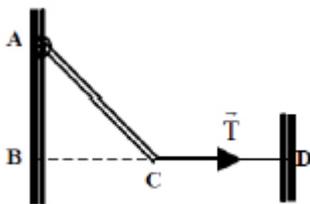
FIS I (Assunto – Estática)

Q.1) A figura representa uma placa de propaganda, homogênea e uniforme, pesando 108 kgf, suspensa por dois fios idênticos, inextensíveis e de massas desprezíveis, presos ao teto horizontal de um supermercado. Cada fio tem 2 metros de comprimento e a vertical h , entre os extremos dos fios presos na placa e o teto, mede 1,8 metros. A tração T , em kgf, que cada fio suporta para o equilíbrio do sistema, vale:



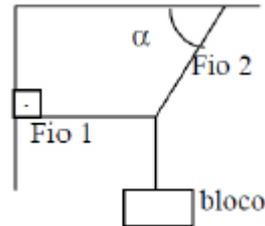
- a) 48,6
- b) 54,0
- c) 60,0
- d) 80,0

Q.2) Uma barra rígida, uniforme e homogênea, pesando 720 N tem uma de suas extremidades articulada no ponto A da parede vertical $AB = 8$ m, conforme a figura. A outra extremidade da barra está presa a um fio ideal, no ponto C, que está ligado, segundo uma reta horizontal, no ponto D da outra parede vertical. Sendo a distância $BC = 6$ m, a intensidade da tração T , em N, no fio CD, vale:



- a) 450
- b) 360
- c) 300
- d) 270

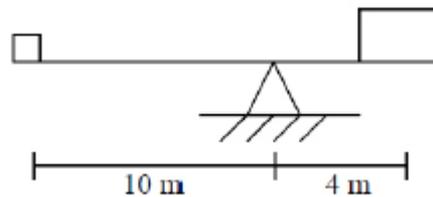
Q.3) Considere o sistema em equilíbrio representado na figura a seguir:



Para que a intensidade da tensão no fio 1 seja a metade da intensidade da tensão no fio 2, o valor do ângulo α , em graus, deve ser igual a

- a) zero
- b) 30
- c) 45
- d) 60

Q.4) O sistema representado a seguir está em equilíbrio. O valor do módulo, em newtons, da força normal N exercida pelo apoio (representado por um triângulo) contra a barra sobre a qual estão os dois blocos é de:

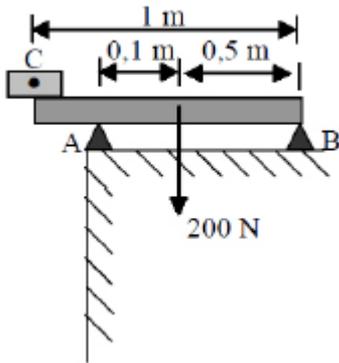


Considere:

- I- o módulo da aceleração da gravidade local igual a 10 m/s^2 .
- II- as distâncias, 10 m e 4 m, entre o centro de massa de cada bloco e o apoio.
- III- a massa do bloco menor igual a 2 kg e do maior 5 kg.
- IV- o peso da barra desprezível.

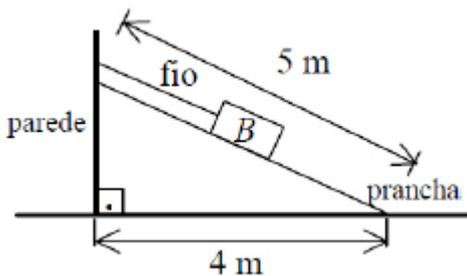
- a) 20
- b) 70
- c) 250
- d) 300

Q.5) A barra homogênea, representada a seguir, tem 1 m de comprimento, está submetida a uma força-peso de módulo igual a 200 N e se encontra equilibrada na horizontal sobre dois apoios A e B. Um bloco, homogêneo e com o centro de gravidade C, é colocado na extremidade sem apoio, conforme o desenho. Para a barra iniciar um giro no sentido anti-horário, apoiado em A e com um momento resultante igual a +10 N.m, esse bloco deve ter uma massa, em kg, igual a:
(Considere: módulo da aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2).



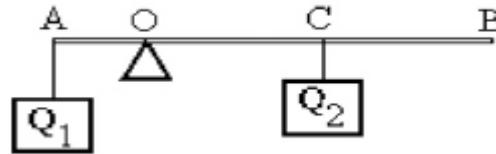
- a) 7,5
- b) 2,5
- c) 75
- d) 25

Q.6) Uma prancha de madeira tem 5 metros de comprimento e está apoiada numa parede, que está a 4 metros do início da prancha, como pode ser observado na figura. Nessa situação um bloco B, em repouso, de massa igual a 5 kg, produz num fio inextensível preso a parede uma tração, em Newtons, de:
(Dados: Admita a aceleração da gravidade no local igual a 10 m/s^2).



- a) 20
- b) 30
- c) 40
- d) 50

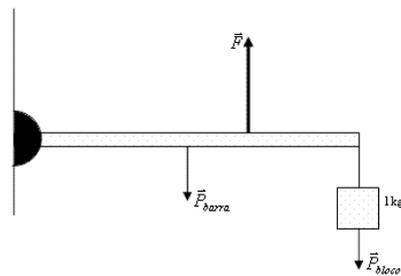
Q.7) Uma barra AB, rígida e homogênea, medindo 50 cm de comprimento e pesando 20 N, encontra-se equilibrada na horizontal, conforme a figura abaixo.



O apoio, aplicado no ponto O da barra, está a 10 cm da extremidade A, onde um fio ideal suspende a carga $Q_1 = 50 \text{ N}$. A distância, em cm, entre a extremidade B e o ponto C da barra, onde um fio ideal suspende a carga $Q_2 = 10 \text{ N}$, é de:

- a) 5
- b) 10
- c) 15
- d) 20

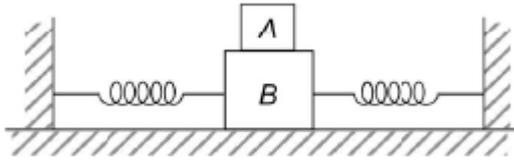
Q.8) Uma barra homogênea de 5 kg e 2 m apoiada sob um ponto em uma parede é segurada por um cabo ideal, em um ponto A, distante 1,5 m da ponta da barra e há um bloco de massa 1 kg preso a outra extremidade da barra. Qual a força aplicada ao cabo para que o sistema esteja em equilíbrio?



FIS II (Assunto – MHS)

Q.9) Um corpo de massa 3 kg está preso a uma mola de constante elástica 200 N/m. Quando ele é deslocado da sua posição de equilíbrio, passa a deslocar-se, executando o movimento harmônico simples e atingindo uma elongação máxima na posição 0,5 m. Determine a frequência e a amplitude desse movimento.

Q.10) (AFA) Um par de blocos A e B, de massas $m_A = 2 \text{ kg}$ e $m_B = 10 \text{ kg}$, apoiados em um plano sem atrito, é acoplado a duas molas ideais de mesma constante elástica $K = 50 \text{ N/m}$, como mostra a figura abaixo.

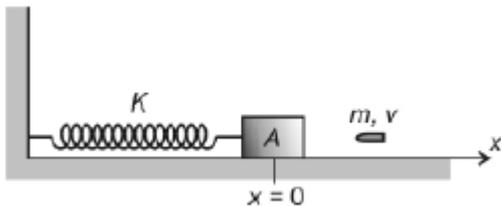


Afastando-se horizontalmente o par de blocos de sua posição de equilíbrio, o sistema passa a oscilar em movimento harmônico simples com energia mecânica igual a 50 J.

Considerando-se $g = 10 \text{ m/s}^2$, o mínimo coeficiente de atrito estático que deve existir entre os dois blocos para que o bloco A não escorregue sobre o bloco B é:

- a) 1/10
- b) 5/12
- c) 1
- d) 5/6

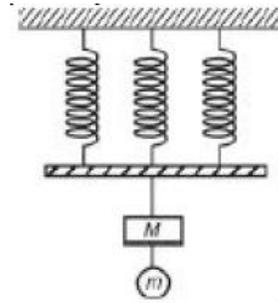
Q.11) (AFA) Um projétil de massa m e velocidade v atinge horizontalmente um bloco de massa M que se encontra acoplado a uma mola de constante elástica K , como mostra a figura abaixo.



Após impacto, o projétil se aloja no bloco e o sistema massa-mola-projétil passa a oscilar em MHS com amplitude a . Não há atrito entre o bloco e o plano horizontal nem resistência do ar. Nessas condições, a posição em função do tempo para o oscilador harmônico simples é dada pela expressão $x = a \cdot \cos(\omega t + \phi_0)$, onde a e ω valem, respectivamente,

- a) $\frac{mv}{M+m} \sqrt{\frac{M+m}{K}} e \sqrt{\frac{K}{M+m}}$
- b) $\sqrt{\frac{(M+m)v}{K}} e \sqrt{\frac{K}{M+m}}$
- c) $\sqrt{\frac{K}{M+m}} e \sqrt{\frac{M+m}{K}}$
- d) $\frac{M+m}{mv} \sqrt{\frac{K}{M+m}} e \sqrt{\frac{M+m}{K}}$

Q.12) Considere o sistema apresentado na figura abaixo formado por um conjunto de três molas ideais e de constantes elásticas iguais acopladas em paralelo e ligadas por meio de uma haste de massa desprezível a um segundo conjunto, formado por duas massas M e m , tal que $M = 2m$. Considere, ainda, que o sistema oscila verticalmente em MHS (movimento harmônico simples) com frequência f_1 .



Se o fio que une a massa m ao sistema for cortado simultaneamente com a mola central da associação de molas, o sistema passará a oscilar com uma nova frequência f_2 , tal que a razão f_2/f_1 seja:

- a) 1/2
- b) 1
- c) 2
- d) 2/3

Q.13) (EFOMM) Um bloco de madeira de massa 100 g está preso a uma mola de constante elástica 14,4 N/m; o sistema é posto a oscilar, com amplitude $A = 15 \text{ cm}$. A aceleração do bloco em m/s^2 , no tempo $t = \pi/5$ segundos, é (dado: $\cos 72^\circ = 0,309$)

- a) -6,7
- b) -7,8
- c) -8,8
- d) -9,4
- e) -10,3

Q.14) (EFOMM) Analise as afirmativas abaixo: Um MCA (motor auxiliar para geração de energia elétrica) em um navio mercante apresenta oscilação no eixo principal definida pela função $y = 0,1 \cdot \cos(40\pi t)$. A respeito desta constatação, pode-se afirmar que:

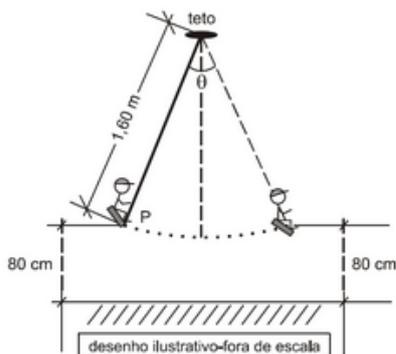
- I. a projeção da ponta do eixo descreveria círculo equivalente de raio 0,2
- II. a velocidade angular do movimento oscilatório é de 40π radianos por segundo.
- III. o ângulo de fase inicial é nulo.
- IV. o tempo para que a ponta do eixo sujeito à vibração percorra a metade da distância em direção à posição de equilíbrio é de $1/120 \text{ s}$.

Assinale a alternativa correta.

- a) As afirmativas I e IV são verdadeiras.
- b) As afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- c) As afirmativas II, III e IV são verdadeiras.
- d) As afirmativas I, III e IV são verdadeiras.
- e) Apenas a afirmativa IV é verdadeira.

Q.15) Uma mola, de massa desprezível, se distende de b quando equilibra um bloco de massa m . Sabe-se que no instante $t = 0$, o bloco foi abandonado do repouso a uma distância L abaixo de sua posição de equilíbrio. Considerando g a aceleração da gravidade e desprezando os atritos, qual é a equação do movimento resultante em função do tempo?

Q.16)(ESPCEX) Uma criança de massa 25kg brinca em um balanço cuja haste rígida não deformável e de massa desprezível, presa ao teto, tem 1,60 m de comprimento. Ela executa um movimento harmônico simples que atinge uma altura máxima de 80 cm em relação ao solo, conforme representado no desenho abaixo, de forma que o sistema criança mais balanço passa a ser considerado como um pêndulo simples com centro de massa na extremidade P da haste. Pode-se afirmar, com relação à situação exposta, que:

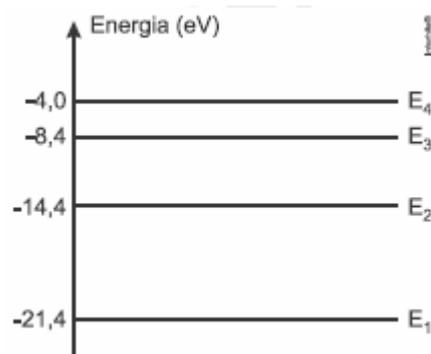


Dados: intensidade da aceleração da gravidade $g=10 \text{ m/s}^2$ considere o ângulo de abertura não superior a 10° .

- a) a amplitude do movimento é 80 cm.
- b) a frequência de oscilação do movimento é 1,25 Hz.
- c) o intervalo de tempo para executar uma oscilação completa é de $0,8\pi \text{ s}$.
- d) a frequência de oscilação depende da altura atingida pela criança.
- e) o período do movimento depende da massa da criança.

FIS III (Assunto – Tópicos de Física Moderna)

Q.17)(EPCAR) O diagrama abaixo ilustra os níveis de energia ocupados por elétrons de um elemento químico A.



Dentro das possibilidades apresentadas nas alternativas abaixo, a energia que poderia restar a um elétron com energia de 12,0 eV, após colidir com um átomo de A, seria de, em eV,

- a) 0
- b) 1,0
- c) 5,0
- d) 5,4

Q.18) Um pósitron foi acelerado por um campo elétrico até atingir uma velocidade $v = 0,8c$. Sabendo que a energia de repouso de um pósitron vale 0,5 MeV, determine a energia cinética relativística atingida por ele:

- a) 1,125 MeV
- b) 0,300 MeV
- c) 1,300 MeV
- d) 2,200 MeV
- e) 0,333 MeV

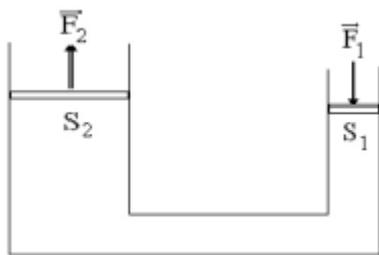
GABARITO

- Q.1) C
- Q.2) D
- Q.3) D
- Q.4) B
- Q.5) A
- Q.6) B
- Q.7) D
- Q.8) 30 N
- Q.9) $f \cong 1,30 \text{ Hz}$ e $A = 0,50m$
- Q.10) D
- Q.11) A
- Q.12) B
- Q.13) A
- Q.14) C
- Q.15) $x = L \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{g}{b}} \cdot t\right)$
- Q.16) C
- Q.17) C
- Q.18) E

Lista 20

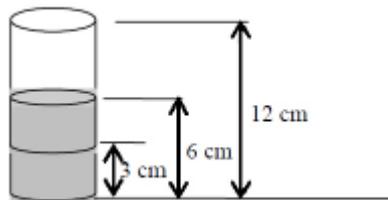
FIS I (Assunto – Hidroestática)

Q.1) Os ramos de uma prensa hidráulica tem áreas iguais a S_1 e S_2 , conforme pode ser visto na figura. Sendo $S_1 = \frac{1}{8}S_2$, qual deve ser a intensidade da força F_1 aplicada ao êmbolo de área S_1 para resultar no êmbolo de área S_2 uma força F_2 de intensidade igual a 800 N?



- a) 8 N
- b) 80 N
- c) 100 N
- d) 1000 N

Q.2) Em um cilindro, graduado em cm, estão colocados três líquidos imiscíveis, com densidades iguais a $1,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e $0,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. As alturas dos líquidos em relação a base do cilindro estão anotadas na figura. Qual a pressão, em Pa, exercida, exclusivamente, pelos líquidos no fundo do cilindro? (Obs.: adote $g = 10 \text{ m/s}^2$)



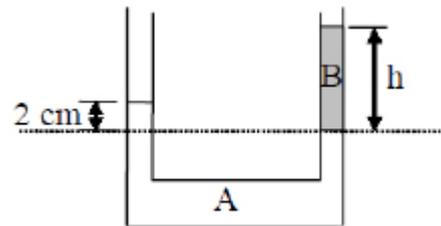
- a) 198
- b) 1200
- c) 1546
- d) 1980

Q.3) A prensa hidráulica é uma das aplicações do Princípio de Pascal. Um corpo, de massa 800 kg, é colocado sobre o êmbolo de área maior (S_2) de uma prensa hidráulica. Qual deve ser o valor da razão entre S_2/S_1 para que, ao se aplicar uma força de 20 N no êmbolo menor de área S_1 , o corpo descrito acima fique

em equilíbrio? (Dado: aceleração da gravidade no local igual a 10 m/s^2).

- a) 40
- b) 400
- c) 1600
- d) 16000

Q.4) Um tubo em U, com as extremidades abertas contém dois líquidos imiscíveis, conforme mostrado na figura. Sabendo que a densidade de um dos líquidos é quatro vezes maior que a do outro, qual a altura h , em cm, da coluna do líquido B?



- a) 0,25
- b) 2
- c) 4
- d) 8

Q.5) Um cubo maciço e homogêneo com 4 cm de lado está apoiado sobre uma superfície plana e horizontal. Qual o valor da pressão, em N/m^2 , exercida pela face do cubo apoiada sobre o plano? Admita que:

1. A densidade do cubo seja $8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e;
2. A aceleração da gravidade no local seja de 10 m/s^2 .

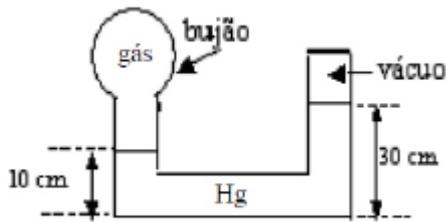
- a) 3,2
- b) 32
- c) 320
- d) 3200

Q.6) Em uma célebre experiência Torricelli demonstrou que a pressão atmosférica, ao nível do mar, equivale a pressão exercida por uma coluna de mercúrio de 760 mm de altura. Um aluno de Física, em uma localidade ao nível do mar, fez uma experiência similar a de Torricelli, porém, ao invés de utilizar o mercúrio ($d_{Hg} = 13,6 \text{ g/cm}^3$) utilizou um líquido de densidade absoluta d . Nestas condições, a altura da coluna do

líquido atingiu 206 cm, qual a densidade d , aproximada, em g/cm^3 , deste líquido?

- a) 5,0
- b) 7,0
- c) 10,0
- d) 13,6

Q.7) Desejando medir a pressão de um gás contido em um bужão, um técnico utilizou um barômetro de mercúrio de tubo fechado, como indica a figura a seguir. Considerando a pressão atmosférica local igual a 76 cmHg, a pressão do gás, em cmHg, vale:



- a) 20
- b) 30
- c) 40
- d) 96

Q.8) Um bloco de massa m , em formato de paralelepípedo, está apoiado sobre uma superfície exercendo sobre esta uma pressão P . Se esse bloco for apoiado sobre outra face com o dobro da área anterior, a nova pressão exercida por ele será igual a:

- a) $P/4$
- b) $P/2$
- c) $2P$
- d) $4P$

Q.9) Um balão, cheio de um certo gás, que tem volume de $2,0 m^3$, é mantido em repouso a uma determinada altura de uma superfície horizontal, conforme a figura abaixo.



Sabendo-se que a massa total do balão (incluindo o gás) é de 1,6 kg, considerando o ar como uma camada uniforme de densidade igual a $1,3 kg/m^3$, pode-se afirmar que ao liberar o balão, ele:

- a) Ficará em repouso na posição onde está
- b) Subirá com uma aceleração de $6,25 m/s^2$
- c) Descerá com uma aceleração constante

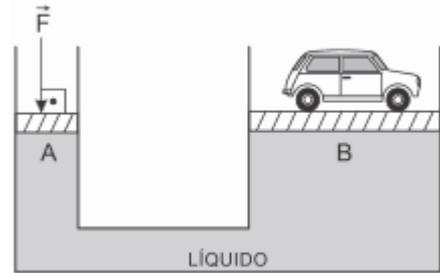
d) Descerá com aceleração de $6,25 m/s^2$

Q.10) Uma bola de isopor de volume $100 cm^3$ se encontra totalmente submersa em uma caixa d'água, presa ao fundo por um fio ideal. Qual é a força de tensão no fio, em newtons? Considere: $g = 10 m/s^2$ e

$$\rho_{\text{água}} = \frac{1000 kg}{m^3}; \rho_{\text{isopor}} = 20 kg/m^3$$

- a) 0,80
- b) 800
- c) 980
- d) 1,02
- e) 0,98

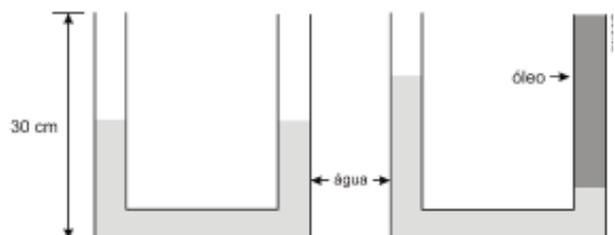
Q.11) A figura abaixo representa um macaco hidráulico constituído de dois pistões A e B de raios $R_A = 60 cm$ e $R_B = 240 cm$, respectivamente. Esse dispositivo será utilizado para elevar a uma altura de 2m, em relação à posição inicial, um veículo de massa igual a 1 tonelada devido à aplicação de uma força \vec{F} . Despreze as massas dos pistões, todos os atritos e considere que o líquido seja incompressível.



Nessas condições, o fator de multiplicação de força deste macaco hidráulico e o trabalho, em joules, realizado pela força \vec{F} , aplicada sobre o pistão de menor área, ao levantar o veículo bem lentamente e com velocidade constante, são, respectivamente,

- a) 4 e $2,0 \cdot 10^4$
- b) 4 e $5,0 \cdot 10^3$
- c) 16 e $2,0 \cdot 10^4$
- d) 16 e $1,25 \cdot 10^3$

Q.12) Um vaso comunicante em forma de U possui duas colunas da mesma altura $h = 30 cm$, preenchidas com água até a metade. Em seguida, adiciona-se óleo de massa específica igual a $0,70 g/cm^3$ a uma das colunas até a coluna estar completamente preenchida, conforme mostram as figuras abaixo.



A massa específica da água é de $1,0\text{g/cm}^3$. A coluna de óleo terá comprimento, aproximado, de:

- a) 27,5 cm
- b) 25,0 cm
- c) 23,0 cm
- d) 20,0 cm

FIS II (Assunto – Ondas)

Q.13) Uma determinada fonte gera 3600 ondas por minuto com comprimento de onda igual a 10 m. Determine a velocidade de propagação dessas ondas.

- a) 500 m/s
- b) 360 m/s
- c) 600 m/s
- d) 60 m/s
- e) 100 m/s

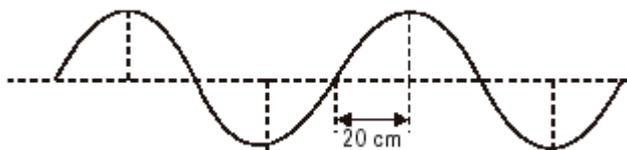
Q.14) Um vibrador com frequência de 4,0 Hz produz ondas planas que se propagam na superfície da água com velocidade de 6,0 m/s. Quando as ondas atingem uma região da água com profundidade diferente, a velocidade de propagação é reduzida à metade. Nessa região, o comprimento de onda é igual, em cm, a:

- a) 50
- b) 75
- c) 100
- d) 125
- e) 150

Q.15) As antenas das emissoras de rádio emitem ondas eletromagnéticas que se propagam na atmosfera com a velocidade da luz ($3,0 \cdot 10^8$ km/s) e com frequências que variam de uma estação para a outra. A rádio CBN emite uma onda de frequência 90,5 MHz e comprimento de onda aproximadamente igual a:

- a) 2,8 m
- b) 3,3 m
- c) 4,2 m
- d) 4,9 m
- e) 5,2 m

Q.16) Na figura está representada a configuração de uma onda mecânica que se propaga com velocidade de 20 m/s.



A frequência da onda, em hertz, vale:

- a) 5,0

- b) 10
- c) 20
- d) 25
- e) 50

Q.17) Suponha uma corda de 10 m de comprimento e massa igual a 500 g. Uma força de intensidade 300 N a traciona, determine a velocidade de propagação de um pulso nessa corda.

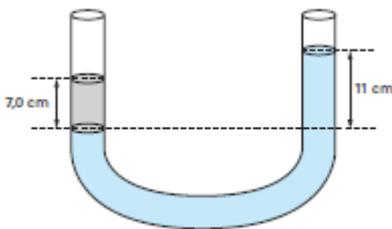
GABARITO

- Q.1) C
- Q.2) B
- Q.3) B
- Q.4) D
- Q.5) C
- Q.6) A
- Q.7) A
- Q.8) B
- Q.9) B
- Q.10) C
- Q.11) C
- Q.12) C
- Q.13) C
- Q.14) B
- Q.15) B
- Q.16) D
- Q.17) $v \cong 77\text{ m/s}$

Lista 21

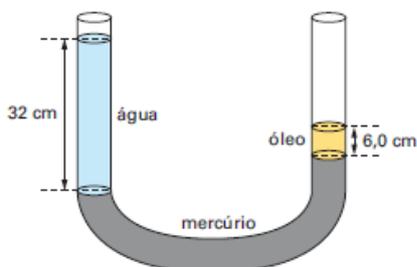
FIS I (Assunto – Hidrostática)

Q.1) Um tubo em U contém água. Derrama-se em um dos lados do tubo um líquido L que não se mistura com a água. A figura a seguir representa esses líquidos em repouso. Sendo $\rho_a = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ a densidade da água, determine a densidade do líquido L, ρ_L .



Q.2) Pascal realizou uma experiência idêntica à de Torricelli utilizando vinho em vez de mercúrio ao nível do mar (pressão atmosférica de $1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$). Admitindo-se que a densidade do vinho por ele utilizado fosse $\rho_v = 9,0 \cdot 10^2 \text{ kg/cm}^3$ ou 900 kg/m^3 , qual a altura da coluna de vinho? (adote $g = 10 \text{ m/s}^2$)

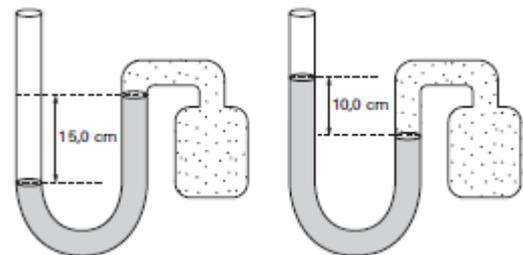
Q.3) Um tubo em U, longo e aberto nas extremidades, contém mercúrio. Em um dos ramos, coloca-se água até que ela alcance a altura de 32 cm; em seguida coloca-se no outro ramo um determinado tipo de óleo até que ele alcance a altura de 6,0 cm. Obtém-se então a configuração final abaixo:



São dadas as densidades do mercúrio, $\rho_{Hg} = 1,4 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$ (com dois algarismos significativos); da água, $\rho_{\text{água}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$; e do óleo, $\rho_{\text{óleo}} = 8,0 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$. Determine o desnível da coluna de

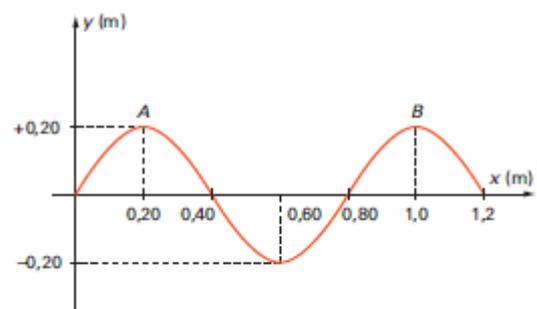
mercúrio entre o nível da base da coluna de água e o nível da coluna de óleo.

Q.4) As figuras representam um manômetro de mercúrio ligado a um recipiente que contém gás. Sendo dados $\rho_0 = 1,01 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ a pressão atmosférica local, $\rho_{Hg} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ a densidade do mercúrio e $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, determine a pressão do gás em cada caso.



FIS II (Assunto – Ondas)

Q.5) A figura abaixo foi obtida a partir de uma foto instantânea de ondas que percorrem uma corda com velocidade de propagação $v = 0,16 \text{ m/s}$.

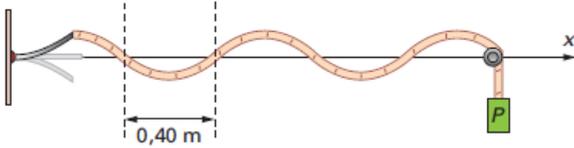


A partir da observação dessa figura, determine:

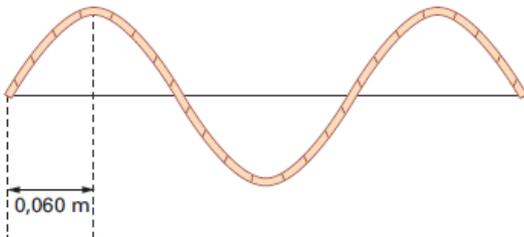
- a) A amplitude e o comprimento dessa onda;
- b) A frequência e o período da onda.

Q.6) Uma fonte oscilante harmônica simples gera um trem de ondas numa corda de densidade linear $\mu = 0,20 \text{ kg/m}$, tracionada pela carga de peso $P = 5,0$

- N. A figura mostra a distância entre dois pontos sucessivos em que essa onda corta o eixo x. Determine:
- A velocidade de propagação dessa onda;
 - A frequência de oscilação da fonte;



- Q.7) Na figura está representado um trecho de uma onda que percorre, com velocidade de propagação $v = 0,12 \text{ m/s}$, a corda homogênea submetida à tração constante.



Determine:

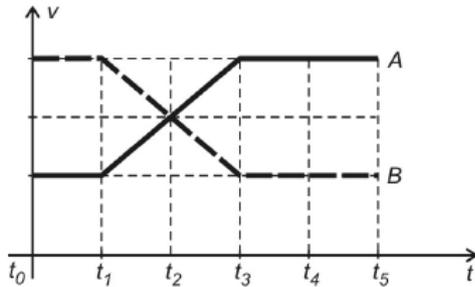
- O comprimento de onda e a frequência;
- O comprimento de onda nessa corda se a frequência da fonte tornar-se dez vezes maior.

GABARITO – Lista 21

- Q.1) $1,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
 Q.2) 11 m
 Q.3) 0,019 m
 Q.4) No primeiro caso: $8 \cdot 10^4 \text{ Pa}$; no segundo caso: $1,14 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
 Q.5) a) $\lambda = 0,80 \text{ m}$ b) $T = 5,0 \text{ s}$
 Q.6) a) $v = 5,0 \text{ m/s}$ b) $f = 6,3 \text{ Hz}$
 Q.7) a) $f = 0,50 \text{ Hz}$ b) $\lambda = 0,024 \text{ m}$

Lista 22

Q.1) Dois móveis, A e B, partindo juntos de uma mesma posição, porém com velocidades diferentes, que variam conforme o gráfico abaixo, irão se encontrar novamente em um determinado instante.



Considerando que os intervalos de tempo $t_1 - t_0$, $t_2 - t_1$, $t_3 - t_2$, $t_4 - t_3$ e $t_5 - t_4$ são todos iguais, os móveis A e B novamente se encontrarão no instante.

- t_4
- t_5
- t_2
- t_3

Q.2) Deseja-se aquecer 1,0L de água que se encontra inicialmente à temperatura de 10°C até atingir 100°C sob pressão normal, em 10 minutos, usando a queima de carvão. Sabendo-se que o calor de combustão do carvão é 6000 cal/g e que 80% do calor liberado na sua queima é perdido para o ambiente, a massa mínima de carvão consumida no processo, em gramas, e a potência média emitida pelo braseiro, em watts, são:

- 15; 600
- 75; 600
- 15; 3000
- 75; 3000

Q.3) Em um recipiente termicamente isolado de capacidade térmica $40,0 \text{ cal}/^\circ\text{C}$ e na temperatura de 25°C são colocados 600 g de gelo a -10°C e uma garrafa parcialmente cheia, contendo 2 L de refrigerante também a 25°C , sob pressão normal.

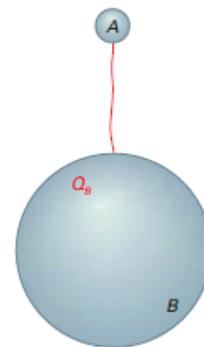
Considerando a garrafa com capacidade térmica desprezível e o refrigerante com características semelhantes às da água, isto é, calor específico na fase líquida $1,0 \text{ cal}/\text{g}^\circ\text{C}$, calor latente de fusão de $80,0 \text{ cal}/\text{g}^\circ\text{C}$ bem como densidade absoluta na fase líquida igual a $1,0 \text{ g}/\text{cm}^3$, a temperatura final de equilíbrio térmico do sistema, em $^\circ\text{C}$, é:

- 3,0
- 0,0
- 3,0
- 5,0

Q.4) Uma esfera condutora de raio $r = 0,10 \text{ m}$ está imersa no vácuo. Determine:

- A capacidade elétrica dessa esfera;
 - A carga armazenada nessa esfera quando ela atinge o potencial de 10.000 V.
- (Dado: constante eletrostática do vácuo, $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$)

Q.5) Na figura estão representadas duas esferas condutoras: a esfera A, de raio $r_A = 1,0 \text{ cm}$, eletricamente neutra, e a esfera B, de raio $r_B = 10 \text{ cm}$, com carga elétrica $Q_B = 6,6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$. Ligam-se essas esferas por um fio condutor. Qual é, depois da ligação:



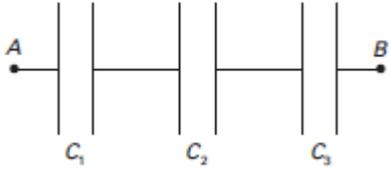
- A carga elétrica de cada esfera?
- A densidade superficial de carga de cada esfera?

Q.6) Um capacitor tem placas paralelas de área $S = 40 \text{ cm}^2$ separadas 2,0 mm uma da outra no vácuo. Determine:

- a capacidade desse capacitor com vácuo entre as placas;
 - a capacidade desse capacitor quando entre as suas placas se coloca uma película de silício;
- (Dados: permissividade elétrica do vácuo: $\epsilon_0 = 8,9 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$; constante dielétrica do silício: $K = 12$)

Q.7) Na figura estão representados três capacitores, de capacidades C_1 , C_2 e C_3 , ligados em série.

Sendo $C_1 = 60 \text{ pF}$, $C_2 = 30 \text{ pF}$, $C_3 = 20 \text{ pF}$, determine:

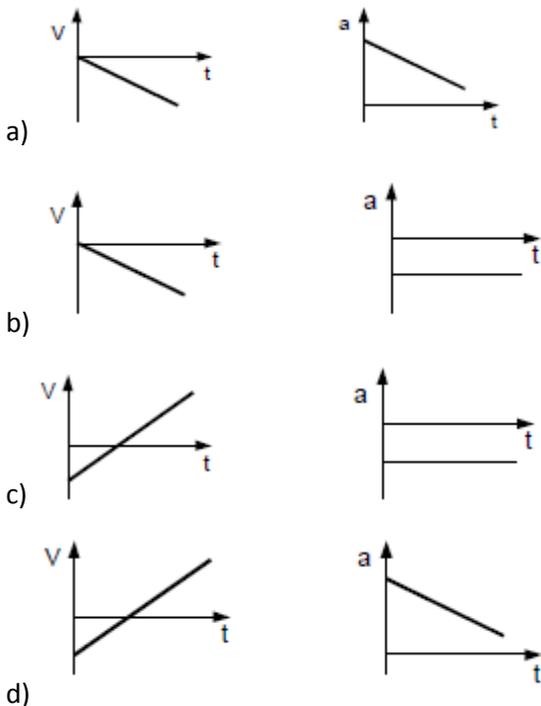


- a) A capacidade C_S do capacitor equivalente a essa associação
 b) A carga em cada placa e a diferença de potencial em cada capacitor quando os terminais A e B da associação têm uma diferença de potencial de 12 V.

Q.8) A atração gravitacional que o Sol exerce sobre a Terra vale $3,5 \cdot 10^{22} \text{ N}$. A massa da Terra vale $6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$. Considerando que a Terra realiza um movimento circular uniforme em torno do Sol, sua aceleração centrípeta (m/s^2) devido a esse movimento é, aproximadamente

- a) $6,4 \cdot 10^2$
 b) $5,8 \cdot 10^{-3}$
 c) $4,9 \cdot 10^{-2}$
 d) $2,1 \cdot 10^3$

Q.9) Uma bomba é abandonada a uma altura de 8 km em relação ao solo. Considerando-se a ação do ar desprezível e fixando-se a origem do sistema de referências no solo, assinale a alternativa correspondente ao conjunto de gráficos que representa qualitativamente a velocidade (V) e a aceleração (a) da bomba, ambas em função do tempo.



Q.10) Um ônibus de 8 m de comprimento, deslocando-se com uma velocidade constante de 36 km/h atravessa uma ponte de 12 m de comprimento. Qual o tempo gasto pelo ônibus, em segundos, para atravessar totalmente a ponte?

- a) 2
 b) 3
 c) 4
 d) 1

Questão-desafio:

Q.11) (EN) No Pan 2007, o rebatedor da seleção brasileira atingiu com seu bastão a bola, de massa igual a 0,125 kg, com uma força $\vec{F} = [(1,50 \cdot 10^6 \text{ N/s}) \cdot t + (3,00 \cdot 10^3 \text{ N})] \cdot \hat{i}$ entre os instantes $t = 0$ e $t = 2,00 \text{ ms}$. Em $t = 0$, a velocidade da bola é $\vec{v} = -(24,0 \hat{i} + 5,00 \hat{j}) \text{ m/s}$. Considerando apenas o peso da bola e a força do bastão sobre a mesma, calcule o vetor velocidade da bola no instante $t = 2,00 \text{ ms}$. Dado: $|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2$

GABARITO

- Q.1) A
 Q.2) D
 Q.3) B
 Q.4) a)
 $C_{est} = 1,1 \cdot 10^{-11} \text{ F}$ (com dois algarismos significativos)
 / b) $Q_{est} = 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ C}$
 Q.5) a) $6,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ / b) $\sigma_B = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ C/m}^2$
 Q.6) a) $C_V = 1,8 \cdot 10^{-11} \text{ F}$ / b) $C_{Si} = 2,2 \cdot 10^{-10} \text{ F}$
 Q.7) a) $C_S = 10 \text{ pF}$ / b) $\Delta V_1 = 2,0 \text{ V}$; $\Delta V_2 = 4,0 \text{ V}$; $\Delta V_3 = 6,0 \text{ V}$
 Q.8) B
 Q.9) B
 Q.10) A
 Q.11) $\vec{v} = [-1,50 \text{ m/s}] \cdot \hat{i} + [-6,25 \text{ m/s}] \cdot \hat{j}$

Lista 23

Q.1) Em um cilindro isolado termicamente por um pistão de peso desprezível encontra-se $m = 30$ g de água a uma temperatura de 0°C . A área do pistão é $S = 512$ cm^2 , a pressão externa é $p = 1$ atm. Determine a que altura, aproximadamente, eleva-se o pistão se o aquecedor elétrico, que se encontra no cilindro, desprende $Q = 24.200$ J.

Dados: despreze a variação do volume de água; 1 cal = $4,2$ J; $R = 0,082$ atm.L/mol.K; $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18$ g/mol; $c_{\text{água}} = 1,0$ cal/g $^\circ\text{C}$; $L_{\text{vapor}} = 540$ cal/g

- a) 1,6 cm
- b) 8,0 cm
- c) 17,0 cm
- d) 25,0 cm
- e) 32,0 cm

Q.2) Um fio de resistência 5Ω e $2,4$ m de comprimento forma um quadrado de 60 cm de lado. Esse quadrado é inserido por completo, com velocidade constante, durante $0,90$ segundos em um campo magnético constante de $10,0$ T (de forma que a área do quadrado seja perpendicular às linhas do campo magnético). A intensidade de corrente que se forma no fio é i_1 .

Outro fio reto de $2,0$ m de comprimento possui uma intensidade de corrente i_2 , quando imerso em um campo magnético constante de módulo $10,0$ T. A força magnética que atua no fio possui módulo $8,0$ N. A direção da força é perpendicular à do fio e à direção do campo magnético. A razão entre os módulos de i_1 e i_2 é:

- a) 0,2
- b) 0,4
- c) 0,5
- d) 2,0
- e) 4,0

Q.3) Em um dia muito quente, em que a temperatura ambiente era de 30°C , Sr. Aldemir pegou um copo com volume de 194 cm^3 de suco à temperatura ambiente e

mergulhou nele dois cubos de gelo de massa 15 g cada. O gelo estava a -4°C e fundiu-se por completo. Supondo que o suco tem o mesmo calor específico e densidade que a água e que a troca de calor ocorra somente entre o gelo e o suco, qual a temperatura final do suco do Sr. Aldemir? Assinale a alternativa CORRETA.

Dados: $c_{\text{água}} = 1,0$ cal/g $^\circ\text{C}$; $c_{\text{gelo}} = 0,5$ cal/g $^\circ\text{C}$; e $L_{\text{gelo}} = 80$ cal/g

- a) 0°C
- b) 2°C
- c) 12°C
- d) 15°C
- e) 26°C

Q.4) Uma partícula com carga elétrica de $5,0 \times 10^{-6}$ C é acelerada entre duas placas planas e paralelas, entre as quais existe uma diferença de potencial de 100 V. Por um orifício na placa, a partícula escapa e penetra em um campo magnético de indução magnética uniforme de valor igual a $2,0 \times 10^{-2}$ T, descrevendo uma trajetória circular de raio igual a 20 cm. Admitindo que a partícula parte do repouso de uma das placas e que a força gravitacional seja desprezível, qual é a massa da partícula?

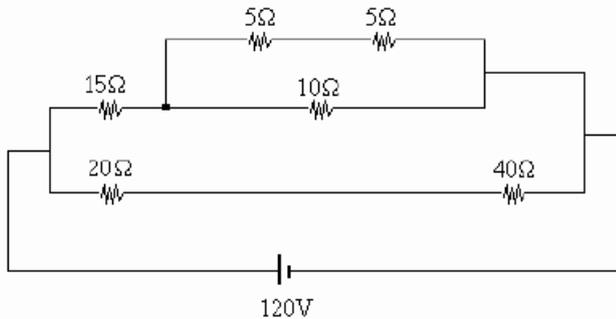
- a) $1,4 \times 10^{-14}$ kg
- b) $2,0 \times 10^{-14}$ kg
- c) $4,0 \times 10^{-14}$ kg
- d) $2,0 \times 10^{-13}$ kg
- e) $4,0 \times 10^{-13}$ kg

Q.5) Dois móveis P e T com massas de $15,0$ kg e $13,0$ kg, respectivamente, movem-se em sentidos opostos com velocidades $V_p = 5,0$ m/s e $V_T = 3,0$ m/s, até sofrerem uma colisão unidimensional, parcialmente elástica de coeficiente de restituição $e = \frac{3}{4}$. Determine a intensidade de suas velocidades após o choque.

- a) $V_T = 5$ m/s e $V_P = 3,0$ m/s
- b) $V_T = 4,5$ m/s e $V_P = 1,5$ m/s

- c) $V_T = 3,0 \text{ m/s}$ e $V_P = 1,5 \text{ m/s}$
 d) $V_T = 1,5 \text{ m/s}$ e $V_P = 4,5 \text{ m/s}$
 e) $V_T = 1,5 \text{ m/s}$ e $V_P = 3,0 \text{ m/s}$

Q.6) Observe o circuito.



No circuito acima pode-se afirmar que a corrente que atravessa o resistor de 10Ω , em ampères, vale:

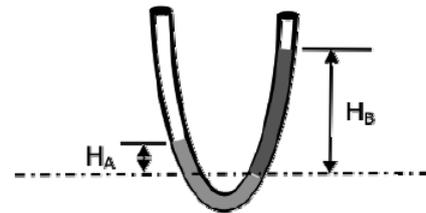
- a) 3
 b) 6
 c) 8
 d) 10
 e) 12

Q.7) Um painel coletor de energia solar para aquecimento residencial de água, com 60% de eficiência, tem superfície coletora com área útil de 20 m^2 . A água circula em tubos fixados sob a superfície coletora. Suponha que a intensidade da energia solar incidente seja de $2,0 \times 10^3 \text{ w/m}^2$ e que a vazão de suprimento de água aquecida seja de 6,0 litros por minuto. Assinale a opção que indica aproximadamente a variação da temperatura da água.

Dados: $c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$; e $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$

- a) $12,2^\circ\text{C}$
 b) $22,7^\circ\text{C}$
 c) $37,3^\circ\text{C}$
 d) $45,6^\circ\text{C}$
 e) $57,1^\circ\text{C}$

Q.8) Um tubo em forma de U, aberto nas duas extremidades, possui um diâmetro pequeno e constante. Dentro do tubo há dois líquidos A e B, incompressíveis, imiscíveis, e em equilíbrio. As alturas das colunas dos líquidos, acima da superfície de separação, são $H_A = 35,0 \text{ cm}$ e $H_B = 50,0 \text{ cm}$. Se a densidade de A vale $\rho_A = 1,4 \text{ g/cm}^3$, a densidade do líquido B, em g/cm^3 , vale:



- a) 0,980
 b) 1,00
 c) 1,02
 d) 1,08
 e) 1,24

GABARITO

- Q.1) D
 Q.2) B
 Q.3) D
 Q.4) E
 Q.5) D
 Q.6) A
 Q.7) E
 Q.8) A

Lista 24

Q.1) É fato conhecido que, ao mergulhar em água, a pressão aumenta em 1 atm aproximadamente a cada 10 metros de profundidade. Suponha que um mergulhador, a serviço da PETROBRAS na bacia de campos, trabalhe a 130 metros de profundidade, ou seja, a pressão total sobre ele é de cerca de 14 atmosferas (considerando a pressão atmosférica). Assim sendo, a força normal exercida sobre cada cm^2 do seu corpo vale (em N), aproximadamente: (dado: $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$)

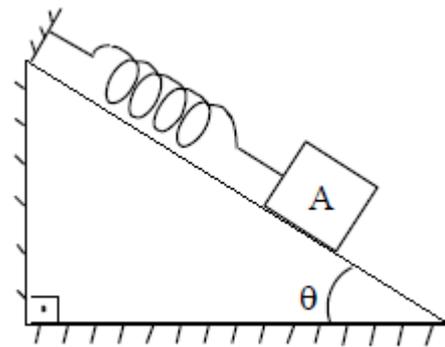
- a) 14
- b) 140
- c) 1400
- d) 14000
- e) 140000

Q.2) Qual a variação de velocidade sofrida por um carro que possui aceleração escalar constante de $-3,7 \text{ m/s}^2$ durante 10 segundos?

Q.3) Um purificador de óleo de bordo que possui um disco giratório de diâmetro 62 cm gira a 7200 rpm. A quantidade de movimento (em kg.m/s) tangencial imposta a uma partícula sólida de impureza de massa 15 g, posicionada a 1 cm da borda do disco é, aproximadamente:

- a) 0,11
- b) 0,23
- c) 0,36
- d) 0,45
- e) 0,54

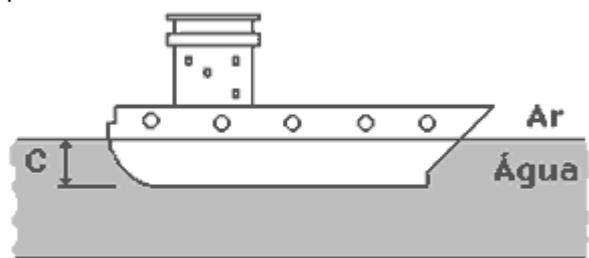
Q.4) Um bloco A de peso P encontra-se em repouso preso a uma mola ideal de constante elástica K sobre um plano inclinado perfeitamente liso conforme a figura abaixo.



Nesta situação, o alongamento da mola será de:

- a) $\frac{P \cos(\theta)}{K}$
- b) $\frac{P \sin(\theta)}{K}$
- c) $\frac{P \tan(\theta)}{K}$
- d) $\frac{K \sin(\theta)}{P}$
- e) $\frac{P}{K \cos(\theta)}$

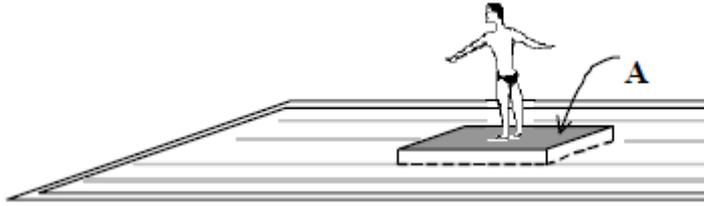
Q.5) Um Oficial mercante está no porto olhando para um navio ancorado em águas transparentes e vê o navio com um calado (distância do fundo do navio à linha d'água) de 8,16 m. No entanto, o Oficial sabe que o calado **C** verdadeiro desse navio é de, aproximadamente:



(Dado/dica: índice de refração da água em relação ao ar igual a 1,20. Assuma $\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} \cong \frac{\tan(\alpha)}{\tan(\beta)}$ para α e β próximos)

- a) 9,79 m
- b) 8,60 m
- c) 6,80 m
- d) 5,60 m
- e) 1,20 m

Q.6) Uma pessoa de 80kg pretende usar um bloco retangular homogêneo de madeira de 20 cm de espessura para flutuar numa piscina olímpica, de modo a ficar com seu corpo totalmente fora d'água. Qual a menor área A possível para esse bloco?



Dados:

Massa específica da madeira = 600 kg/m^3

$g = 10 \text{ m/s}^2$

Densidade da água = $1,0 \text{ g/cm}^3$

Considere que a água da piscina está parada e há ausência de vento, de modo a não prejudicar o experimento.

- a) $0,5 \text{ m}^2$
- b) $1,2 \text{ m}^2$
- c) $1,0 \text{ m}^2$
- d) $0,8 \text{ m}^2$
- e) $0,6 \text{ m}^2$

Q.7) Um balão sobe verticalmente, em movimento retilíneo e uniforme, com velocidade escalar de 10 m/s . Quando ele está a 20 m do solo uma pedra é abandonada do balão. A altura máxima, em relação ao solo, atingida pela pedra é:

Adote: $g = 10 \text{ m/s}^2$ (desprezar a resistência do ar)

- a) $25,0 \text{ m}$
- b) $31,25 \text{ m}$
- c) $21,0 \text{ m}$
- d) $22,5 \text{ m}$
- e) $20,0 \text{ m}$

Q.8) Duas partículas de massas iguais movem-se sobre um plano horizontal com superfície totalmente lisa, em trajetórias perpendiculares entre si, com velocidades também iguais de módulo $20\sqrt{2} \text{ m/s}$. Em determinado instante ocorre uma colisão e passam a se movimentar juntas. A velocidade das partículas, após a colisão, em m/s é de:

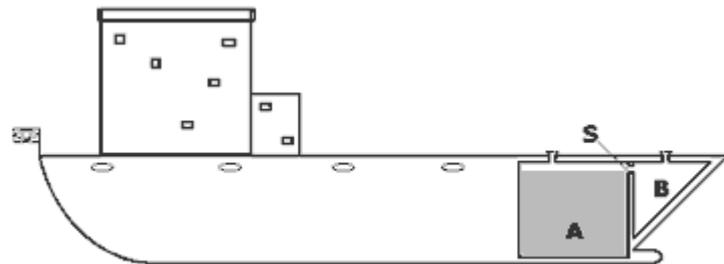
Obs.: desconsidere o atrito do ar.

- a) 20
- b) $10\sqrt{2}$
- c) 10
- d) $40\sqrt{2}$
- e) $20\sqrt{2}$

Q.9) Romeu vai de bicicleta a casa de sua namorada, Julieta. A distância percorrida por ele é 900 m . Se ele vai de bicicleta a uma velocidade de 18 km/h , quanto tempo, em minutos, Romeu gasta para chegar à casa de Julieta?

Q.10) Um navio petroleiro recebe uma carga de petróleo de $2,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de uma plataforma de extração de petróleo em águas profundas. Seu tanque A está completamente cheio desse combustível cuja temperatura é 12°C . Existe uma ligação deste tanque ao tanque B, vazio (veja o desenho acima), por meio de uma abertura S. Sabe-se que um barril de petróleo equivale a 160 litros . Ao descarregar sua carga no Rio de Janeiro, a uma temperatura de 34°C , observou-se que extravasou para o tanque B uma quantidade de 4950 barris de petróleo. Neste caso, o coeficiente de dilatação volumétrica do petróleo é:

(dado: coeficiente de dilatação linear do aço que são feitos os tanques do navio = $1,2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)



- a) $1,8 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- b) $3,0 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- c) $3,6 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- d) $4,8 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- e) $5,4 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

GABARITO

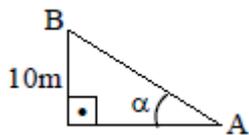
- Q.1) B
- Q.2) -37 m/s
- Q.3) E
- Q.4) B
- Q.5) A
- Q.6) C
- Q.7) A
- Q.8) A
- Q.9) 3 min
- Q.10) B

Lista 25

Q.1) A hélice de um determinado avião gira a 1800 rpm (rotações por minuto). Qual a frequência, em hertz, dessa hélice?

- a) 30
- b) 60
- c) 90
- d) 180

Q.2) Uma esteira rolante liga os pontos A e B conforme a figura a seguir. Para transportar do ponto A até o ponto B, em 20 s, caixas com uma velocidade igual a 1 m/s, a inclinação α dessa esteira em relação a horizontal deve ser igual a _____ graus.



- a) 90
- b) 60
- c) 45
- d) 30

Q.3) Os participantes de corrida de rua costumam estabelecer sua performance pela razão entre o tempo e o deslocamento percorrido em um trecho da prova. A tabela a seguir relaciona as informações de um desses corredores em função do tempo. A aceleração média, conforme a definição física de aceleração, desse corredor entre os instantes 12 e 18 minutos, em km/min^2 , foi de

Performance (min/km)	4	5	6	5
Tempo (min)	6	12	18	24

- a) -1/180
- b) -1/6
- c) 1/180
- d) 1/6

Q.4) Calcule a velocidade tangencial, em km/h , do movimento de translação do planeta Terra em torno do Sol.

Para esse cálculo considere:

1- Que a luz do Sol leva 8 minutos para chegar até a Terra.

2- A velocidade da luz no vácuo igual a $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

3- As dimensões da Terra e do Sol devem ser desprezadas.

4- O raio do movimento circular da Terra em torno do Sol como a distância que a luz percorre em 8 minutos.

5- O movimento da Terra em torno do Sol como sendo um Movimento Circular Uniforme (MCU).

6- O valor de $\pi = 3$.

7- Um ano = 360 dias.

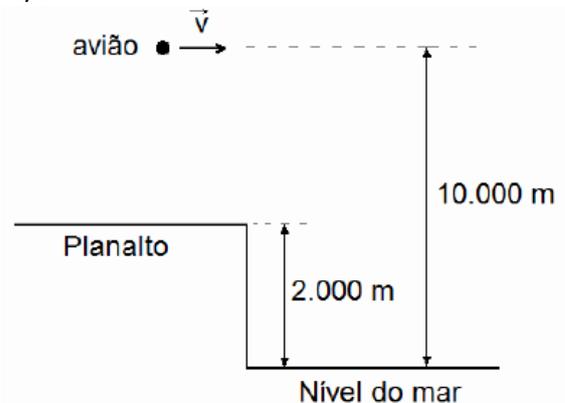
- a) 10.000
- b) 24.000
- c) 36.000
- d) 100.000

Q.5) Das alternativas abaixo, assinale aquela que corresponde à unidade derivada no Sistema Internacional de Unidades para a grandeza ENERGIA.

- a) $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$
- b) $\text{kg}^2 \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$
- c) $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- d) $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Q.6) Um avião, de 200 toneladas desloca-se horizontalmente, ou seja, sem variação de altitude, conforme o desenho. A energia potencial do avião, considerado nesse caso como um ponto material, em relação ao planalto é de _____ 10^9 J .

Considere o valor da aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$



- a) 2,0
- b) 4,0
- c) 16,0
- d) 20,0

Q.7) Um soldado de massa igual a 60 kg está pendurado em uma corda. Por estar imóvel, ele é atingido por um projétil de 50 g disparado por um rifle. Até o instante do impacto, esse projétil possuía velocidade de módulo igual a 400 m/s e trajetória horizontal. O módulo da velocidade do soldado, logo após ser atingido pelo projétil é aproximadamente _____ m/s.

Considere:

- 1- a colisão perfeitamente inelástica,
- 2- o projétil e o soldado formam um sistema isolado, e
- 3- que o projétil ficou alojado no colete de proteção utilizado pelo soldado e, portanto, o mesmo continuou vivo e dependurado na corda após ser atingido.

- a) 0,15
- b) 1,50
- c) 0,33
- d) 3

Q.8) O desenho a seguir representa as forças que atuam em uma aeronave de 100 toneladas (combustível + passageiros + carga + avião) durante sua subida mantendo uma velocidade com módulo constante e igual a 1080 km/h e com um ângulo igual a 30° em relação à horizontal. Para manter essa velocidade e esse ângulo de subida, a potência gerada pela força de tração produzida pelo motor deve ser igual a _____ 10^6 watts.

Considere:

- 1) \vec{T} = força de tração estabelecida pelo motor,
- 2) \vec{S} = força de sustentação estabelecida pelo fluxo de ar nas asas,
- 3) \vec{P} = força peso,
- 4) \vec{R} = força de arrasto estabelecida pela resistência do ar ao deslocamento do avião. Considerada nessa questão igual a zero.

5) O módulo da aceleração da gravidade constante e igual a 10 m/s^2

- a) $300\sqrt{3}$
- b) $150\sqrt{3}$
- c) 300
- d) 150

Q.9) Os radares são equipamentos imprescindíveis nos sistemas de controle de tráfego aéreo dos aeroportos modernos.

Os radares funcionam pelo princípio da reflexão de ondas eletromagnéticas em objetos metálicos.

Considere: a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas, no ar, como $v = 300.000 \text{ km/s}$; e

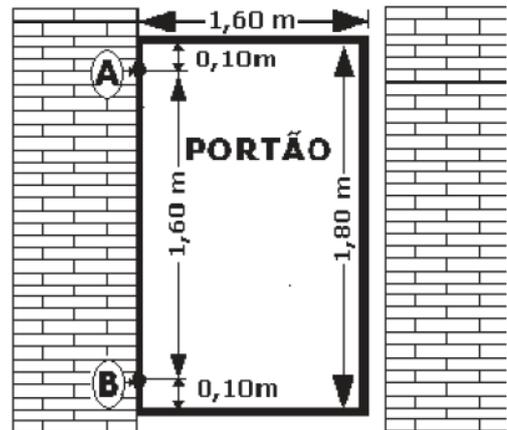
– que o avião está a 150 km de distância da antena.

O intervalo de tempo entre o envio da onda pela antena do radar e o recebimento pela mesma antena do sinal refletido no avião é, em milissegundos, igual a _____.

- a) 0,5
- b) 1,0
- c) 1,5
- d) 2,0

Q.10) Um portão maciço e homogêneo de 1,60 m de largura e 1,80 m de comprimento, pesando 800 N está fixado em um muro por meio das dobradiças "A", situada a 0,10 m abaixo do topo do portão, e "B", situada a 0,10 m de sua parte inferior. A distância entre as dobradiças é de 1,60 m conforme o desenho abaixo. Elas têm peso e dimensões desprezíveis, e cada dobradiça suporta uma força cujo módulo da componente vertical é metade do peso do portão.

Considerando que o portão está em equilíbrio, e que o seu centro de gravidade está localizado em seu centro geométrico, o módulo da componente horizontal da força em cada dobradiça "A" e "B" vale, respectivamente:



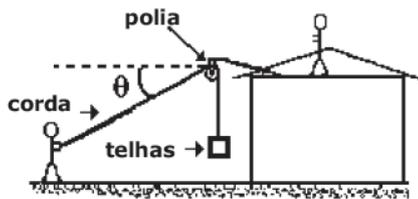
desenho ilustrativo - fora de escala

- a) 130N e 135N
- b) 135N e 135N
- c) 400N e 400N
- d) 450N e 450N
- e) 600N e 650N

Q.11) Um trabalhador da construção civil tem massa de 70 kg e utiliza uma polia e uma corda ideais e sem atrito para transportar telhas do solo até a cobertura de uma residência em obras, conforme desenho abaixo.

O coeficiente de atrito estático entre a sola do sapato do trabalhador e o chão de concreto é $\mu_e = 1,0$ e a massa de cada telha é de 2 kg.

Dados: Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$;
 $\cos\theta = 0,8$; $\sin\theta = 0,6$;

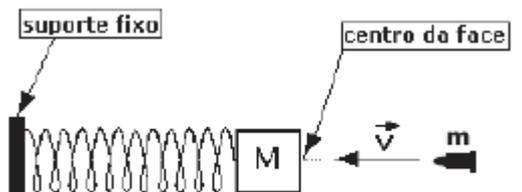


desenho ilustrativo - fora de escala

- a) 30
- b) 25
- c) 20
- d) 16
- e) 10

Q.12) Um bloco de massa $M = 180 \text{ g}$ está sobre uma superfície horizontal sem atrito, e prende-se à extremidade de uma mola ideal de massa desprezível e constante elástica igual a $2 \cdot 10^3 \text{ N/m}$. A outra extremidade da mola está presa a um suporte fixo, conforme mostra o desenho. Inicialmente o bloco se encontra em repouso e a mola no seu comprimento natural, isto é, sem deformação.

Um projétil de massa $m = 20 \text{ g}$ é disparado horizontalmente contra o bloco, que é de fácil penetração. Ele atinge o bloco no centro de sua face, com velocidade de $v = 200 \text{ m/s}$. Devido ao choque, o projétil aloja-se no interior do bloco. Desprezando a resistência do ar, a compressão máxima da mola é de:



desenho ilustrativo - fora de escala

- a) 10,0 cm
- b) 12,0 cm
- c) 15,0 cm
- d) 20,0 cm
- e) 30,0 cm

GABARITO

- Q.1) A
- Q.2) D
- Q.3) A
- Q.4) D
- Q.5) A
- Q.6) C
- Q.7) C
- Q.8) D
- Q.9) B
- Q.10) C
- Q.11) B
- Q.12) D

TURMA:

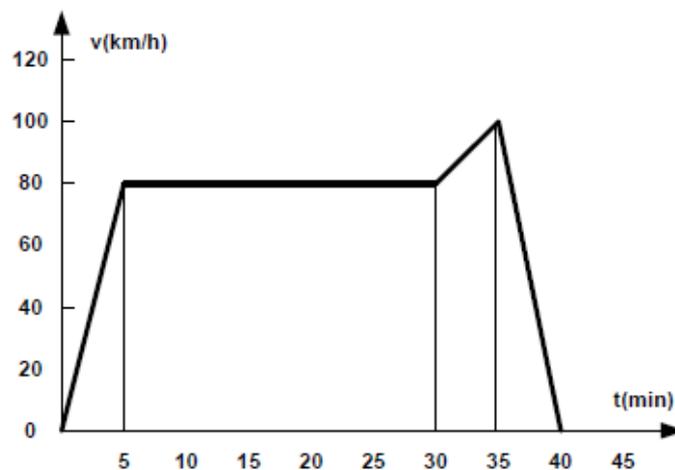
NOME:

1º SIMULADO DE FÍSICA

21. Se num movimento acontecer que a velocidade escalar instantânea seja igual à velocidade escalar média, em qualquer intervalo de tempo, teremos então que o movimento é:
- (A) retardado
 - (B) uniforme
 - (C) necessariamente progressivo
 - (D) acelerado
 - (E) retilíneo e uniforme
22. Uma composição ferroviária com 1 locomotiva e 14 vagões desloca-se à velocidade constante de 10 m/s. Tanto a locomotiva quanto cada vagão medem 12 m. Então, quanto tempo ela demorará para atravessar um viaduto com 200 m de comprimento?
- (A) 21,2 s
 - (B) 35 s
 - (C) 38 s
 - (D) 36,8 s
 - (E) 37 s
23. (MACKENZIE-SP) Um motorista deseja fazer uma viagem de 230 km em 2,5 horas. Se na primeira hora ele viajar com velocidade média de 80 km/h, a velocidade média no restante do percurso deve ser de:
- (A) 120 km/h
 - (B) 110 km/h
 - (C) 100 km/h
 - (D) 90 km/h
 - (E) 85 km/h
24. Dois pontos materiais A e B percorrem a mesma trajetória, no mesmo sentido, com movimentos uniformes. O móvel A parte no instante $t = 0$ com velocidade escalar 6,0 m/s; o móvel B parte do mesmo ponto, 2,0 s depois, com velocidade escalar 10 m/s. Depois de quanto tempo, após a partida de A, os móveis se encontrarão?
- (A) $t = 4,0$ s
 - (B) $t = 5,0$ s
 - (C) $t = 3,5$ s
 - (D) $t = 2,7$ s
 - (E) $t = 1,8$ s

25. Um indivíduo dispara um projétil com velocidade de 200 m/s sobre um alvo. Ele ouve o impacto do projétil no alvo, 2,7s depois do disparo. Sabendo-se que a velocidade do som no ar é de 340 m/s, qual a distância do indivíduo ao alvo?
- (A) $d = 280$ m
 (B) $d = 200$ m
 (C) $d = 140$ m
 (D) $d = 340$ m
 (E) $d = 300$ m
26. De duas localidades A e B ligadas por uma estrada reta de 5,0 km de comprimento, partem simultaneamente dois trens, um ao encontro do outro, com velocidades escalares de valor absoluto iguais a 5,0 km/h. No instante da partida, uma vespa, que estava pousada na parte dianteira de um dos trens, parte voando em linha reta, ao encontro do outro trem, com velocidade escalar de valor absoluto 8,0 km/h. Ao encontrar o outro trem, a vespa volta imediatamente, encontrando o primeiro trem, e rapidamente retorna, mantendo constante o valor absoluto da sua velocidade escalar. E assim prossegue nesse vaivém até que os dois trens se encontram e esmagam a vespa. Qual a distância que a vespa percorreu?
- (A) $d = 10,0$ km
 (B) $d = 5,0$ km
 (C) $d = 5,7$ km
 (D) $d = 8,0$ km
 (E) $d = 4,0$ km

27. (EFOMM 2015) Um carro se desloca, partindo do repouso, segundo o gráfico dado:



O espaço total percorrido é de, aproximadamente:

- (A) 48,3 km
 (B) 52,8 km
 (C) 55,7 km
 (D) 59,4 km
 (E) 61,5 km
28. (EEAR 2014) Um avião decola de uma cidade em direção a outra, situada a 1000 km de distância. O piloto estabelece a velocidade normal do avião para 500 km/h e o tempo de voo desconsiderando a ação de qualquer vento.
- Porém, durante todo o tempo do voo estabelecido, o avião sofre a ação de um vento no sentido contrário, com velocidade de módulo igual a 50 km/h.

TURMA:

NOME:

Decorrido, exatamente, o tempo inicialmente estabelecido pelo piloto, a distância que o avião estará do destino, em km, é de:

- (A) 50
- (B) 100
- (C) 200
- (D) 900
- (E) 0

29. (EFOMM 2014) Considere a velocidade da luz no ar 3×10^8 m/s e a velocidade do som no ar 340 m/s. Um observador vê um relâmpago e, 3 segundos depois, ele escuta o trovão correspondente. A distância que o observador está do ponto em que caiu o raio é de aproximadamente:

- (A) 0,3 km
- (B) 0,6 km
- (C) 1 km
- (D) 3 km
- (E) 5 km

30. (EEAR 2014) Numa pista circular de 100 m de diâmetro um corredor A, mantendo o módulo da velocidade tangencial constante de valor igual a 6 m/s, corre durante 5 min, completando várias voltas. Para que um corredor B, correndo nesta mesma pista, saindo do mesmo ponto e durante o mesmo tempo, consiga completar duas voltas a mais que o corredor A é necessário que este mantenha uma velocidade tangencial de módulo constante e igual a, no mínimo: ($\pi \cong 3,14$)

- (A) 8 m/s
- (B) 9 m/s
- (C) 10 m/s
- (D) 12 m/s
- (E) 11 m/s

31. (ITA) O verão de 1994 foi particularmente quente nos Estados Unidos da América. A diferença entre a máxima temperatura do verão e a mínima do inverno anterior foi de 60°C . Qual o valor desta diferença na escala Fahrenheit?

- (A) 33°F
- (B) 60°F
- (C) 92°F
- (D) 108°F
- (E) 140°F

32. (UF - Londrina) Uma escala termométrica E adota os valores -10°E para o ponto de gelo e 240°E para o ponto de vapor. Qual a indicação que na escala E corresponde a 30°C ?

- (A) 65°E
- (B) 55°E
- (C) 66°E
- (D) 54°E
- (E) 38°E

Final Da Prova De Física

GABARITO 1º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

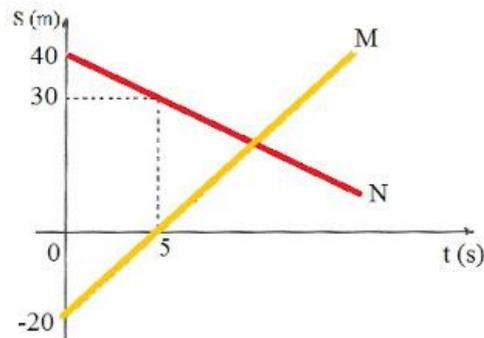
= F I M =



TURMA:

NOME:

3º SIMULADO DE FÍSICA



21. (ESPCEX) Dois móveis, M e N, deslocam-se numa mesma reta. Suas posições, em função do tempo, estão registradas no gráfico:

Com base nele, o encontro dos móveis M e N se dá no instante:

- (A) 10 s
- (B) 5 s
- (C) 20 s
- (D) 8 s
- (E) 30 s

22. Dois trens, de comprimentos 276 m e 324 m, movem-se em trilhos paralelos e no mesmo sentido. O trem A, que está mais à frente, tem velocidade constante de 20 m/s, enquanto o trem B tem velocidade constante de 30 m/s. No instante em que se inicia a ultrapassagem, o maquinista do trem B é avisado que no seu trilho caminha um outro trem C no sentido oposto ao seu e que existe um cruzamento que permite a mudança para outro trilho alguns metros à frente, mas ele precisa obrigatoriamente entrar na frente de A, que já se move nesse trilho. No instante da mensagem, o trem A encontra-se a 400 m da passagem e o trem C, que está a 200 m dela, tem velocidade 10 m/s e aceleração 2 m/s^2 . Dessa forma, qual deve ser a menor aceleração possível, imposta ao trem B, imediatamente no instante da mensagem, a fim de evitar qualquer acidente. Despreze a distância entre os trilhos paralelos:

- (A) $2,0 \text{ m/s}^2$
- (B) $6,2 \text{ m/s}^2$
- (C) $8,0 \text{ m/s}^2$
- (D) $14,0 \text{ m/s}^2$
- (E) $16,5 \text{ m/s}^2$

23. (ITA) Um móvel A parte da origem O, com velocidade inicial nula, no instante $t_0 = 0$ e percorre o eixo Ox com aceleração constante a . Após um intervalo de tempo Δt , contado a partir da saída de A, um segundo móvel B parte de O com uma aceleração igual a $n \cdot a$, sendo $n > 1$, B alcançará A no instante:

(A) $t = \left(\frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n}-1} + 1 \right) \Delta t$

(B) $t = \left(\frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n}-1} - 1 \right) \Delta t$

(C) $t = \left(\frac{\sqrt{n}-1}{\sqrt{n}} \right) \Delta t$

(D) $t = \left(\frac{\sqrt{n}+1}{\sqrt{n}} \right) \Delta t$

(E) $t = \left(\frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n}-1} \right) \Delta t$

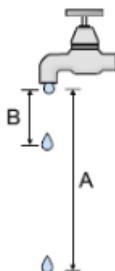
24. Um batalhão de infantaria sai do quartel para uma marcha de exercícios às 5 horas da manhã, ao passo de 5 km/h. Depois de uma hora e meia, uma ordenança sai do quartel de jipe para levar uma informação ao comandante da marcha, ao longo da mesma estrada e a 80 km/h. Quantos minutos a ordenança levará para alcançar o batalhão?

- (A) 11 min
 (B) 1 min
 (C) 5,625 min
 (D) 3,5 min
 (E) 6 min

25. Um trem de 100 m de comprimento, com velocidade escalar de 30 m/s, começa a frear com aceleração escalar constante de módulo 22 m/s, no instante em que inicia a ultrapassagem de um túnel. Esse trem para no momento em que seu último vagão está saindo do túnel. O comprimento do túnel é:

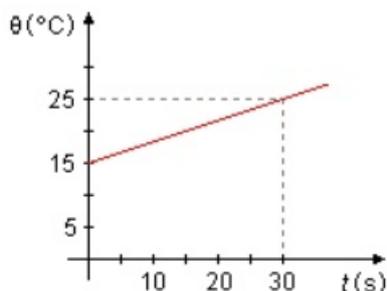
- (A) 25 m
 (B) 50 m
 (C) 75 m
 (D) 100 m
 (E) 125 m

26. Uma torneira mal fechada pinga a intervalos de tempo iguais. A figura mostra a situação no instante em que uma das gotas está se soltando. Supondo que cada pingo abandone a torneira com velocidade nula e desprezando a resistência do ar, pode-se afirmar que a razão A/B entre as distâncias A e B mostradas na figura (fora de escala) vale:



- (A) 2
 (B) 3
 (C) 4
 (D) 5
 (E) 6

27. Um corpo de massa 200 g é aquecido durante 30 segundos por uma fonte de calor que fornece uma potência de 210 W a uma taxa constante. Dado o gráfico da temperatura em função do tempo, determine a capacidade térmica do corpo, em $\text{cal} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$, sabendo que $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$. (Lembrete: $1 \text{ Watt} = 1 \text{ Joule/segundo}$).



- (A) 14
 (B) 0,075
 (C) 15
 (D) 4
 (E) 10

28. Determine o calor necessário para transformar 100 g de gelo a -10°C em 100 g de vapor a 100°C . Dados: calor específico do gelo: $c_g = 0,5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$;

calor latente de fusão: $L_F = 80 \text{ cal/g}$;

calor específico da água: $c_a = 1,0 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$;

calor latente de vaporização: $L_V = 540 \text{ cal/g}$.

- (A) 70.000 cal
 (B) 78.000 cal
 (C) 72.500 cal
 (D) 64.000 cal
 (E) 10.000 cal

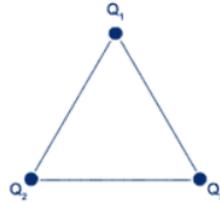
29. Uma placa metálica quadrada é dobrada de modo a formar um cilindro (sem fundo e sem tampa). O volume no interior desse cilindro é 18 litros. Ao ter sua temperatura aumentada de 40°C , a placa dilata de forma que sua área aumenta de 72 mm^2 . Considerando-se $\pi = 3$, o coeficiente de dilatação linear do material do qual a placa é constituída vale, em $^\circ\text{C}^{-1}$,

- (A) $5,0 \times 10^{-6}$
 (B) $2,5 \times 10^{-6}$
 (C) $5,0 \times 10^{-7}$
 (D) $2,5 \times 10^{-7}$
 (E) $5,0 \times 10^{-8}$

30. Um recipiente de vidro ($\gamma = 5,10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$), de volume igual a 100 dm^3 está completamente cheio de álcool à temperatura ambiente (20°C). Ao ser aquecido a 60°C , nota-se que foram derramados $0,2 \text{ dm}^3$. Calcule a dilatação real do líquido. (Lembrete: $\gamma_{ap} = \gamma_{líq} + \gamma_{rec}$ e $\Delta V_{real} = \Delta V_{ap} + \Delta V_{rec}$)

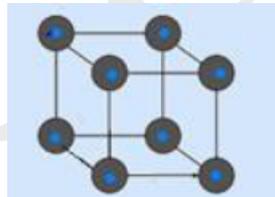
- (A) 36 dm^3
- (B) 25 dm^3
- (C) 30 dm^3
- (D) 28 dm^3
- (E) 15 dm^3

31. Três partículas com cargas $Q_1 = +5 \times 10^{-6}$, $Q_2 = -4 \times 10^{-6}$ e $Q_3 = +6 \times 10^{-6}$ são colocadas sobre um triângulo equilátero de lado $d = 50 \text{ cm}$, conforme figura abaixo. Calcule a força resultante em Q_3 . (Dados: $9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$, $\text{sen}(120) = 0,866$ e $\text{cos } 120 = -0,5$)



- (A) $1,687 \text{ N}$
- (B) 1 N
- (C) $1,5 \text{ N}$
- (D) 2 N
- (E) $2,862 \text{ N}$

32. (FGV) Posicionadas rigidamente sobre os vértices de um cubo de aresta 1 m , encontram-se oito cargas elétricas positivas de mesmo módulo. Sendo k o valor da constante eletrostática do meio que envolve as cargas, a força resultante sobre uma nona carga elétrica também positiva e de módulo igual ao das oito primeiras, abandonada em repouso no centro do cubo, terá intensidade:



- (A) zero
- (B) $k \cdot Q^2$
- (C) $\sqrt{2} \cdot k \cdot Q^2$
- (D) $4 \cdot k \cdot Q^4$
- (E) $8 \cdot k \cdot Q^2$

Final Da Prova De Física

GABARITO 2º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

= F I M =



TURMA:

NOME:

3º SIMULADO DE FÍSICA

21. Um trem de 150 m de comprimento se desloca com velocidade escalar constante de 16 m/s. Esse trem atravessa um túnel e leva 50 s desde a entrada até a saída completa de dentro dele. O comprimento do túnel é de:

- (A) 500 m
- (B) 650 m
- (C) 800 m
- (D) 950 m
- (E) 1100 m

22. Um móvel descreve um movimento retilíneo uniformemente acelerado. Ele parte da posição inicial igual a 40 m com uma velocidade de 30 m/s, no sentido contrário à orientação positiva da trajetória, e sua aceleração é de 10 m/s² no sentido positivo da trajetória. A posição do móvel no instante 4 s é:

- (A) 0 m
- (B) 40 m
- (C) 80 m
- (D) 100 m
- (E) 240 m

23. (AFA 2008) Um corpo é abandonado do repouso de uma altura h acima do solo. No mesmo instante, outro é lançado para cima, a partir do solo, segundo a mesma vertical, com velocidade v . Sabendo que os corpos se encontram na metade da altura da descida do primeiro, pode-se afirmar que h vale:

- (A) $\frac{v}{g}$
- (B) $\frac{v^2}{g}$
- (C) $\left(\frac{v}{g}\right)^{1/2}$
- (D) $\left(\frac{v}{g}\right)^2$
- (E) $\left(\frac{2v}{g}\right)$

24. Qual é a temperatura na escala Fahrenheit que corresponde a 40°C:

- (A) 313
- (B) 4,444

- (C) 39,2
 (D) 2,25
 (E) 104

25. Uma bolsa térmica com 500 g de água à temperatura inicial de 60 °C é empregada para tratamento da dor nas costas de um paciente. Transcorrido um certo tempo desde o início do tratamento, a temperatura da água contida na bolsa é de 40 °C. Considerando que o calor específico da água é 1 cal/(g·°C), e supondo que 60% do calor cedido pela água foi absorvido pelo corpo do paciente, a quantidade de calor recebidas pelo paciente no tratamento foi igual a:

- (A) 2000
 (B) 4000
 (C) 6000
 (D) 8000
 (E) 10000

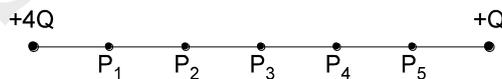
26. Para que um corpo de 820 cm³ de volume sofra uma dilatação de 300 cm³, qual deve ser a variação de temperatura do corpo sabendo que o coeficiente de dilatação linear desse corpo é de $300 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$?

- (A) 310°C
 (B) 489°C
 (C) 406,5°C
 (D) 398°C
 (E) 387°C

27. Uma esfera metálica tem carga elétrica negativa de valor igual a $3,2 \cdot 10^{-4} \text{ C}$. Sendo a carga do elétron igual a $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, pode-se concluir que a esfera contém:

- (A) $2 \cdot 10^{15}$ elétrons
 (B) 200 elétrons
 (C) um excesso de $2 \cdot 10^{15}$ elétrons
 (D) $2 \cdot 10^{10}$ elétrons
 (E) um excesso de $2 \cdot 10^{10}$ elétrons

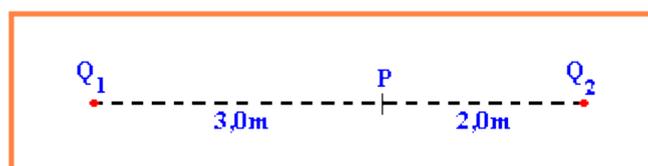
28. Duas cargas elétricas +4Q e +Q estão fixadas nas posições indicadas no esquema.



De acordo com o esquema, a força eletrostática resultante exercida por essas cargas sobre uma carga de prova será nula se esta for colocada no ponto:

- (A) P1
 (B) P2
 (C) P3
 (D) P4
 (E) P5

29. Determine a intensidade do campo elétrico resultante no ponto P, sabendo que ele foi gerado exclusivamente pelas duas cargas elétricas da figura.



Temos ainda: $Q_1 = +9,0\text{nC}$; $Q_2 = +4,0\text{nC}$; $K_0 = 9,0 \cdot 10^9$ unid. SI; o meio é vácuo.

- (A) $E = 1$
- (B) $E = 5$
- (C) $E = 0$
- (D) $E = 2$
- (E) $E = 6$

30. Um pequeno objeto é largado do 15° andar de um edifício e cai, com atrito do ar desprezível, sendo visto 1s após o lançamento passando em frente à janela do 14° andar. Em frente à janela de qual andar ele passará 2 s após o lançamento? Admita $g = 10\text{m/s}^2$.

- (A) 8°
- (B) 9°
- (C) 10°
- (D) 11°
- (E) 12°

31. Uma carga elétrica puntiforme com $4\mu\text{C}$ que é colocada em um ponto P do vácuo, fica sujeita a uma força elétrica de intensidade 1,2 N. O campo elétrico nesse ponto P tem intensidade de: Considere $k = 9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$.

- (A) $2,4 \cdot 10^5 \text{N/C}$
- (B) $1,2 \cdot 10^5 \text{N/C}$
- (C) $4,0 \cdot 10^{-6} \text{N/C}$
- (D) $4,8 \cdot 10^{-6} \text{N/C}$
- (E) $3,0 \cdot 10^5 \text{N/C}$

32. Uma partícula move-se com velocidade de 50 m/s. Sob a ação de uma aceleração de módulo $0,2 \text{m/s}^2$, ela chega a atingir a mesma velocidade em sentido contrário. O tempo gasto, em segundos, para que atinja essa nova velocidade é:

- (A) 500
- (B) 250
- (C) 100
- (D) 50
- (E) 150

Final Da Prova De Física

GABARITO 3º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

= F I M =



TURMA:

NOME:

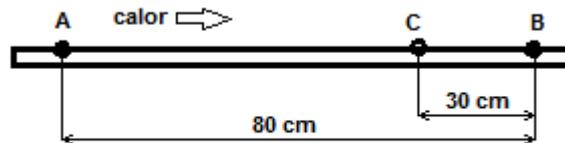
4º SIMULADO DE FÍSICA

FÍSICA

21. Um atirador dispara horizontalmente um rifle, a 40 m do alvo. Sabendo-se que o projétil sai do cano com uma velocidade de 800 m/s, o desvio vertical apresentado no alvo, devido ao efeito gravitacional, em cm, é igual a:

- (A) 0,250
- (B) 0,815
- (C) 1,25
- (D) 1,85
- (E) 2,45

22. Uma barra metálica é aquecida conforme a figura: A, B e C são termômetros. Admita a condução de calor em regime estacionário e no sentido longitudinal da barra. Quando os termômetros das extremidades indicarem 200°C e 80°C, o intermediário indicará:



- (A) 195°C
- (B) 175°C
- (C) 140°C
- (D) 125°C
- (E) 100°C

23. Duas cargas elétricas puntiformes, $q_1 = 3,00 \mu\text{C}$ e $q_2 = 4,00 \mu\text{C}$, encontram-se num local onde $k = 9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$. Suas respectivas posições são os vértices dos ângulos agudos de um triângulo retângulo isósceles, cujos catetos medem 3,00 mm cada um. Ao colocar-se outra carga puntiforme, $q_3 = 1,00 \mu\text{C}$, no vértice do ângulo reto, esta adquire uma energia potencial elétrica, devido à presença de q_1 e q_2 igual a:

- (A) 9 J
- (B) 12 J
- (C) 21 J
- (D) 25 J
- (E) 50 J

24. Uma partícula foi lançada com velocidade \vec{v}_0 formando um ângulo de 30° com a direção horizontal, numa região em que $g = 10 \text{ m/s}^2$. Calcule $|\vec{v}_0|$, sabendo que a partícula atinge o solo 8,0 segundos após o lançamento. (Despreze os efeitos do ar.)

- (A) 10 m/s
- (B) 16 m/s
- (C) 9 m/s

- (D) 4 m/s
- (E) 20 m/s

25. Uma partícula inicialmente em repouso descreve um movimento retilíneo uniformemente variado e em 10s percorre metade do espaço total previsto. A segunda metade deste espaço será percorrida em, aproximadamente: ($\sqrt{2} \cong 1,4$)

- (A) 2,0 s
- (B) 4,1 s
- (C) 5,8 s
- (D) 10 s
- (E) 14 s

26. Dois capacitores de capacidades eletrostáticas $C_1 = 2\mu\text{F}$ e $C_2 = 6\mu\text{F}$ estão associados em série e ligados a uma fonte que fornece uma ddp constante de 20 V. Qual a capacidade eletrostática do capacitor equivalente?

- (A) 1,5 μF
- (B) 0,8 μF
- (C) 2,3 μF
- (D) 2,5 μF
- (E) 1,0 μF

27. Uma bola é chutada em uma direção que forma um ângulo de 45° com a horizontal. Desprezando-se os atritos com o ar, no ponto mais alto que a bola atinge, a intensidade de:

- (A) Sua velocidade é zero.
- (B) Sua aceleração é zero.
- (C) Sua velocidade é mínima, mas diferente de zero.
- (D) Sua aceleração é mínima, mas diferente de zero.
- (E) Sua velocidade e sua aceleração têm módulos iguais.

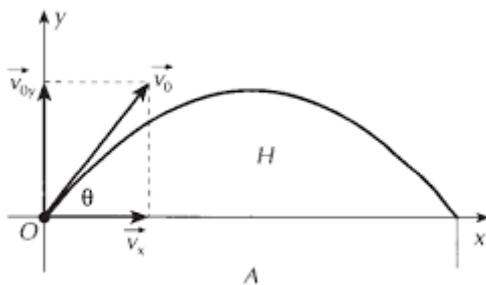
28. Uma chapa plana de uma liga metálica de coeficiente de dilatação linear $2.10^{-5}^\circ\text{C}^{-1}$ tem área A_0 à temperatura de 20°C . Para que a área dessa placa aumente 1%, devemos elevar a sua temperatura para:

- (A) 520°C
- (B) 470°C
- (C) 320°C
- (D) 270°C
- (E) 170°C

29. A carga de um capacitor sofre um aumento de 6.10^{-5}C quando a diferença de potencial entre seus terminais aumenta de 50V para 60V. Esse capacitor tem capacidade:

- (A) 5 μF
- (B) 10 μF
- (C) 6 μF
- (D) 2 μF
- (E) 1,6 μF

30. (AMAN-RJ) Uma bola é lançada no vácuo numa direção que faz um ângulo de 45° com a horizontal, conforme a figura. A relação entre A e H vale:



$$A = \frac{\sqrt{2}}{2} H$$

- (A) $A = \sqrt{2}H$
 (B) $A = 6H$
 (C) $A = 4H$
 (D) $A = 2H$
31. Uma parede de tijolos e uma janela de vidro de espessura 180 mm e 2,5 mm, respectivamente, têm suas faces sujeitas à mesma diferença de temperatura. Sendo as condutibilidades térmicas do tijolo e do vidro iguais a 0,12 e 1,00 unidades SI, respectivamente, então a razão entre o fluxo de calor conduzido por unidade de superfície pelo vidro e pelo tijolo é:
- (A) 200
 (B) 300
 (C) 500
 (D) 600
 (E) 800
32. Seja “Q” (positiva) a carga geradora de um campo elétrico e “q” a carga de prova em um ponto P, próximo de Q. Podemos afirmar que:
- (A) O vetor campo elétrico em P dependerá do sinal de q.
 (B) O módulo do vetor campo elétrico em P será tanto maior quanto maior for a carga q.
 (C) O vetor campo elétrico será constante, qualquer que seja o valor de q.
 (D) A força elétrica em P será constante, qualquer que seja o valor de q.
 (E) O vetor campo elétrico em P é independente da carga de prova q.

Final Da Prova De Física

GABARITO 4º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

= F I M =

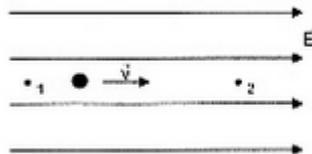


TURMA:

NOME:

5º SIMULADO DE FÍSICA

21. Um próton movimenta-se em linha reta paralelamente às linhas de força de um campo elétrico uniforme, conforme mostrado na figura. Partindo do repouso no ponto 1 e somente sob ação da força elétrica, ele percorre uma distância de 0,6 m e passa pelo ponto 2. Entre os pontos 1 e 2 há uma diferença de potencial ΔV igual a 32 V.



Considerando a massa do próton igual a $1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ e sua carga igual a $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, assinale a alternativa que apresenta corretamente a velocidade do próton ao passar pelo ponto 2.

- (A) $2,0 \cdot 10^4 \text{ m/s}$
- (B) $4,0 \cdot 10^4 \text{ m/s}$
- (C) $8,0 \cdot 10^4 \text{ m/s}$
- (D) $1,6 \cdot 10^5 \text{ m/s}$
- (E) $3,2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

22. Uma barra metálica, quando aquecida de 0°C para 100°C , sofre um acréscimo de comprimento igual a um milésimo do seu comprimento a 0°C . Podemos afirmar que o seu coeficiente de dilatação linear, suposto constante, vale, em $^\circ\text{C}^{-1}$.

- (A) $1 \cdot 10^{-3}$
- (B) $1 \cdot 10^{-4}$
- (C) $2 \cdot 10^{-4}$
- (D) $1 \cdot 10^{-5}$
- (E) $2 \cdot 10^{-3}$

23. Numa reta numerada, são fixadas as cargas Q e $4Q$ nos pontos de abscissa $x = 2\text{m}$ e $x = 5\text{m}$, respectivamente. Uma terceira carga $-Q$, ficará em equilíbrio, sob ação somente das forças elétricas exercidas por Q e $4Q$, quando colocada no ponto de abscissa igual a:

- (A) 0
- (B) 1
- (C) 3
- (D) 4
- (E) 6

24. Duas placas paralelas, com uma área de 10 cm^2 cada uma, estão separadas por 2 mm. Entre as placas é colocado um dielétrico com permissividade igual a $2,6 \cdot 10^{-11}$ no Sistema Internacional. A capacitância das placas é dada por:

- (A) $2,6 \cdot 10^{-4} \mu\text{F}$

- (B) $5,2 \cdot 10^{-4} \mu F$
- (C) $1,3 \cdot 10^{-5} \mu F$
- (D) $2,6 \cdot 10^{-5} \mu F$
- (E) $5,2 \cdot 10^{-5} \mu F$

25. Considere hipoteticamente duas bolas lançadas de um mesmo lugar ao mesmo tempo: a bola 1, com velocidade para cima de 30 m/s, e a bola 2, com velocidade de 50 m/s formando um ângulo de 30° com a horizontal. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, assinale a distância entre as bolas no instante em que a primeira alcança sua máxima altura.

- (A) $d = \sqrt{6.250} \text{ m}$
- (B) $d = \sqrt{7.217} \text{ m}$
- (C) $d = \sqrt{17.100} \text{ m}$
- (D) $d = \sqrt{19.375} \text{ m}$
- (E) $d = \sqrt{26.875} \text{ m}$

26. Uma corrente elétrica de intensidade 5,0 A percorre um condutor durante 4,0 minutos. Quantos elétrons atravessam uma seção reta do condutor durante esse tempo, se a carga de um elétron vale $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$?

- (A) $650 \cdot 10^{20}$
- (B) $8,9 \cdot 10^{21}$
- (C) $79 \cdot 10^{15}$
- (D) $7,5 \cdot 10^{21}$
- (E) $6,5 \cdot 10^{21}$

27. Através de dois eletrodos de cobre, mergulhados em sulfato de cobre e ligados por um fio exterior, faz-se passar uma corrente de 4,0 A durante 30 minutos. Os íons de cobre, duplamente carregados da solução, Cu^{++} , vão sendo neutralizados num dos eletrodos pelos elétrons que chegam, depositando-se cobre ($\text{Cu}^{++} + 2e = \text{Cu}^0$). Neste intervalo de tempo, o número de elétrons transportados é igual a: (DADO: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

- (A) $1,6 \cdot 10^{19}$
- (B) $3,2 \cdot 10^{19}$
- (C) $4,5 \cdot 10^{22}$
- (D) $7,6 \cdot 10^{22}$
- (E) $9,0 \cdot 10^{22}$

28. Qual deverá ser a temperatura de certa quantidade de um gás ideal, inicialmente a 200 K, para que tanto o volume quanto a pressão se dupliquem?

- (A) 1200K
- (B) 2400K
- (C) 400K
- (D) 800K
- (E) Nda.

29. No início do curso de compressão, o cilindro de um motor diesel contém 800 cm^3 de ar, à pressão atmosférica (1 atm) e à temperatura de 27°C . No fim desse curso, o volume de ar foi reduzido para 50 cm^3 e a pressão manométrica aumentada para 40 atm. A variação de temperatura da massa de ar no cilindro foi de:

- (A) 450°C
- (B) 477°C
- (C) 177°C
- (D) 750°C
- (E) 350°C

TURMA:

NOME:

30. Um avião a jato, para transporte de passageiros, precisa atingir a velocidade de 252 km/h para decolar em uma pista plana e reta. Para uma decolagem segura, o avião, partindo do repouso, deve percorrer uma distância máxima de 1.960 m até atingir aquela velocidade. Para tanto, os propulsores devem imprimir ao avião uma aceleração mínima e constante de:

- (A) 1,25 m/s²
- (B) 1,40 m/s²
- (C) 1,50 m/s²
- (D) 1,75 m/s²
- (E) 2,00 m/s²

31. Um veleiro, navegando a 10 km/h, deixa o porto navegando por 7 horas em direção leste. Em seguida, para atingir seu destino, navega por mais 10 horas na direção nordeste. Desprezando a curvatura da terra admitindo que todos os deslocamentos são coplanares, determine o deslocamento total do veleiro em relação ao porto de origem. (Considere $\sqrt{2} = 1,40$ e $\sqrt{5} = 2,20$)

- (A) 106km
- (B) 34km
- (C) 154km
- (D) 284km
- (E) 217km

32. (ESPCEX 2010) Um bote de assalto deve atravessar um rio de largura igual a 800m, numa trajetória perpendicular à sua margem, num intervalo de tempo de 1 minuto e 40 segundos, com velocidade constante. Considerando o bote como uma partícula, desprezando a resistência do ar e sendo constante e igual a 6 m/s a velocidade da correnteza do rio em relação à sua margem, o módulo da velocidade do bote em relação à água do rio deverá ser de:



Desenho Ilustrativo

- (A) 4 m/s
- (B) 6 m/s
- (C) 8 m/s
- (D) 10 m/s
- (E) 14 m/s

Final Da Prova De Física

GABARITO 4º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

= F I M =

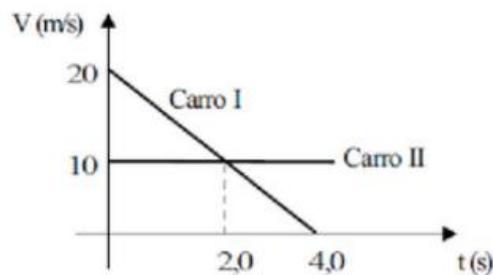


TURMA:

NOME:

6º SIMULADO DE FÍSICA

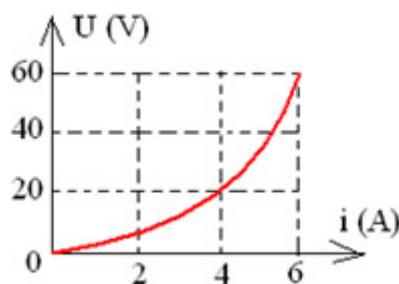
21. O gráfico das velocidades em função do tempo mostrado a seguir refere-se ao movimento de dois carros que percorrem a mesma trajetória retilínea e passam pela mesma posição em $t = 0$.



Da análise desse gráfico, é correto afirmar que:

- (A) Os carros encontram-se no instante $t = 2\text{s}$
- (B) Os carros encontram-se no instante $t = 4\text{s}$
- (C) O carro I percorre 20m nos primeiros 2s de movimento
- (D) O carro II percorre 10m nos primeiros 2s de movimento
- (E) O carro II percorre 20m nos primeiros 4s de movimento

22. Na figura ao lado temos o gráfico da tensão (U) aplicada a um condutor em função da intensidade da corrente (i) que o percorre. Determine o valor da resistência quando a tensão vale 20 V e 60 V e, em seguida, marque a alternativa correta.



- (A) 6Ω e 12Ω
- (B) 5Ω e 10Ω
- (C) 10Ω e 5Ω
- (D) 5Ω e 15Ω
- (E) 15Ω e 12Ω

23. Dois móveis A e B partem de um mesmo ponto e realizam um movimento circular uniforme sobre uma circunferência de raio igual a 2 m, com velocidades de 4 rad/s e 2 rad/s em sentidos opostos. Considerando $\pi = 3$, calcule o tempo que os móveis encontram-se pela primeira vez.

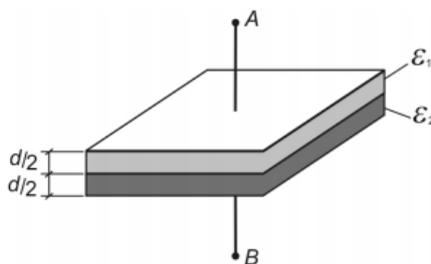
- (A) 0,5 s

- (B) 3 s
- (C) 4 s
- (D) 1 s
- (E) 2 s

24. (EFOMM) Um balão de vidro A, de 15,0 litros de volume, contém ar à temperatura de 25° C e sob pressão de 20,0 atm. Um outro balão B, de 20,0 litros de volume, contém ar à temperatura de 10° C e sob pressão de 5,0 atm. Os dois balões são postos em comunicação e a temperatura do conjunto é elevada a 40° C. Considerando-se o vidro como indilatável, e utilizando-se a constante universal dos gases perfeitos como $R = 0,082 \text{ atm.L/mol.K}$, pode-se afirmar que a pressão do ar após a comunicação, é de ?

- (A) 1,5 atm
- (B) 5,4 atm
- (C) 12,1 atm
- (D) 20,2 atm
- (E) 26,9 atm

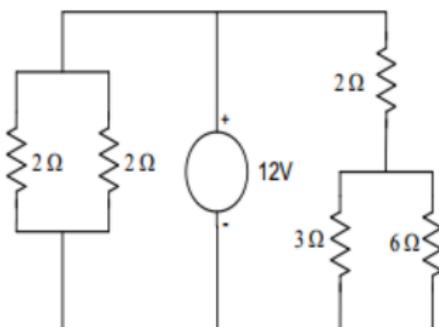
25. (AFA) A região entre as placas de um capacitor plano é preenchida por dois dielétricos de permissividades ϵ_1 e ϵ_2 , conforme ilustra a figura a seguir.



Sendo S a área de cada placa, d a distância que as separa e U a ddp entre os pontos A e B, quando o capacitor está totalmente carregado, o módulo de carga Q de cada placa é igual a:

- (A) $\frac{2S}{d(\epsilon_1 + \epsilon_2)} \cdot U$
- (B) $\frac{2S \epsilon_2 \epsilon_2}{d(\epsilon_1 + \epsilon_2)} \cdot U$
- (C) $\frac{2S(\epsilon_1 + \epsilon_2)}{d} \cdot U$
- (D) $\frac{d(\epsilon_1 + \epsilon_2)}{2S \epsilon_1 + \epsilon_2} \cdot U$
- (E) $\frac{4S}{d(\epsilon_1 + 2\epsilon_2)} \cdot U$

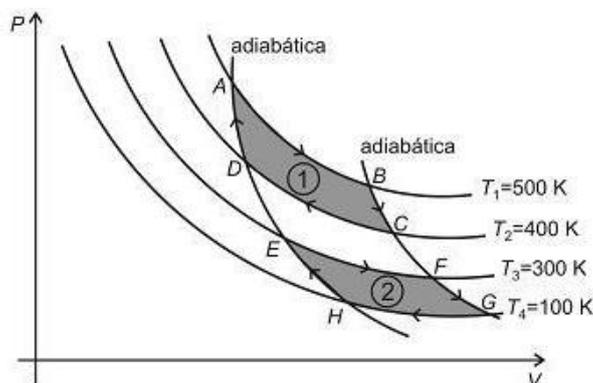
26. (EFOMM) Para o circuito da figura dada, o valor da corrente elétrica que passa pelo resistor de 6Ω é:



- (A) 0,5 A

- (B) 1,0 A
 (C) 2,0 A
 (D) 3,0 A
 (E) 4,0 A

27. (AFA) Considere um gás ideal que pode ser submetido a duas transformações cíclicas reversíveis e não simultâneas, 1 e 2, como mostrado no diagrama PV abaixo.

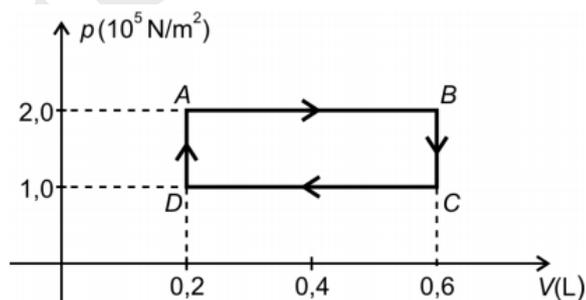


Na transformação 1 o gás recebe uma quantidade de calor Q_1 de uma fonte quente à temperatura T_1 e cede a quantidade de calor Q_2 para a fonte fria à temperatura T_2 . Enquanto que, na transformação 2, as quantidades de calor recebida, Q'_1 e cedida, Q'_2 , são trocadas respectivamente com duas fontes às temperaturas T_3 e T_4 .

Nessas condições, é correto afirmar que:

- (A) A variação da entropia nas transformações BC, DA, FG e HE é não nula.
 (B) Nas transformações AB e EF, a variação da entropia é negativa, enquanto que, nas transformações CD e GH, é positiva.
 (C) Na transformação 1, a variação da entropia é não nula e $Q_1 = \frac{5}{4} Q_2$.
 (D) Na transformação 2, a variação da entropia é nula e $Q'_1 = 3Q'_2$.
 (E) Na transformação AB, a entropia não varia.

28. (AFA) O diagrama abaixo representa um ciclo realizado por um sistema termodinâmico constituído por n mols de um gás ideal.



- (A) Potência desse sistema é de 1600W.
 (B) Trabalho realizado em cada ciclo é -40 J.
 (C) Quantidade de calor trocada pelo gás com o ambiente em cada ciclo é nula.
 (D) Temperatura do gás é menor no ponto C.
 (E) Trabalho realizado em cada ciclo é 40 J.

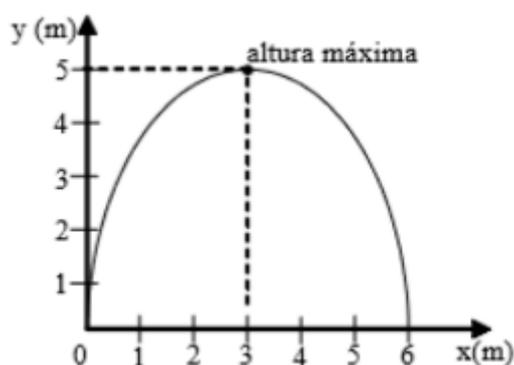
29. Em um recipiente termicamente isolado de capacidade térmica $40,0 \text{ cal/}^\circ\text{C}$ e na temperatura de 25°C são colocados 600g de gelo a -10°C e uma garrafa parcialmente cheia, contendo 2,0L de refrigerante também a 25°C , sob pressão normal.

Considerando a garrafa com capacidade térmica desprezível e o refrigerante com características semelhantes às da água, isto é, calor específico na fase líquida $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ e na fase sólida $0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, calor latente de fusão de $80,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

bem como densidade absoluta na fase líquida igual a $1,0 \text{ g/cm}^3$, a temperatura final de equilíbrio térmico do sistema, em $^{\circ}\text{C}$, é:

- (A) -3,0
- (B) 0,0
- (C) 3,0
- (D) 5,0
- (E) 2,0

30. (EEAR) Uma partícula é lançada obliquamente a partir do solo e descreve o movimento representado no gráfico que relaciona a altura (y), em relação ao solo, em função da posição horizontal (x). Durante todo o movimento, sobre a partícula, atua somente a gravidade cujo módulo no local é constante e igual a 10 m/s^2 . O tempo, em segundos, que a partícula atinge a altura máxima é:



- (A) 1
- (B) 2
- (C) 3
- (D) 4
- (E) 5

31. (AFA) Sejam três vetores \vec{A} , \vec{B} e \vec{C} . Os módulos dos vetores \vec{A} e \vec{B} são, respectivamente, $6u$ e $8u$. O módulo do vetor $\vec{S} = \vec{A} + \vec{B}$ vale $10u$, já o módulo do vetor $\vec{D} = \vec{A} + \vec{C}$ é nulo. Sendo o vetor $\vec{R} = \vec{B} + \vec{C}$, tem-se que o módulo de $\vec{F} = \vec{S} + \vec{R}$ é igual a:

- (A) $16u$
- (B) $10u$
- (C) $8u$
- (D) $9u$
- (E) $6u$

32. Uma partícula move-se ao longo de uma circunferência circunscrita em um quadrado de lado L com velocidade angular constante. Na circunferência inscrita nesse mesmo quadrado, outra partícula move-se com a mesma velocidade angular. A razão entre os módulos das respectivas velocidades tangenciais dessas partículas é:

- (A) $2\sqrt{2}$
- (B) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
- (C) $\frac{\sqrt{2}}{4}$
- (D) 2
- (E) $\sqrt{2}$

GABARITO 6º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

= F I M =



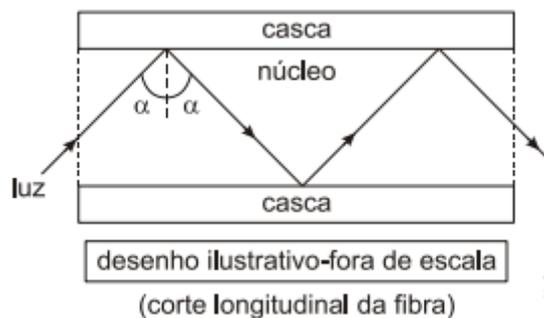
TURMA:

NOME:

7º SIMULADO DE FÍSICA

21. Uma fibra óptica é um filamento flexível, transparente e cilíndrico, que possui uma estrutura simples composta por um núcleo de vidro, por onde a luz se propaga, e uma casca de vidro, ambos com índices de refração diferentes.

Um feixe de luz monocromático, que se propaga no interior do núcleo, sofre reflexão total na superfície de separação entre o núcleo e a casca segundo um ângulo de incidência α conforme representado no desenho abaixo (corte longitudinal da fibra).



Com relação à reflexão total mencionada acima, são feitas as afirmativas abaixo.

- I. O feixe luminoso propaga-se do meio menos refringente para o meio mais refringente.
- II. Para que ela ocorra, o ângulo de incidência α deve ser inferior ao ângulo limite da superfície de separação entre o núcleo e a casca.
- III. O ângulo limite da superfície de separação entre o núcleo e a casca depende do índice de refração do núcleo e da casca.
- IV. O feixe luminoso não sofre refração na superfície de separação entre o núcleo e a casca.

Dentre as afirmativas acima, as únicas corretas são:

- (A) I e II
- (B) III e IV
- (C) II e III
- (D) I e IV
- (E) I e III

22. Um cilindro, munido de um pistão, encerra um gás ideal a temperatura inicial de 273 K, pressão de $1,02 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ e volume de $2,24 \times 10^{-2} \text{ m}^3$. Uma força externa atua sobre o pistão reduzindo o volume do gás para $2,22 \times 10^{-2} \text{ m}^3$. A pressão se mantém constante no processo. O módulo do trabalho mecânico executado pela força externa para provocar essa redução de volume é, em joules, expresso por um valor mais próximo de:

- (A) 0,020
- (B) 0,20
- (C) 2,0
- (D) 20
- (E) 200

23. O odômetro de um automóvel é um aparelho que mede a distância percorrida. Na realidade, esse aparelho é ajustado para fornecer a distância percorrida através do número de voltas e do diâmetro do pneu. Considere um automóvel cujos pneus, quando novos, têm diâmetro D . Suponha que os pneus tenham se desgastado e apresentem 98% do diâmetro original. Quando o velocímetro assinalar 100 km/h, a velocidade real do automóvel será:
- (A) 104 km/h
(B) 102 km/h
(C) 98 km/h
(D) 96 km/h
(E) 100 km/h
24. Um corpo escorrega, em movimento uniformemente variado, por um plano inclinado perfeitamente liso, partindo do repouso de um ponto 0. Ele atinge a velocidade escalar de 4,0 m/s após percorrer 4,0 m. Ao passar por um ponto intermediário, a 1,0 m de 0, sua velocidade escalar é, em m/s, de:
- (A) 0,50
(B) 1,0
(C) 1,5
(D) 2,0
(E) 3,0
25. Um cilindro dotado de um êmbolo contém, inicialmente, em seu interior, 4 litros de um gás perfeito nas condições normais de pressão e temperatura. Diminuindo a pressão do gás para $2/3$ da inicial e aumentando sua temperatura absoluta em 50 %, a densidade do gás torna-se:
- (A) $5/9$ da inicial
(B) $2/3$ da inicial
(C) $4/9$ da inicial
(D) $7/9$ da inicial
(E) $8/9$ da inicial
26. Um recipiente de vidro de 150 cm^3 está completamente cheio de um líquido a 20°C . Aquecendo-se o conjunto a 120°C , transbordam 5 cm^3 do líquido. O coeficiente de dilatação volumétrica aparente do líquido é:
- (A) $3,3 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
(B) $3,0 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
(C) $1,1 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
(D) $1,1 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
(E) $2,2 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
27. Uma pequena esfera condutora, isolada eletricamente, é carregada com uma quantidade de carga Q . Em seguida essa esfera é aterrada através de um resistor de $0,25 \Omega$. A carga da esfera é descarregada em $0,5\text{s}$ através da resistência, que dissipa uma potência de $0,5\text{W}$. A carga Q , em coulombs, vale:
- (A) 2
(B) 4
(C) $\sqrt{2}$
(D) $\sqrt{2}/2$
(E) $2\sqrt{2}$
28. Calcule o trabalho, em joules, realizado sobre uma carga de 5 coulombs, ao ser deslocada sobre uma superfície equipotencial em um campo elétrico uniforme de intensidade 5kV/m em uma distância de 25 mm.
- (A) 0

- (B) 5
- (C) 125
- (D) 625000
- (E) 125000

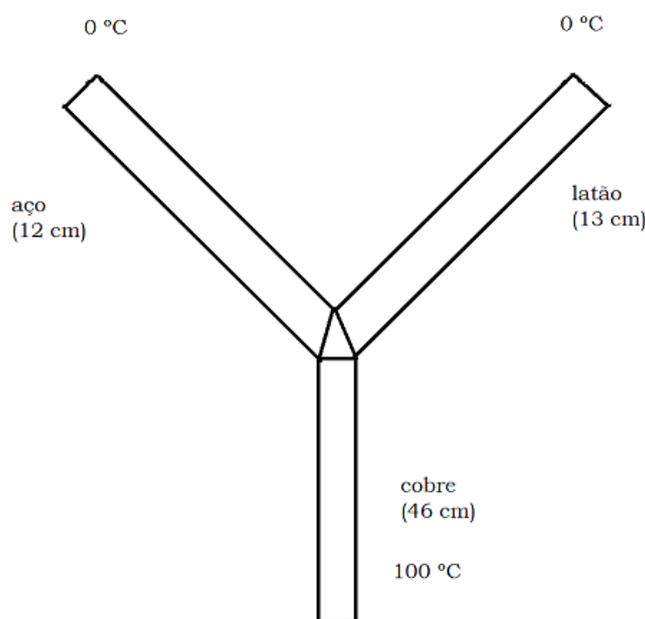
29. Um jogador de basquete, parado, lança obliquamente a bola da altura de 1,70m com velocidade de 10 m/s, formando um ângulo α ($\text{sen } \alpha = 0,8$; $\text{cos } \alpha = 0,6$) acima da horizontal, para outro jogador situado a 9 m dele. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$ e despreze a resistência do ar. A altura, em relação ao solo, a que esse jogador deve colocar a mão, com o braço na vertical, para apanhar a bola é:

- (A) 0,75m
- (B) 1,70m
- (C) 2,25m
- (D) 2,45m
- (E) 2,65m

30. Um trem dotado de velocidade constante, igual a 90 km/h, corre sobre trilhos horizontais, no instante em que uma lanterna se desprende de um ponto situado na sua traseira, 5,0 m acima do solo. A distância percorrida pelo trem, no intervalo de tempo empregado pela lanterna para atingir o solo, supondo a aceleração local da gravidade 10 m/s^2 , vale:

- (A) 25m
- (B) 20m
- (C) 15m
- (D) 10m
- (E) 5m

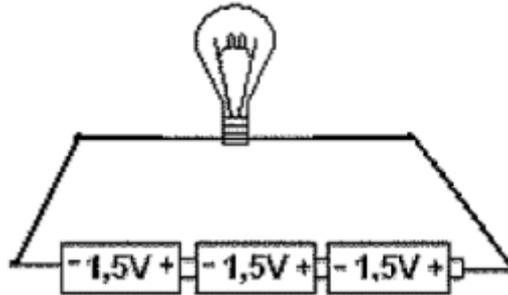
31. Tem-se três cilindros de seções transversais iguais de cobre, latão e aço, cujos comprimentos são, respectivamente, 46 cm, 13 cm e 12 cm. Soldam-se os cilindros, formando o perfil em Y, indicado na figura. O extremo livre do cilindro de cobre é mantido a 100°C , e os cilindros de latão e aço a 0°C . Supor que a superfície lateral dos cilindros esteja isolada termicamente. As condutividades térmicas do cobre, do latão e do aço valem, respectivamente, 0,92, 0,26 e 0,12, expressas em $\text{cal} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$. No regime estacionário de condução, a temperatura na junção é igual a:



- (A) 100°C

- (B) 80°C
- (C) 67°C
- (D) 50°C
- (E) 40°C

32. Para uma atividade prática de eletricidade, foi montado o circuito abaixo e, com um amperímetro, verificou-se que a corrente elétrica que o circulava, num dado momento, era de 2A.



Nesse instante, é correto afirmar que a potência da lâmpada, em watts, valia:

- (A) 9
- (B) 8
- (C) 6
- (D) 5
- (E) 3

Final Da Prova De Física

GABARITO 7º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

= F I M =



TURMA:

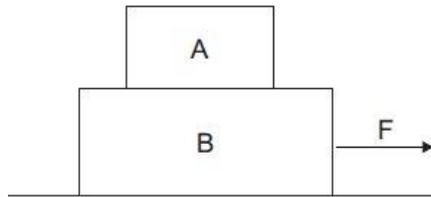
NOME:

8º SIMULADO DE FÍSICA

21. Calcule a força elétrica associada à uma carga de 3,45 nC, que gera um campo elétrico $E = (2,00\hat{i} - 8,00\hat{j}) \cdot 10^5 \text{ N/C}$, em um dado ponto do plano XY.

- (A) $(6,90\hat{i} - 27,60\hat{j}) \cdot 10^{-14} \text{ N}$
- (B) $(-6, \hat{i} + 27,60\hat{j}) \cdot 10^5 \text{ N}$
- (C) $4\hat{i} - 5\hat{j}) \cdot 10^5 \text{ N}$
- (D) $2,00\hat{i} - 8,00\hat{j}) \cdot 10^{-9} \text{ N}$
- (E) $(3,45\hat{i} - 8,00\hat{j}) \cdot 10^{-4} \text{ N}$

22. Dois blocos A e B cujas massas são $m_A = 5,0 \text{ kg}$ e $m_B = 10,0 \text{ kg}$ estão posicionados como mostra a figura ao lado. Sabendo que a superfície de contato entre A e B possui o coeficiente de atrito estático $\mu = 0,3$ e que B desliza sobre uma superfície sem atrito, determine a aceleração máxima que pode ser aplicada ao sistema, ao puxarmos uma corda amarrada ao bloco B com força F, sem que haja escorregamento do bloco A sobre o bloco B. Considere $g = 10,0 \text{ m/s}^2$.



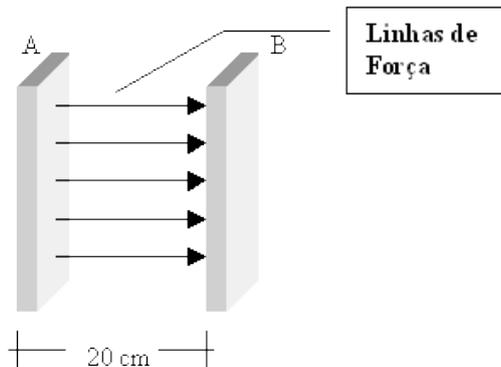
- (A) $7,0 \text{ m/s}^2$
- (B) $6,0 \text{ m/s}^2$
- (C) $5,0 \text{ m/s}^2$
- (D) $4,0 \text{ m/s}^2$
- (E) $3,0 \text{ m/s}^2$

23. Um carro de 1.500 kg é rebocado por outro carro através de um cabo de aço que suporta no máximo uma tração de 4.500 N. Qual deve ser a intensidade máxima da aceleração do carro para que o cabo de aço não arrebente, desconsiderando a força de atrito?



- (A) 2 m/s^2
- (B) 3 m/s^2
- (C) 4 m/s^2
- (D) 5 m/s^2
- (E) 7 m/s^2

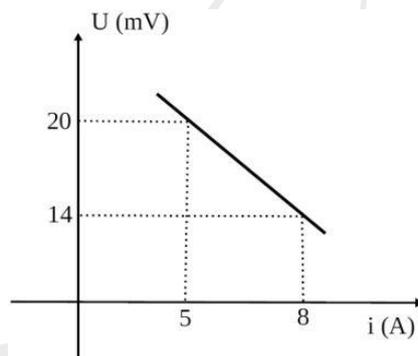
24. A diferença de potencial entre as placas A e B, carregadas com cargas de sinais contrários e distanciadas 20 cm, é de 200 V.



Abandonando junto à placa A uma carga positiva de 2 pC , verifica-se que sobre ela atua uma força de módulo

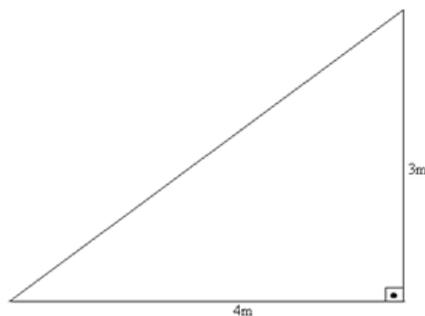
- (A) 1.10^{-10} N
- (B) 1.10^{-12} N
- (C) 2.10^{-9} N
- (D) 2.10^{-6} N
- (E) 2.10^{-4} N

25. Comumente denomina-se gerador qualquer aparelho no qual a energia química, mecânica ou de outra natureza é transformada em energia elétrica. A curva característica é o gráfico que relaciona a intensidade de corrente i no gerador com a diferença de potencial (ddp) U entre seus terminais. Considerando que o gráfico a seguir representa a curva característica de um gerador hipotético, qual a intensidade da corrente de curto-circuito desse gerador?



- (A) 0,15 A
- (B) 1,5 A
- (C) 15 A
- (D) 30 A
- (E) 32 A

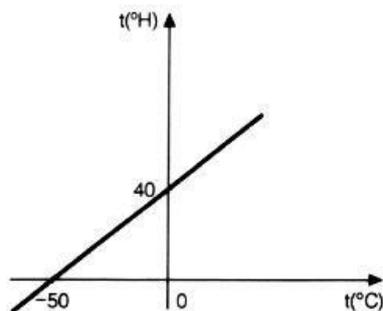
26. Muitas áreas do conhecimento humano trabalham diretamente com conhecimentos de física, e uma delas é a área esportiva. Por isso, um físico foi convidado para projetar uma rampa para lançamentos de bicicletas e foram dadas as seguintes informações: a rampa, no formato de um triângulo retângulo, deve ter 4 m de comprimento horizontal por 3 m de altura, conforme a figura:



Um conjunto ciclista-bicicleta é lançado com uma velocidade inicial $V_0 = 36 \text{ km/h}$, com o objetivo de atingir a maior altura possível. Considerando-se $g = 10 \text{ m/s}^2$ e as informações dadas, a altura máxima atingida com relação ao solo em metros, será?

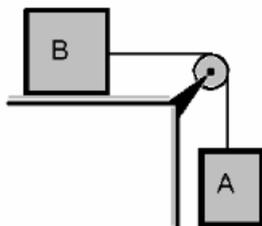
- (A) 2,0 m
(B) 1,80 m
(C) 3,06 m
(D) 3,60 m
(E) 1,84 m
27. Um elevador, juntamente com sua carga pesa 1000 N. Ele desce com uma aceleração de $0,5 \text{ m/s}^2$. Qual a tração exercida no cabo do elevador? (Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$)
- (A) 950 N
(B) 1.050 N
(C) 1.000 N
(D) 2.000 N
(E) 2.500 N.
28. O ponteiro das horas e o ponteiro dos minutos de um relógio estão superpostos às 5 horas, x minutos e y segundos. Obtenha x e y:
- (A) $x = 25$ e $y = 10$
(B) $x = 28$ e $y = 12$
(C) $x = 30$ e $y = 14$
(D) $x = 27$ e $y = 16$
(E) $x = 22$ e $y = 10$
29. O ar dentro de um automóvel fechado tem massa de 2,6 kg e calor específico de $720 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$. Considere que o motorista perde calor a uma taxa constante de 120 joules por segundo e que o aquecimento do ar confinado se deva exclusivamente ao calor emanado pelo motorista. Quanto tempo levará para a temperatura variar de $2,4^\circ\text{C}$ a 37°C ?
- (A) 420 s
(B) 300 s
(C) 540 s
(D) 480 s
(E) 360 s

30. O gráfico estabelece a relação entre uma escala hipotética de temperatura e a escala Celsius. A temperatura da água em ebulição, sob pressão atmosférica normal, vale:



- (A) 60°H
- (B) 80°H
- (C) 100°H
- (D) 120°H
- (E) 150°H

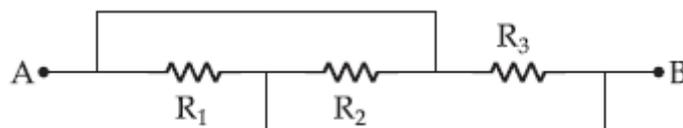
31. A figura mostra dois corpos, A e B, ligados entre si por um fio que passa por uma polia.



Abandonando-se um sistema em repouso à ação da gravidade, verifica-se que o corpo A desce com aceleração de 3 m/s^2 . Sabendo-se que $m_B = 7 \text{ kg}$, calcule a massa do corpo A. Despreze os atritos e considere $g = 10 \text{ m/s}^2$, então m_A vale:

- (A) 3 kg
- (B) 5 kg
- (C) 6 kg
- (D) 7 kg
- (E) 8 kg

32. Determine a intensidade da corrente que atravessa o resistor R_2 da figura quando a tensão entre os pontos A e B for igual a V e as resistências R_1 ; R_2 e R_3 forem iguais a R .



- (A) $V/3R$
- (B) V/R
- (C) $3V/R$
- (D) $2V/3R$
- (E) Nenhuma das anteriores

GABARITO 8º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

= F I M =

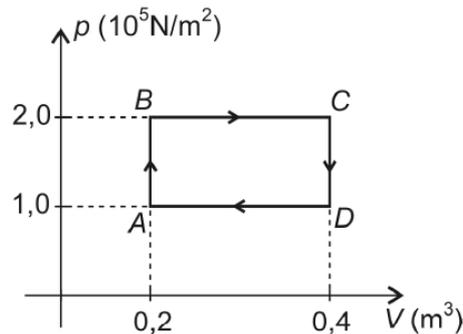


TURMA:

NOME:

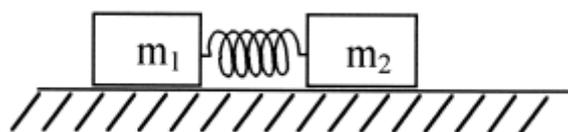
9º SIMULADO DE FÍSICA

21. (AFA - 2013) Uma máquina térmica funciona fazendo com que 5 mols de um gás ideal percorra o ciclo ABCDA representado na figura.



Sabendo-se que a temperatura em A é $227\text{ }^\circ\text{C}$, que os calores específicos molares do gás, a volume constante e a pressão constante, valem, respectivamente, $2/3R$ e $5/2R$ e que R vale aproximadamente $8\text{ J/mol}\cdot\text{K}$, o rendimento dessa máquina, em porcentagem, está mais próximo de:

- (A) 12
(B) 15
(C) 18
(D) 21
22. (EsPCEX - 2005) Um menino abandona uma pedra de um ponto situado a 125 m do solo. Um segundo mais tarde, ele arremessa verticalmente para baixo, do mesmo ponto, uma segunda pedra. Ambas as pedras chegam ao solo ao mesmo tempo. Desprezando a resistência do ar e considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , pode-se afirmar que a velocidade com que o menino arremessou a segunda pedra foi de:
- (A) $10,30\text{ m/s}$
(B) $10,50\text{ m/s}$
(C) $11,25\text{ m/s}$
(D) $12,50\text{ m/s}$
(E) $13,45\text{ m/s}$
23. (EsPCEX - 2000) Dois blocos de massa $m_1 = 10,0\text{ kg}$ e $m_2 = 2,0\text{ kg}$ interligados por uma mola ideal de constante elástica 50 N/m são colocados em repouso sobre uma superfície plana, horizontal e sem atrito. Logo após terem sido afastados e soltos simultaneamente ao longo do plano horizontal, os corpos de massa m_1 e m_2 adquirem as acelerações \vec{a}_1 e \vec{a}_2 respectivamente. Desprezando o atrito do ar, o valor da razão a_1/a_2 é:



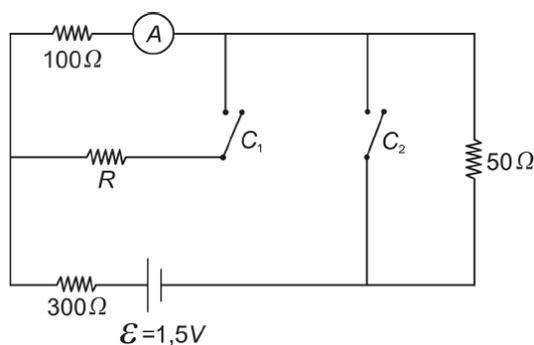
- (A) 0,2
(B) 0,6

- (C) 1,0
 (D) 4,2
 (E) 5,0

24. Um motor com potência de 8 kW é instalado no topo de um prédio de 60 m de altura, para levar sacos de cimento de massa 50 kg cada um do solo até o topo do prédio. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, o número de sacos de cimento que o motor pode suspender em 30 s, com velocidade constante, em uma viagem do solo ao topo do prédio, é de:

- (A) 3
 (B) 8
 (C) 20
 (D) 30
 (E) 50

25. (AFA - 2013) No circuito elétrico esquematizado abaixo, a leitura no amperímetro A não se altera quando as chaves C_1 e C_2 são simultaneamente fechadas.



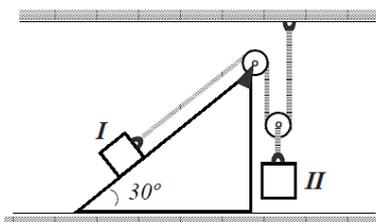
Considerando que a fonte de tensão \mathcal{E} , o amperímetro e os fios de ligação são ideais e os resistores ôhmicos, o valor de R é igual a:

- (A) 50 Ω
 (B) 100 Ω
 (C) 150 Ω
 (D) 600 Ω

26. (EsPCEEx - 2005) Um menino de 30 kg desce em um escorregador de altura 3m, a partir do repouso, em um local onde a aceleração da gravidade vale 10 m/s^2 . Sabendo que 40% da sua energia mecânica inicial é dissipada durante a descida, pode-se afirmar que a velocidade do menino ao atingir o solo é de:

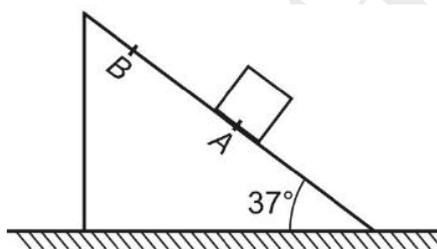
- (A) $2\sqrt{15} \text{ m/s}$
 (B) m/s
 (C) $2\sqrt{6} \text{ m/s}$
 (D) 3 m/s
 (E) $\frac{\sqrt{15}}{2} \text{ m/s}$

27. (EsPCEEx - 2003) No sistema representado na figura abaixo, em equilíbrio estático, as polias e os fios são ideais e a resistência do ar é desprezível. A aceleração da gravidade local é igual a g , a massa do bloco I vale M e é o triplo da massa do bloco II.

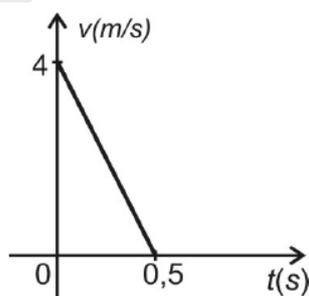


Neste sistema, a força de atrito entre o bloco I e a superfície do plano inclinado vale:

- (A) $4 Mg$
 (B) $7 Mg/3$
 (C) $7 Mg$
 (D) $Mg/3$
 (E) Mg
28. (EsPCEEx - 2014) Um bloco, de massa 2 kg , desliza sobre um plano inclinado, conforme a figura seguinte.



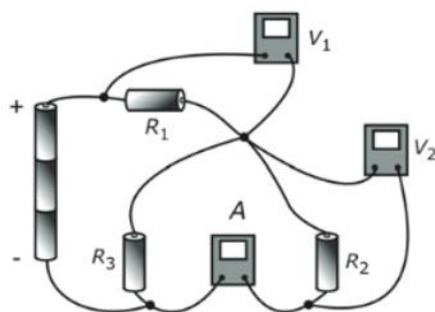
O gráfico $v \times t$ abaixo representa a velocidade desse bloco em função do tempo, durante sua subida, desde o ponto A até o ponto B.



Considere a existência de atrito entre o bloco e o plano inclinado e despreze quaisquer outras formas de resistência ao movimento. Sabendo que o bloco retorna ao ponto A, a velocidade com que ele passa por esse ponto, na descida, em m/s , vale: ($\text{sen } 37 = 0,6$ e $\text{cos } 37 = 0,8$)

- (A) 4
 (B) $2\sqrt{2}$
 (C) 2
 (D) $\sqrt{3}$

29. (AFA - 2010) No circuito abaixo, alimentado por três pilhas ideais de 1,5 V cada, o amperímetro A e os voltmíetros V_1 e V_2 são considerados ideais.



Sabe-se que o voltmímetro V_2 indica 2,0V e que as resistências elétricas dos resistores R_1 e R_3 são, respectivamente, $2,5 \Omega$ e $3,0 \Omega$.

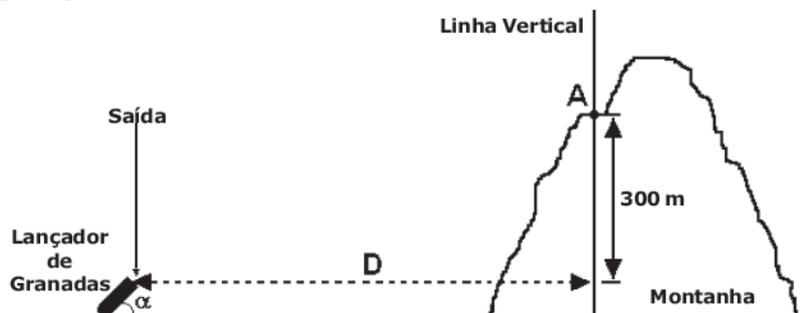
Nestas condições, as indicações de V_1 , em volts, de A, em amperes, e o valor da resistência elétrica do resistor R_2 , em ohms, são, respectivamente:

- (A) $1/2$, $2/3$, 6
- (B) $1/2$, $1/3$, 3
- (C) $5/2$, $1/3$, 6
- (D) $5/2$, $2/3$, 3

30. (EsPCEX 2012) Um carro está desenvolvendo uma velocidade constante de 72 km/h em uma rodovia federal. Ele passa por um trecho da rodovia que está em obras, onde a velocidade máxima permitida é de 60 km/h. Após 5 s da passagem do carro, uma viatura policial inicia uma perseguição, partindo do repouso e desenvolvendo uma aceleração constante. A viatura se desloca 2,1 km até alcançar o carro do infrator. Nesse momento, a viatura policial atinge a velocidade de:

- (A) 20 m/s
- (B) 24 m/s
- (C) 30 m/s
- (D) 38 m/s
- (E) 42 m/s

31. (EsPCEX 2011) Um lançador de granadas deve ser posicionado a uma distância D da linha vertical que passa por um ponto A. Este ponto está localizado em uma montanha a 300m de altura em relação à extremidade de saída da granada, conforme o desenho abaixo.



A velocidade da granada, ao sair do lançador, é de 100 m/s e forma um ângulo " α " com a horizontal; a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s^2 e todos os atritos são desprezíveis. Para que a granada atinja o ponto A, somente após a sua passagem pelo ponto de maior altura possível de ser atingido por ela, a distância D deve ser de: (Dados: $\cos \alpha = 0,6$ e $\sin \alpha = 0,8$)

- (A) 240m

TURMA:	NOME:
--------	-------

- (B) 360m
- (C) 480m
- (D) 600m
- (E) 960m

32. (EsPCEEx 2012) A pilha de uma lanterna possui uma força eletromotriz de 1,5V e resistência interna de $0,05\Omega$. O valor da tensão elétrica nos polos dessa pilha quando ela fornece uma corrente elétrica de 1,0 A a um resistor ôhmico é de:

- (A) 1,45 V
- (B) 1,30 V
- (C) 1,25 V
- (D) 1,15 V
- (E) 1,00 V

Final Da Prova De Física



GABARITO 9º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

= F I M =

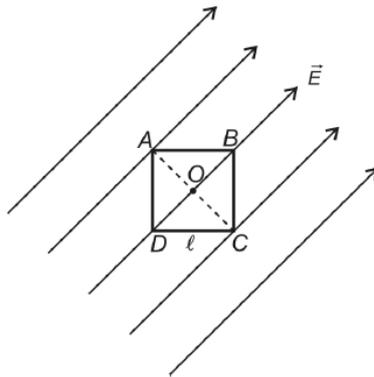


TURMA:

NOME:

10º SIMULADO DE FÍSICA

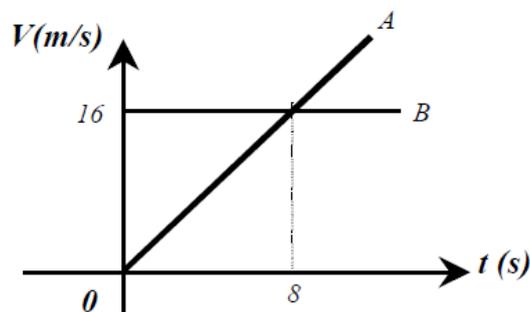
21. (AFA 2012) A figura ilustra um campo elétrico uniforme, de módulo E , que atua na direção da diagonal BD de um quadrado de lado l .



Se o potencial elétrico é nulo no vértice D , pode-se afirmar que a ddp entre o vértice A e o ponto O , intersecção das diagonais do quadrado, é:

- (A) Nula
- (B) $l\sqrt{2} / 2E$
- (C) $l\sqrt{2}E$
- (D) lE

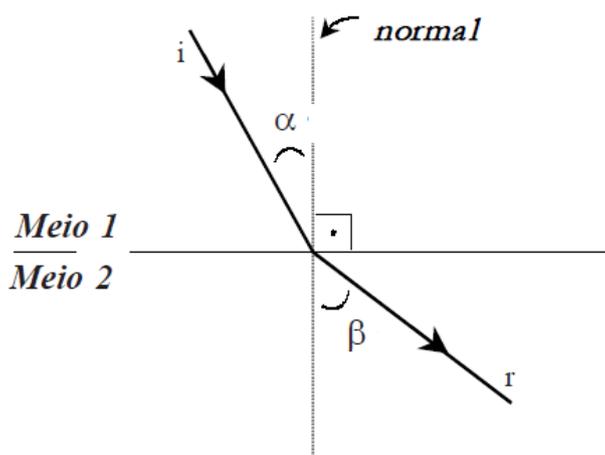
22. (ESPCEX 2003) O gráfico abaixo representa a velocidade (V) em função do tempo (t) dos móveis A e B , que percorrem a mesma trajetória no mesmo sentido e que, no instante inicial ($t = 0$), partem do mesmo ponto.



A distância percorrida pelo móvel A será o dobro daquela percorrida pelo móvel B quando o tempo de deslocamento for igual a:

- (A) 8 s
- (B) 16 s
- (C) 24 s
- (D) 32 s
- (E) 40 s

23. (ESPCEX 2003) Um raio de luz monocromática passa do meio 1 para o meio 2 conforme a figura abaixo. Quando $\alpha = 45^\circ$ e $\beta = 60^\circ$.



Dados:

$$\cos 30^\circ = \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\cos 45^\circ = \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

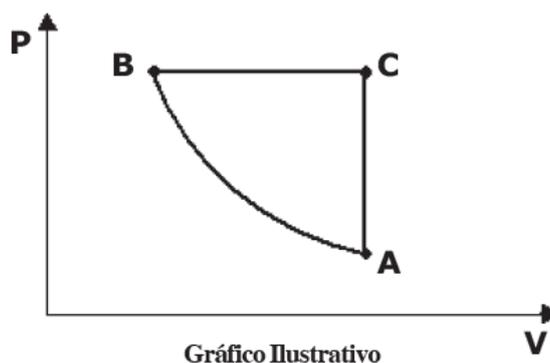
$$\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

$$\sin 90^\circ = 1$$

$$\cos 90^\circ = 0$$

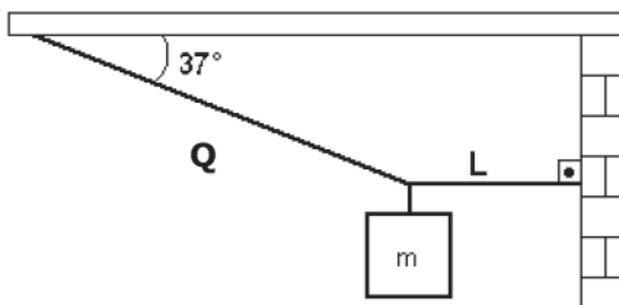
O menor valor de $\sin(\alpha)$ para que ocorra reflexão total do raio incidente (i) é:

- (A) $1/2$
 (B) $\sqrt{3}/3$
 (C) $\sqrt{3}/2$
 (D) $\sqrt{2}/2$
 (E) $\sqrt{6}/3$
24. (ESPCEX 2010) O gráfico da pressão (P) em função do volume (V) no desenho abaixo representa as transformações sofridas por um gás ideal. Do ponto A até o ponto B, o gás sofre uma transformação isotérmica, do ponto B até o ponto C, sofre uma transformação isobárica e do ponto C até o ponto A, sofre uma transformação isovolumétrica. Considerando T_A, T_B e T_C as temperaturas absolutas do gás nos pontos A, B e C, respectivamente, pode-se afirmar que:



- (A) $T_A = T_B$ e $T_B < T_C$
 (B) $T_A = T_B$ e $T_B > T_C$
 (C) $T_A = T_C$ e $T_B > T_A$
 (D) $T_A = T_C$ e $T_B < T_A$
 (E) $T_A = T_B = T_C$
25. (ESPCEX 2010) Um bloco de massa $m = 24$ kg é mantido suspenso em equilíbrio pelas cordas L e Q, inextensíveis e de massas desprezíveis, conforme figura abaixo. A corda L forma um ângulo de 90° com a parede e a corda Q

forma um ângulo de 37° com o teto. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , o valor da força de tração que a corda L exerce na parede é de: (Dados: $\cos 37^\circ = 0,8$ e $\sin 37^\circ = 0,6$)

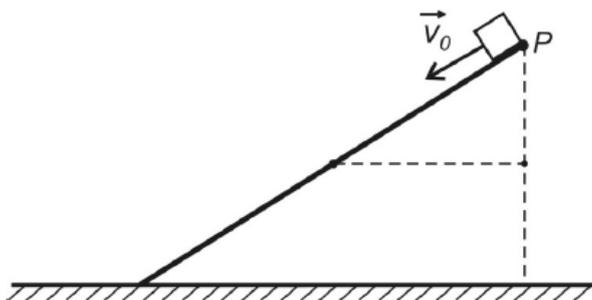


- (A) 144 N
- (B) 180 N
- (C) 192 N
- (D) 240 N
- (E) 320 N

26. (ESPCEX 2010) Deseja-se imprimir a um objeto de 5 kg, inicialmente em repouso, uma velocidade de 15 m/s em 3 segundos. Assim, a força média resultante aplicada ao objeto tem módulo igual a:

- (A) 3 N
- (B) 5 N
- (C) 15 N
- (D) 25 N
- (E) 45 N

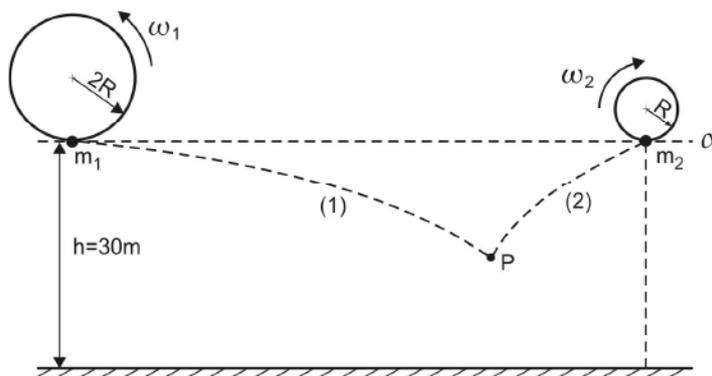
27. (AFA 2016) Um bloco é lançado com velocidade v_0 no ponto P paralelamente a uma rampa, conforme a figura. Ao escorregar sobre a rampa, esse bloco para na metade dela, devido à ação do atrito.



Tratando o bloco como partícula e considerando o coeficiente de atrito entre a superfície do bloco e da rampa, constante ao longo de toda descida, a velocidade de lançamento para que este bloco pudesse chegar ao final da rampa deveria ser, no mínimo,

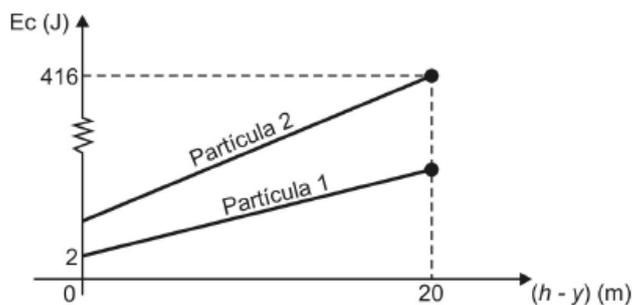
- (A) $\sqrt{2}v_0$
- (B) $2v_0$
- (C) $2\sqrt{2}v_0$
- (D) $4v_0$

28. (AFA 2016) Dois mecanismos que giram com velocidades angulares ω_1 e ω_2 constantes são usados para lançar horizontalmente duas partículas de massas $m_1 = 1 \text{ kg}$ e $m_2 = 2 \text{ kg}$ de uma altura $h = 30 \text{ m}$, como mostra a figura abaixo.



Num dado momento em que as partículas passam, simultaneamente, tangenciando o plano horizontal α , elas são desacopladas dos mecanismos de giro e, lançadas horizontalmente, seguem as trajetórias 1 e 2 até se encontrarem no ponto P.

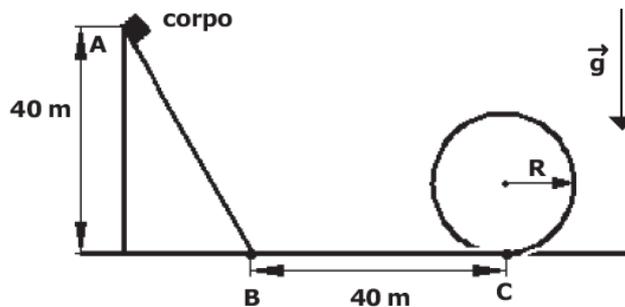
Os gráficos das energias cinéticas, em joule, das partículas 1 e 2 durante os movimentos de queda, até a colisão, são apresentados na figura abaixo em função de $(h - y)$, em m, onde y é a altura vertical das partículas num tempo qualquer, medida a partir do solo perfeitamente horizontal.



Qual a relação entre ω_2 e ω_1 ?

- (A) 1
- (B) 2
- (C) 3
- (D) 4

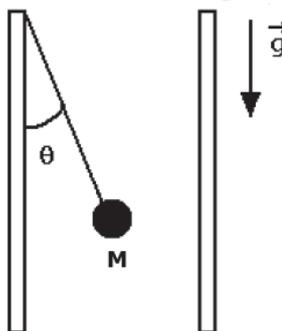
29. (ESPCEX 2015) Um corpo de massa 300 kg é abandonado, a partir do repouso, sobre uma rampa no ponto A, que está a 40 m de altura, e desliza sobre a rampa até o ponto B, sem atrito. Ao terminar a rampa AB, ele continua o seu movimento e percorre 40 m de um trecho plano e horizontal BC com coeficiente de atrito dinâmico de $0,25$ e, em seguida, percorre uma pista de formato circular de raio R , sem atrito, conforme o desenho abaixo. O maior raio R que a pista pode ter, para que o corpo faça todo trajeto, sem perder o contato com ela é de: (Dado: intensidade da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- (A) 8 m
- (B) 10 m
- (C) 12 m
- (D) 16 m
- (E) 20 m

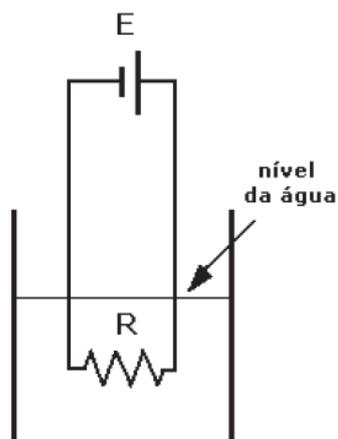
30. (ESPCEX 2015) Uma pequena esfera de massa M igual a $0,1 \text{ kg}$ e carga elétrica $q = 1,5 \mu\text{C}$ está, em equilíbrio estático, no interior de um campo elétrico uniforme gerado por duas placas paralelas verticais carregadas com cargas elétricas de sinais opostos. A esfera está suspensa por um fio isolante presa a uma das placas conforme o desenho abaixo. A intensidade, a direção e o sentido do campo elétrico são, respectivamente,

Dados: $\cos \theta = 0,8$ e $\sin \theta = 0,6$, aceleração da gravidade = 10 m/s^2 .



- (A) $5 \cdot 10^5 \text{ N/C}$, horizontal, da direita para a esquerda
- (B) $5 \cdot 10^5 \text{ N/C}$, horizontal, da esquerda para a direita
- (C) $9 \cdot 10^5 \text{ N/C}$, horizontal, da esquerda para a direita
- (D) $9 \cdot 10^5 \text{ N/C}$, horizontal, da direita para a esquerda
- (E) $5 \cdot 10^5 \text{ N/C}$, vertical, de baixo para cima.

31. (ESPCEX 2015) Num recipiente contendo $4,0$ litros de água, a uma temperatura inicial de 20°C , existe um resistor ôhmico, imerso na água, de resistência elétrica $R = 1 \Omega$, alimentado por um gerador ideal de força eletromotriz $E = 50 \text{ V}$, conforme o desenho abaixo. O sistema encontra-se ao nível do mar. A transferência de calor para a água ocorre de forma homogênea. Considerando as perdas de calor desprezíveis para o meio, para o recipiente e para o restante do circuito elétrico, o tempo necessário para vaporizar $2,0$ litros de água é: (Dados: calor específico da água = $4 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$, calor latente de vaporização da água = 2230 kJ/kg , densidade da água = 1 kg/L)



- (A) 4080 s
- (B) 2040 s
- (C) 3200 s
- (D) 2296 s
- (E) 1500 s

32. (ESPCEX 2005) Um cozinheiro necessita preparar 1,5 litros de café com leite a uma temperatura de 42°C . Ele dispõe de 700 mililitros de café a 82°C . Considerando que somente haja troca de calor entre o café e o leite e que ambos tenham o mesmo calor específico e a mesma densidade, para conseguir o seu intento, a temperatura inicial do leite que será misturado ao café deve ser de:

- (A) 62°C
- (B) 40°C
- (C) 35°C
- (D) 11°C
- (E) 7°C

Final Da Prova De Física



GABARITO 10º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

= F I M =

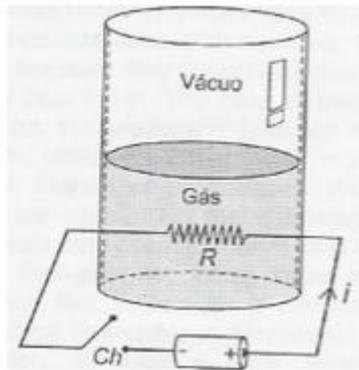


TURMA:

NOME:

11º SIMULADO DE FÍSICA

21. Um cilindro adiabático vertical foi dividido em duas partes por um êmbolo de 6,0 kg de massa que pode deslizar sem atrito. Na parte superior, fez-se vácuo e na inferior foram colocados 2 mols de um gás ideal monoatômico. Um resistor de resistência elétrica ôhmica R igual a 1Ω é colocado no interior do gás e ligado a um gerador elétrico que fornece uma corrente elétrica i , constante, de 400 mA, conforme ilustrado na figura abaixo. Fechando-se a chave Ch durante 12,5 min, o êmbolo desloca-se 80 cm numa expansão isobárica de um estado de equilíbrio para outro. Nessas condições, a variação da temperatura do gás foi, em $^{\circ}\text{C}$, de:



- (A) 1
(B) 2
(C) 3
(D) 5

22. Na cidade de Macapá, no Amapá, Fernando envia uma mensagem via satélite para Maria na mesma cidade. A mensagem é intermediada por um satélite geoestacionário, em órbita circular cujo centro coincide com o centro geométrico da Terra, e por uma operadora local de telecomunicação da seguinte forma: o sinal de informação parte do celular de Fernando direto para o satélite que instantaneamente retransmite para a operadora, que, da mesma forma, transmite para o satélite mais uma vez e, por fim, é retransmitido para o celular de Maria.

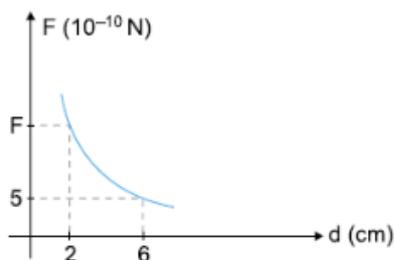
Considere que esse sinal percorra todo trajeto em linha reta e na velocidade da luz, c ; que as dimensões da cidade sejam desprezíveis em relação à distância que separa o satélite da Terra; que este satélite esteja alinhado perpendicularmente à cidade que se encontra ao nível do mar e na linha do equador. Sendo, M , massa da Terra, T , período de rotação da Terra, R_T , raio da Terra e G , a constante de gravitação universal, o intervalo de tempo entre a emissão do sinal no celular de Fernando e a recepção no celular de Maria, em função de c , M , T , G e R_T é:

- (A) $\frac{4}{c} \left(\sqrt[3]{\frac{T^2 GM}{4\pi^2}} \right)$
(B) $\frac{2}{c} \left(\sqrt{\frac{2TGM}{4\pi}} + R_T \right)$
(C) $\frac{4}{c} \left(\sqrt[3]{\frac{TGM}{4\pi^2}} - R_T \right)$
(D) $\frac{1}{c} \left(\sqrt[3]{\frac{TGM}{4\pi}} + R_T \right)$

23. Em uma galáxia muito distante, dois planetas de massas iguais a $3 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ e $2 \cdot 10^{22} \text{ kg}$, estão localizados a uma distância de $2 \cdot 10^5 \text{ km}$ um do outro. Admitindo que a constante de gravitação universal G vale $6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ determine a intensidade, em N, da força gravitacional entre eles.

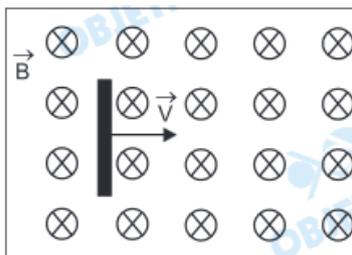
- (A) $20,1 \cdot 10^{27}$
- (B) $20,1 \cdot 10^{43}$
- (C) $10,05 \cdot 10^{19}$
- (D) $10,05 \cdot 10^{25}$

24. Dois corpos atraem-se com força gravitacional que varia com a distância entre seus centros de massa, conforme o gráfico abaixo. O valor de F assinalado no gráfico é:



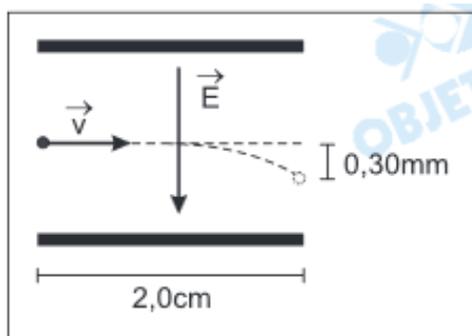
- (A) 3
- (B) 12
- (C) 30
- (D) 36
- (E) 45

25. Quando uma barra metálica se desloca num campo magnético, sabe-se que seus elétrons se movem para uma das extremidades, provocando entre elas uma polarização elétrica. Desse modo, é criado um campo elétrico constante no interior do metal, gerando uma diferença de potencial entre as extremidades da barra. Considere uma barra metálica descarregada, de 2,0 m de comprimento, que se desloca com velocidade constante de módulo $v = 216 \text{ km/h}$ num plano horizontal (veja figura), próximo à superfície da Terra. Sendo criada uma diferença de potencial (ddp) de $3,0 \times 10^{-3} \text{ V}$ entre as extremidades da barra, o valor do componente vertical do campo de indução magnética terrestre nesse local é de:



- (A) $6,9 \times 10^{-6} \text{ T}$
- (B) $1,4 \times 10^{-5} \text{ T}$
- (C) $2,5 \times 10^{-5} \text{ T}$
- (D) $4,2 \times 10^{-5} \text{ T}$

26. Em uma impressora a jato de tinta, gotas de certo tamanho são ejetadas de um pulverizador em movimento, passam por uma unidade eletrostática onde perdem alguns elétrons, adquirindo uma carga q , e, a seguir, se deslocam no espaço entre placas planas paralelas eletricamente carregadas, pouco antes da impressão. Considere gotas de raio igual a $10 \mu\text{m}$ lançadas com velocidade de módulo $v = 20 \text{ m/s}$ entre placas de comprimento igual a 2,0 cm, no interior das quais existe um campo elétrico vertical uniforme, cujo módulo é $E = 8,0 \times 10^4 \text{ N/C}$ (veja figura). Considerando que a densidade da gota seja de 1000 kg/m^3 e sabendo-se que a mesma sofre um desvio de 0,30 mm ao atingir o final do percurso, o módulo da sua carga elétrica é de:



- (A) $2,0 \times 10^{-14} \text{ C}$
- (B) $3,1 \times 10^{-14} \text{ C}$
- (C) $6,3 \times 10^{-14} \text{ C}$
- (D) $3,1 \times 10^{-11} \text{ C}$
- (E) $1,1 \times 10^{-10} \text{ C}$

27. Um corpo está a 40 cm de distância de uma lente cuja distância focal é -10 cm. A imagem deste corpo é:

- (A) Real e reduzida
- (B) Real e aumentada
- (C) Virtual e reduzida
- (D) Virtual e aumentada
- (E) Real e invertida

28. Uma lente convergente projeta sobre uma tela uma imagem cinco vezes maior de um objeto real. Sabendo-se que a distância entre o objeto e a imagem é de 90 cm, a distância focal da lente é:

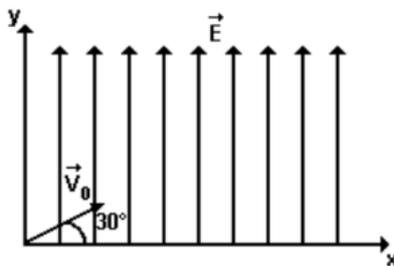
- (A) 12,5 cm
- (B) 15 cm
- (C) 28,2 cm
- (D) 30 cm
- (E) N.r.a

29. Espelhos esféricos são muito utilizados na indústria de um modo geral. Considere um espelho esférico convexo de raio de curvatura de 7,5 cm e um objeto que se encontra a 3 m do mesmo.

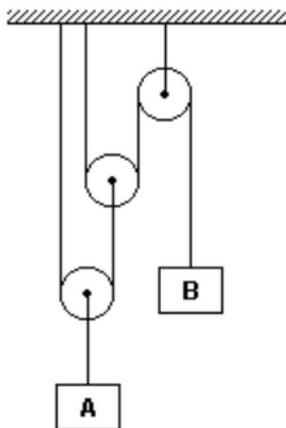
A ampliação linear deste espelho é igual a:

- (A) 1/19
- (B) 1/27
- (C) 1/29
- (D) 1/64
- (E) 1/81

30. No instante $t = 0$ s, um elétron é projetado em um ângulo de 30° em relação ao eixo x , com velocidade v_0 de 4×10^5 m/s, conforme o esquema a seguir. Considerando que o elétron se move num campo elétrico constante $E = 100$ N/C, o tempo que o elétron levará para cruzar novamente o eixo x é de: (considere os efeitos gravitacionais sobre o elétron desprezíveis)



- (A) 10 ns
 (B) 15 ns
 (C) 23 ns
 (D) 12 ns
 (E) 18 ns
31. Um barco leva 10 horas para subir e 4 horas para descer um mesmo trecho do rio Amazonas, mantendo constante o módulo de sua velocidade em relação à água. Quanto tempo o barco leva para descer esse trecho com os motores desligados?
- (A) 14 horas e 30 minutos
 (B) 13 horas e 20 minutos
 (C) 7 horas e 20 minutos
 (D) 10 horas
 (E) Não é possível resolver porque não foi dada a distância percorrida pelo barco.
32. Um sistema de polias, composto de duas polias móveis e uma fixa, é utilizado para equilibrar os corpos A e B. As polias e os fios possuem massas desprezíveis e os fios são inextensíveis. Sabendo-se que o peso do corpo A é igual a 340 N, determine o peso do corpo B, em newtons.



- (A) 80
 (B) 120
 (C) 85
 (D) 100
 (E) 90



GABARITO 11º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

= F I M =



TURMA:

NOME:

12º SIMULADO DE FÍSICA

21. (ITA) Um jovem estudante para fazer a barba mais eficientemente, resolve comprar um espelho esférico que aumente duas vezes a imagem do seu rosto quando ele se coloca a 50cm dele. Que tipo de espelho ele deve usar e qual o raio de curvatura?
- (A) Convexo com $r = 50\text{cm}$.
(B) Côncavo com $r = 2,0\text{m}$.
(C) Côncavo com $r = 33\text{cm}$.
(D) Convexo com $r = 67\text{cm}$.
(E) Um espelho diferente dos mencionados.
22. (AFA) Uma partícula de massa m , carga elétrica q e velocidade v descreve uma trajetória circular de raio r_1 numa região dotada de campo de indução magnética B . Após um certo tempo, nota-se que o raio da trajetória passa a ser $r_2 = 2r_1$. Pode-se afirmar que:
- (A) Essa partícula perdeu massa.
(B) A velocidade da partícula aumentou.
(C) A carga elétrica da partícula aumentou.
(D) O campo de indução magnética dobrou de intensidade.
(E) Nenhuma das afirmações acima.
23. (ESPCEX) Consideramos que o planeta Marte possui um décimo da massa da Terra e um raio igual à metade do raio do nosso planeta. Se o módulo da força gravitacional sobre um astronauta na superfície da Terra é igual a 700 N, na superfície de Marte seria igual a:
- (A) 700 N
(B) 280 N
(C) 140 N
(D) 70 N
(E) 17,5 N
24. Um carro está parado em um semáforo, aguardando abrir o sinal. No instante em que acende a luz verde, ele parte com uma aceleração constante. Um caminhão que vinha com velocidade constante de 10 m/s, trafegando em sentido contrário ao do carro, passa por ele no exato momento da partida. Após 5s, a distância entre o caminhão e o carro é de 75 m. A aceleração do carro é de:
- (A) 4 m/s^2
(B) 6 m/s^2
(C) 10 m/s^2
(D) 15 m/s^2
(E) 2 m/s^2

25. (AFA) Um canhão no topo de uma colina, a 125 metros do solo, dispara um projétil, com velocidade inicial $v_0 = 500$ m/s e inclinação de 60° em relação à horizontal. O alvo é um avião voando a 1250 metros de altura em relação ao solo, com velocidade $v = 900$ km/h. O número de chances de o projétil atingir o avião é:

- (A) Zero
- (B) 1
- (C) 2
- (D) 3
- (E) 4

26. (AFA) Um veículo faz uma curva de raio R , sem derrapar, apesar de não haver atrito. Nesse caso, o ângulo de inclinação da pista é tal que sua tangente é igual a $1/2$. Isso posto, podemos afirmar que a força:

- (A) Normal é metade do peso do veículo.
- (B) Centrípeta máxima é metade da força normal.
- (C) Centrípeta máxima é metade do peso do veículo.
- (D) Normal é metade da soma do peso e da centrípeta.
- (E) Centrípeta é nula.

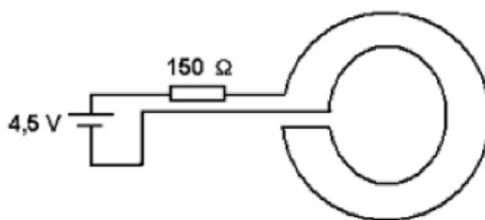
27. Um corpo é acelerado uniformemente a partir do repouso e, num dado instante, adquire velocidade constante. A velocidade escalar média do corpo na etapa acelerada foi de 36 km/h. O espaço percorrido na segunda etapa, num intervalo de 1 minuto, foi:

- (A) 0,3 km
- (B) 0,6 km
- (C) 1,2 km
- (D) 1,8 km
- (E) 2,4 km

28. A correção da miopia e a correção da hipermetropia são feitas com lentes respectivamente:

- (A) Afocal e divergente
- (B) Convergente e divergente
- (C) Afocal e convergente
- (D) Divergente e afocal
- (E) Divergente e convergente

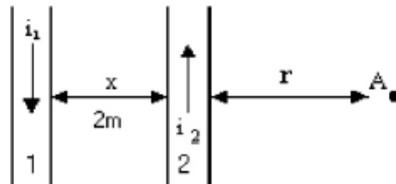
29. Duas espiras concêntricas e coplanares de raios 10 mm e 20 mm, são construídas de condutores ideais e ligados à uma bateria, conforme a figura. Supondo que esse experimento seja realizado no vácuo, calcule a intensidade do campo magnético no centro das espiras. Adote nesse caso, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$



- (A) 0 T
- (B) $2\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- (C) $3\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- (D) $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$

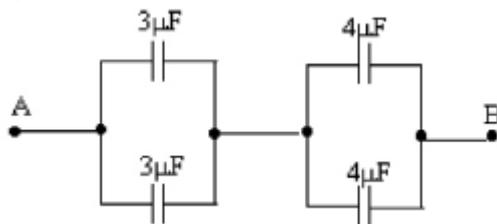
(E) $\pi \cdot 10^{-7} T$

30. Dois fios retos paralelos e longos distanciados 2 m um do outro, conduzem correntes elétricas de sentidos opostos, conforme a figura. Sabe-se que a intensidade da corrente elétrica no fio 1 é de 4 A e no fio 2 é de 3 A e que μ_0 é a permeabilidade do meio. Para que a intensidade do campo magnético no ponto A seja nula, o valor de r, em metros, deve ser igual a:

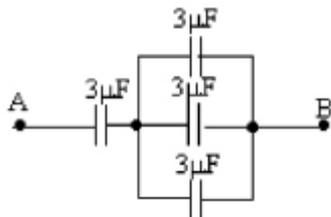


- (A) 4
(B) 6
(C) 8
(D) 10
(E) 5

31. Dentre as alternativas abaixo, qual apresenta, entre os extremos A e B, como resultado uma capacitância equivalente a $4,5 \mu F$?



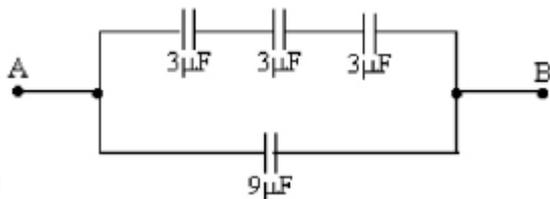
(A)



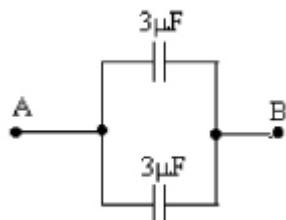
(B)



(C)



(D)



(E)

TURMA:

NOME:

32. Uma espira circular, de raio igual a 10 cm, percorrida por uma corrente elétrica de intensidade igual a 50 mA produz, no centro da espira, um vetor indução magnética de intensidade B. Para se obter um valor igual a 2B, mantendo constante a intensidade de corrente elétrica e o mesmo meio (μ_0), é necessário que o novo raio da espira seja, em cm, de: (dado: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$)

- (A) 1,0
- (B) 2,5
- (C) 5,0
- (D) 20,0
- (E) Nenhuma das respostas acima.

Final Da Prova De Física





GABARITO 12º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

= F I M =

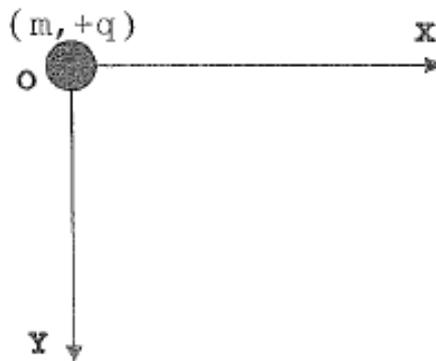


TURMA:

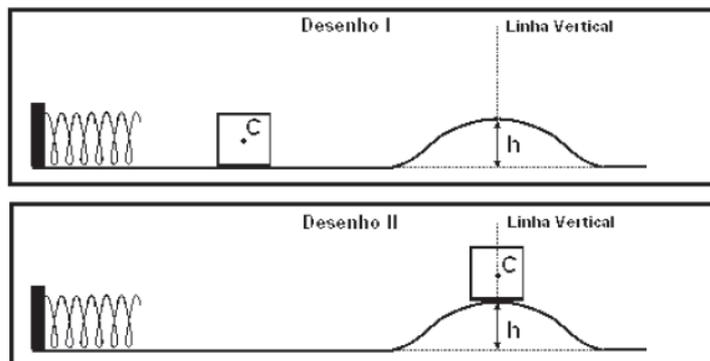
NOME:

13º SIMULADO DE FÍSICA

21. (EN - 2010) Uma partícula, de massa $m = 40,0$ gramas e carga elétrica $q = 8,0$ mC, encontra-se inicialmente fixa na origem do sistema coordenado XOY (veja figura abaixo). Na região, existe um campo elétrico uniforme $\vec{E} = 100 \cdot \hat{i}$ (N/C). A partícula é solta e passa a se mover na presença dos campos elétrico e gravitacional [$\vec{g} = 10,0 \cdot \hat{j}$ (m/s²)]. No instante em que a coordenada $x = 40,0$ cm, a energia cinética da partícula, em joule, é



- (A) $30,0 \cdot 10^{-2}$
 (B) $35,0 \cdot 10^{-2}$
 (C) $40,0 \cdot 10^{-2}$
 (D) $45,0 \cdot 10^{-2}$
 (E) $47,0 \cdot 10^{-2}$
22. (ESPCEX) A mola ideal, representada no desenho I abaixo, possui constante elástica de 256 N/m. Ela é comprimida por um bloco, de massa 2kg, que pode mover-se numa pista com um trecho horizontal e uma elevação de altura $h = 10$ cm. O ponto C, no interior do bloco, indica o seu centro de massa. Não existe atrito de qualquer tipo neste sistema e a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s². Para que o bloco, impulsionado exclusivamente pela mola, atinja a parte mais elevada da pista com a velocidade nula e com o ponto C na linha vertical tracejada, conforme indicado no desenho II, a mola deve ter sofrido, inicialmente, uma compressão de:



- (A) $1,50 \cdot 10^{-3} m$
 (B) $1,18 \cdot 10^{-2} m$
 (C) $1,25 \cdot 10^{-1} m$

- (D) $2,5 \cdot 10^{-1} m$
 (E) $8,75 \cdot 10^{-1} m$

23. (ESPCEX) A utilização do termômetro, para a avaliação da temperatura de um determinado corpo, é possível porque, após algum tempo de contato entre eles, ambos adquirem a mesma temperatura. Neste caso, é válido dizer que eles atingem a (o):

- (A) Equilíbrio térmico
 (B) Ponto de condensação
 (C) Coeficiente de dilatação máximo
 (D) Mesma capacidade térmica
 (E) Mesmo calor específico

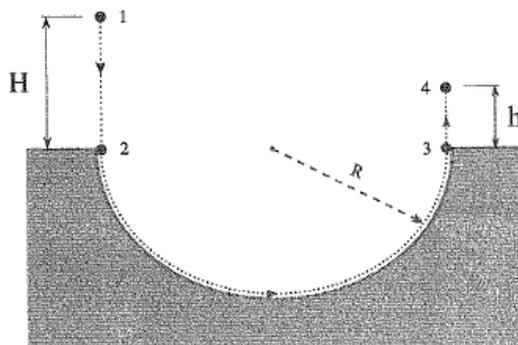
24. (ESPCEX) O campo gravitacional da Terra, em determinado ponto do espaço, imprime a um objeto de massa de 1 kg a aceleração de 5 m/s^2 . A aceleração que esse campo imprime a um outro objeto de massa de 3 kg, nesse mesmo ponto, é de:

- (A) $0,6 \text{ m/s}^2$
 (B) 1 m/s^2
 (C) 3 m/s^2
 (D) 5 m/s^2
 (E) 15 m/s^2

25. (ESPCEX) Para elevar a temperatura de 200g de uma certa substância, de calor específico igual a $0,6 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, de 20°C para 50°C , será necessário fornecer-lhe uma quantidade de energia igual a:

- (A) 120 cal
 (B) 600 cal
 (C) 900 cal
 (D) 1800 cal
 (E) 3600 cal

26. (EN – 2010) Uma pequena esfera rígida de massa m é liberada do repouso da posição 1, localizada a uma distância vertical H acima da borda de uma cavidade hemisférica de raio R (ver figura). A esfera cai e toca, tangenciando, a superfície rugosa desta cavidade (posição 2) com o dobro da velocidade com a qual deixa a mesma (posição 3). Despreze a resistência do ar. A razão H/h é igual a:



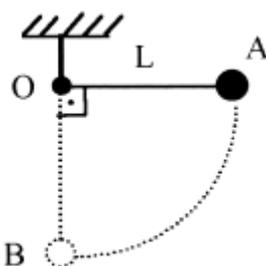
- (A) $4/3$
 (B) $3/2$
 (C) 2
 (D) 3
 (E) 4

27. (ESPCEX) Uma granada encontra-se em repouso num terreno plano e horizontal. Em um determinado instante, conforme a figura abaixo, ela explode em três fragmentos: o primeiro de massa $2 M$ sai com velocidade \vec{v}_1 , o segundo de massa $3 M$ permanece em repouso e o terceiro de massa $5 M$ sai com velocidade \vec{v}_2 que é igual a:



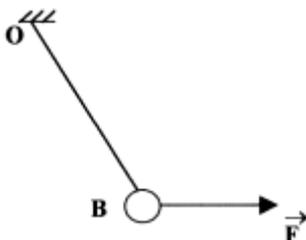
- (A) $-2,5 \vec{v}_1$
 (B) $-4,5 \vec{v}_1$
 (C) $+0,4 \vec{v}_1$
 (D) $+2,5 \vec{v}_1$
 (E) $+10 \vec{v}_1$

28. (ESPCEX) Um pêndulo simples de massa $m = 0,5 \text{ kg}$ está preso à extremidade de um fio ideal de comprimento $L = 1,0 \text{ m}$ e é abandonado no ponto A. Ele, então, descreve um arco de circunferência em torno do ponto O até o ponto B, conforme a figura abaixo. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, os trabalhos da força de tração do fio e da força peso sobre o pêndulo ao longo da trajetória AB valem, respectivamente,



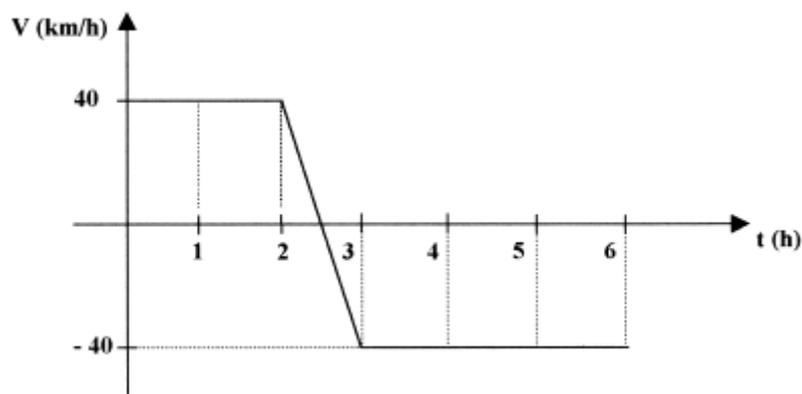
- (A) -5 J e 7 J
 (B) Zero e 5 J
 (C) 5 J e zero
 (D) 5 J e $5\sqrt{2} \text{ J}$
 (E) $5\sqrt{2} \text{ J}$ e 5 J

29. (ESPCEX) Na figura, uma esfera de peso 12 N está presa ao fio ideal OB. Sobre ela é aplicada uma força horizontal \vec{F} de intensidade 9 N conforme a figura abaixo. Estando o sistema em equilíbrio, a tração no fio OB, em Newtons, é igual a:



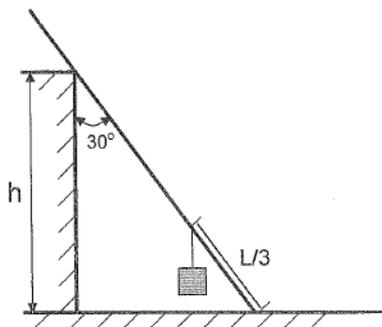
- (A) 9
 (B) 12
 (C) 13
 (D) 15
 (E) 17

30. (ESPCEX) O gráfico abaixo representa a velocidade escalar de um ciclista em função do tempo num determinado percurso. Nas quatro horas iniciais do percurso, a velocidade média do ciclista, em km/h, é de:



- (A) -40
 (B) 0
 (C) $20/3$
 (D) 10
 (E) 30
31. (ESPCEX) Um posto recebeu 5000 litros de gasolina a uma temperatura de 35°C . Com a chegada de uma frente fria, a temperatura ambiente baixou, e a gasolina foi totalmente vendida a 20°C . Sabendo-se que o coeficiente de dilatação volumétrica da gasolina é de $1,1 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, e considerando-se desprezível a sua evaporação, podemos afirmar que o prejuízo sofrido pelo dono do posto, em litros de gasolina, foi de:

- (A) 55
 (B) 82,5
 (C) 100
 (D) 110
 (E) 192,5
32. (EN – 2010) A figura abaixo mostra uma barra uniforme e homogênea de peso P e comprimento L , em repouso sobre uma superfície horizontal. A barra está apoiada, sem atrito, ao topo de uma coluna vertical de altura h , fazendo um 30° com a vertical. Um bloco de peso $P/2$ está pendurado a uma distância $L/3$ da extremidade inferior da barra. Se a barra está na iminência de deslizar, a expressão do módulo da força de atrito entre a sua extremidade inferior e a superfície horizontal é:



- (A) $\frac{1}{4} P \cdot \frac{L}{h}$
 (B) $\frac{\sqrt{3}}{6} P \cdot \frac{L}{h}$

TURMA:

NOME:

(C) $\frac{1}{2}P \cdot \frac{L}{h}$

(D) $\frac{\sqrt{3}}{2}P \cdot \frac{L}{h}$

(E) $\frac{\sqrt{3}}{4}P \cdot \frac{L}{h}$

Final Da Prova De Física

CURSO CIDADE

SCLN 113 - Bloco C - Salas 207 / 210 - Tel.: 3340-0433 / 4102-6781 / 3201-0432 / 9975-4464 (Vivo) / 8175-4509 (Tim)

www.cursocidade.com.br / cursocidade@iic.pro.br





GABARITO 13º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

= F I M =

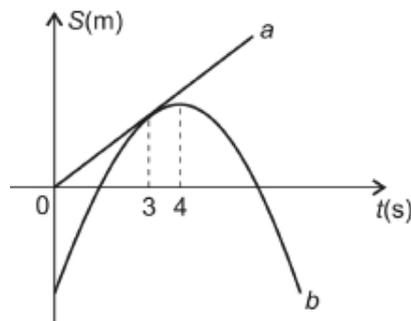


TURMA:

NOME:

14º SIMULADO DE FÍSICA

21. (AFA) Duas partículas, a e b, que se movimentam ao longo de um mesmo trecho retilíneo tem as suas posições (S) dadas em função do tempo (t), conforme o gráfico abaixo.



O arco de parábola que representa o movimento da partícula b e o segmento de reta que representa o movimento de a tangenciam-se em $t = 3$ s. Sendo a velocidade inicial da partícula b de 8 m/s, o espaço percorrido pela partícula a do instante

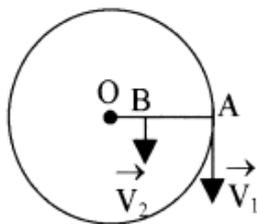
$t = 0$ até o instante $t = 4$ s, em metros, vale:

- (A) 3,0
- (B) 4,0
- (C) 6,0
- (D) 8,0

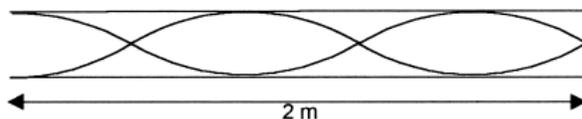
22. (ESPCEX) Uma bola de massa 400 g desliza sem rolar sobre um plano liso e horizontal em movimento retilíneo e uniforme, com velocidade de 2 m/s. Um jogador chuta a bola, e esta passa a mover-se no mesmo sentido anterior, deslizando sem rolar, com velocidade de 10 m/s. O módulo do impulso da força média aplicada pelo jogador, em N.s, foi de:

- (A) 3,2
- (B) 4,0
- (C) $3,2 \cdot 10^3$
- (D) $4,0 \cdot 10^3$
- (E) $8,0 \cdot 10^3$

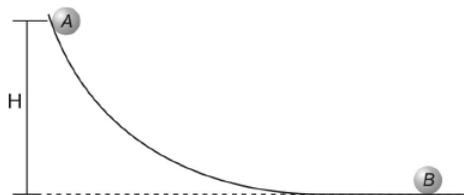
23. (ESPCEX) A figura abaixo representa uma polia que gira em torno de seu eixo no ponto O com movimento de rotação uniforme. O módulo da velocidade linear do ponto A é $V_1 = 50 \text{ cm/s}$, e a do ponto B é $V_2 = 10 \text{ cm/s}$. Sabendo que a distância AB é 40 cm, o valor da velocidade angular da polia em rad/s é:



- (A) 1
(B) 2
(C) 5
(D) 10
(E) 50
24. (ESPCEX) Um corpo tem massa igual a 3 kg e volume de 1000 cm^3 . Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, e sabendo-se que a densidade da água é igual a 1 g/cm^3 , o peso aparente do corpo, em Newtons, quando totalmente imerso em água é de:
- (A) 10
(B) 12
(C) 18
(D) 20
(E) 30
25. (ESPCEX) Ao anoitecer, mesmo que o Sol esteja abaixo da linha do horizonte, continuamos a ver sua imagem devido ao fenômeno físico associado à:
- (A) Difração total da luz
(B) Refração da luz visível
(C) Reflexão parcial da luz
(D) Absorção da luz visível
(E) Transmissão da luz ultravioleta
26. (ESPCEX) A figura representa uma onda estacionária que se forma em um tubo sonoro fechado. Considerando a velocidade do som no ar de 340 m/s , a frequência, em Hz, do som emitido pelo tubo é de:



- (A) 200,0
(B) 200,5
(C) 212,5
(D) 220,5
(E) 225,0
27. (AFA) De acordo com a figura abaixo, a partícula A, ao ser abandonada de uma altura H, desce a rampa sem atritos ou resistência do ar até sofrer uma colisão, perfeitamente elástica, com a partícula B que possui o dobro da massa de A e que se encontra inicialmente em repouso. Após essa colisão, B entra em movimento e A retorna, subindo a rampa e atingindo uma altura igual a:



- (A) H
- (B) H/2
- (C) H/3
- (D) H/9

28. (ESPCEX) Considerando que o período de translação da Lua em torno da Terra é de 28 dias e que a Lua tem sempre a mesma face voltada para a Terra, pode-se afirmar que a(o):

- (A) Face oculta da Lua nunca recebe luz do Sol
- (B) Período de translação da Terra em torno do Sol é o mesmo que o da Lua em torno da Terra.
- (C) Lua não apresenta movimento de rotação em torno de seu próprio eixo
- (D) Período de rotação da Lua em torno de seu próprio eixo é de 28 dias
- (E) Período de rotação da Lua em torno de seu próprio eixo é de 56 dias

29. (ESPCEX) Um estudante foi à piscina do clube durante o dia e verificou que, devido à ação do Sol, o chão de granito estava mais quente do que a água. Isto ocorre porque:

- (A) A capacidade térmica da água independe da massa
- (B) Ocorreu o fenômeno de convecção no granito
- (C) Calor específico da água é maior que o do granito
- (D) Para sofrer o mesmo aumento de temperatura, certa massa de granito precisa receber mais calor que a mesma massa de água
- (E) Dois corpos com a mesma temperatura apresentam transferência de calor entre si quando estão em contato.

30. (ESPCEX) Um corpo pesa na superfície da Terra 100 N e na superfície da Lua 15 N. A partir desses dados calcule a massa da Lua, em kg, supondo-a uma esfera homogênea de raio $1,8 \cdot 10^6$ m.

Observação: considere as dimensões do corpo desprezíveis em relação à Lua.

Dados:

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$$

- (A) $9,5 \cdot 10^{16}$
- (B) $7,310^{22}$
- (C) $6,1 \cdot 10^{19}$
- (D) $5,7 \cdot 10^{28}$
- (E) $8,9 \cdot 10^{25}$

31. (ESPCEX) Num dia sem vento, sob a chuva que cai verticalmente, com velocidade constante em relação ao solo, uma pessoa caminha horizontalmente em movimento retilíneo e uniforme com velocidade de 1,0 m/s, inclinando o guarda-chuva a $28,5^\circ$ (em relação à vertical) para resguardar-se o melhor possível. A intensidade da velocidade da chuva em relação ao solo é:

Dados:

$$\cos 28,5^\circ = 0,88$$

$$\text{sen } 28,5^\circ = 0,48$$

TURMA:

NOME:

$$\tan 61,5^\circ = 1,84$$

- (A) 1,8 m/s
- (B) 0,9 m/s
- (C) 0,5 m/s
- (D) 1,5 m/s
- (E) 1,3 m/s

32. (AFA) O motor de um determinado veículo consome 8,0 litros de combustível em uma hora. Sabendo-se que o calor de combustão desse combustível é de 10000 cal/g, que sua densidade é 0,675 g/cm³ e que o motor desenvolve uma potência de 24 kW, o rendimento desse motor, em porcentagem, é de (considere 1 cal = 4 J)

- (A) 32
- (B) 36
- (C) 40
- (D) 44

Final Da Prova De Física





GABARITO 14º SIMULADO GERAL 2017

1º DIA

LÍNGUA PORTUGUESA

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

FÍSICA

21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E
31	A	B	C	D	E
32	A	B	C	D	E

QUÍMICA

33	A	B	C	D	E
34	A	B	C	D	E
35	A	B	C	D	E
36	A	B	C	D	E
37	A	B	C	D	E
38	A	B	C	D	E
39	A	B	C	D	E
40	A	B	C	D	E
41	A	B	C	D	E
42	A	B	C	D	E
43	A	B	C	D	E
44	A	B	C	D	E

= F I M =

