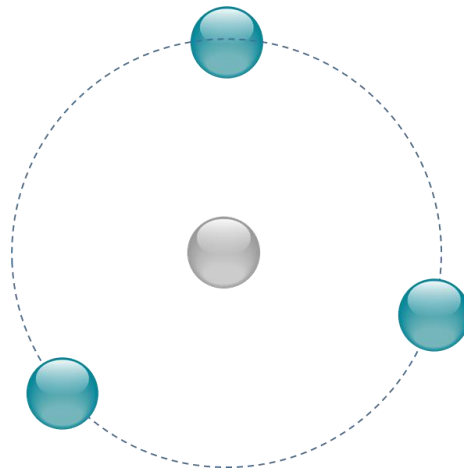




Fundamentos

1) Repouso e movimento



Um corpo está em repouso quando sua posição não se altera em relação a um referencial.

Um corpo está em movimento quando sua posição se altera em relação a um referencial.

Exercício 01

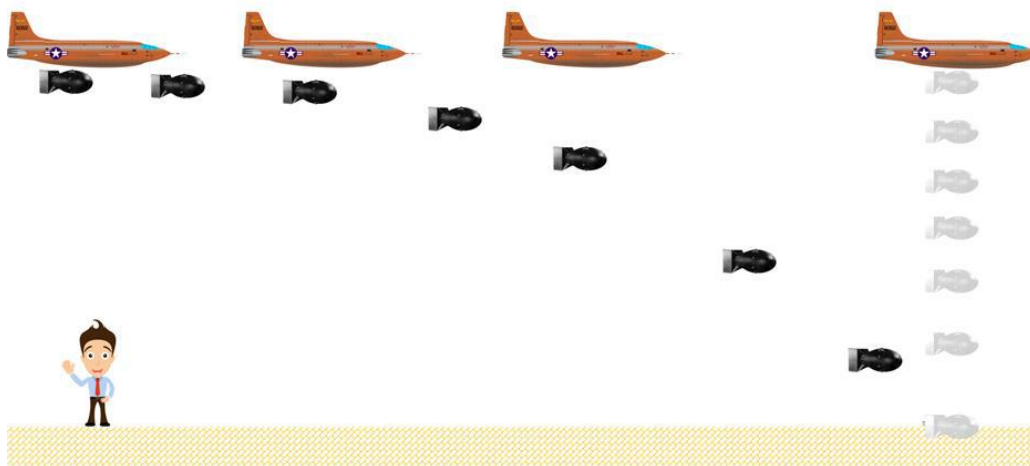
Sabendo que o carro e o ônibus da figura se movem com uma velocidade de 60 km/h analise as afirmativas a seguir:



- O carro está em repouso relação ao ônibus.
- O ônibus está em repouso relação ao carro .
- O carro está em repouso relação à árvore.
- O ônibus está em movimento relação à árvore.
- A árvore está em movimento relação ao carro.
- A árvore está em movimento relação ao ônibus.

2) Trajetória

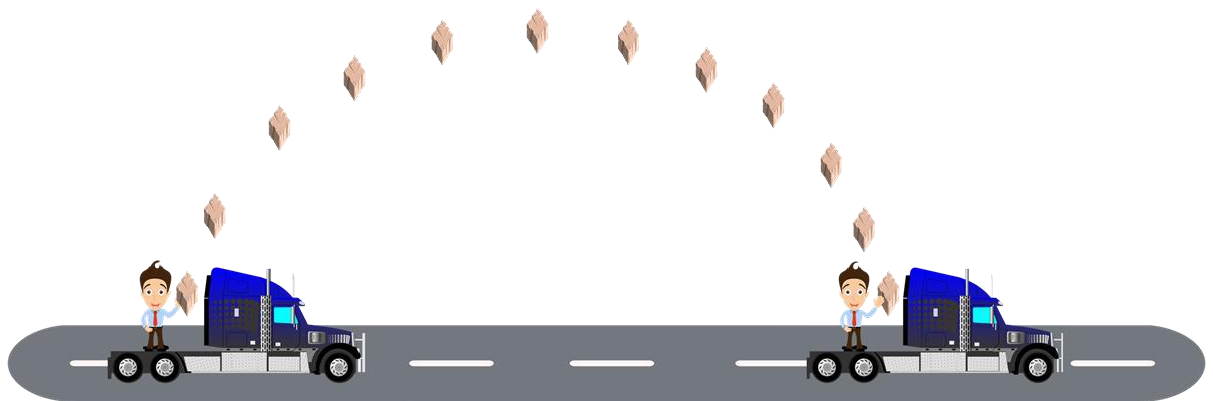
É o caminho determinado por uma sucessão de pontos , por onde o corpo passa em relação a um certo referencial.



Exercício 02

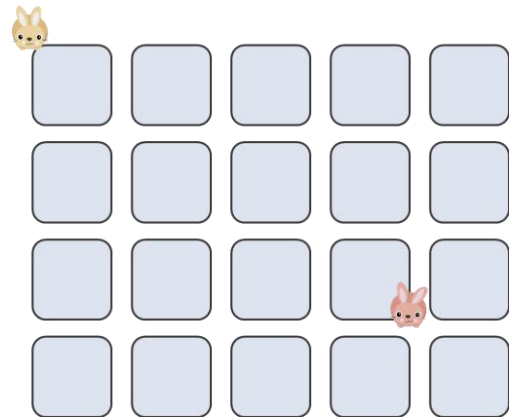
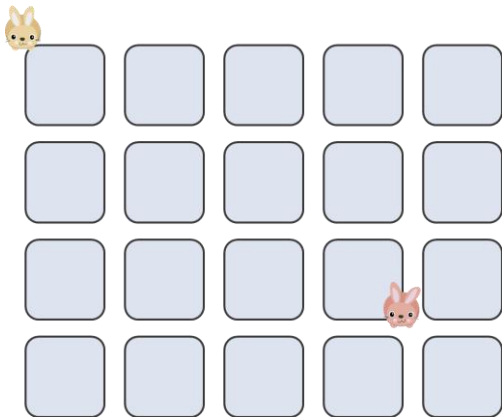
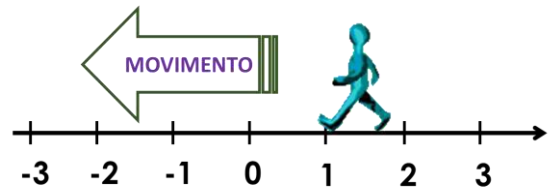
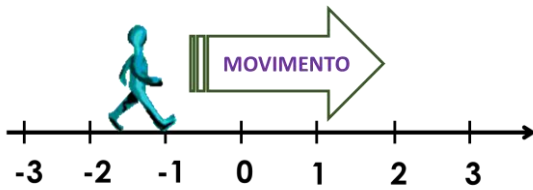
(Puc-SP) Uma pessoa encontra-se em lugar fixo de um caminhão animado de movimento retilíneo e cujo valor da velocidade é constante. A pessoa lança uma pedra verticalmente para cima. Desprezando-se a resistência do ar, pode-se afirmar que:

- a) a pedra atingirá o solo na vertical do ponto de que foi lançada.
- b) a pedra retornará à pessoa que a lançou.
- c) a trajetória será uma reta vertical em relação à Terra.
- d) a trajetória será uma parábola em relação ao caminhão.
- e) a pedra atingirá o solo na frente do caminhão.



Distância e deslocamento escalar

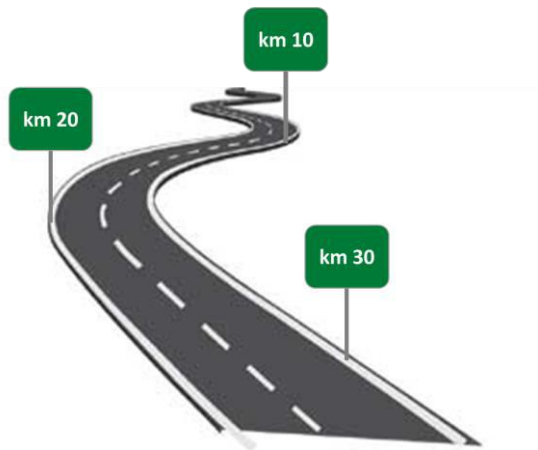
Espaço (s ou x)



Distância (d) é a grandeza escalar que nos informa quanto o móvel efetivamente percorreu entre dois instantes.

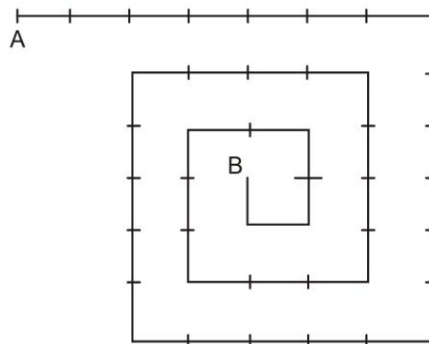
Deslocamento (Δx) é o vetor que une a posição inicial com a final.

Deslocamento escalar (Δs)



Exercício

(Ifce) Uma partícula se move de A para B segundo a trajetória da figura abaixo.



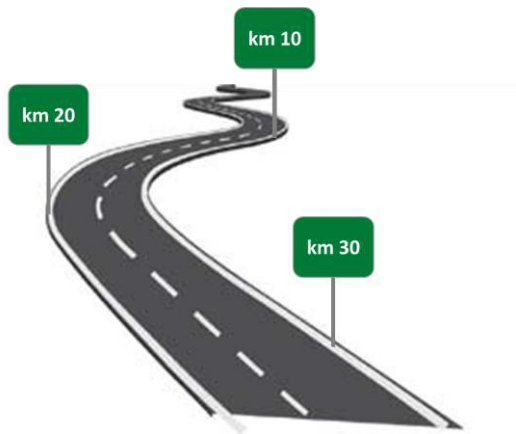
Sabendo-se que cada divisão da trajetória corresponde a 1 m, o deslocamento resultante da partícula foi de:

- a) 43 m.
- b) 10 m.
- c) 7 m.
- d) 5 m.
- e) 4 m.

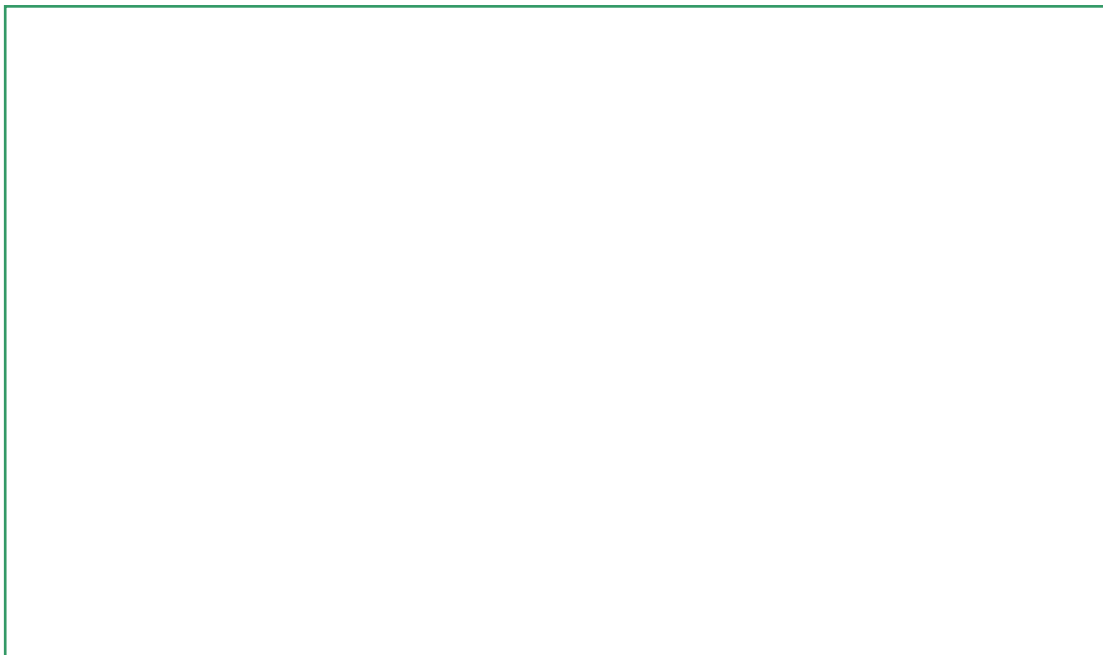


Velocidade escalar média

Velocidade escalar média



Conversão de unidades



Exercício 01

[Cesgranrio] Segundo um comentarista esportivo, um juiz de futebol, atualmente, ao apitar um jogo, corre, em média, 12 km por partida. Considerando os 90 minutos de jogo, é correto afirmar que a velocidade escalar média com que um juiz de futebol se move no campo, em km/h, é de:

- a) zero
- b) 0,13
- c) 0,48
- d) 2,2
- e) 8,0

Exercício 02

[Unicamp] Andar de bondinho no complexo do Pão de Açúcar no Rio de Janeiro é um dos passeios aéreos urbanos mais famosos do mundo. Marca registrada da cidade, o Morro do Pão de Açúcar é constituído de um único bloco de granito, despido de vegetação em sua quase totalidade e tem mais de 600 milhões de anos.

O passeio completo no complexo do Pão de Açúcar inclui um trecho de bondinho de aproximadamente 540 m da Praia Vermelha ao Morro da Urca, uma caminhada até a segunda estação no Morro da Urca, e um segundo trecho de bondinho de cerca de 720 m, do Morro da Urca ao Pão de Açúcar.

A velocidade escalar média do bondinho no primeiro trecho é $v_1 = 10,8$ km/h e, no segundo, é $v_2 = 14,4$ km/h. Supondo que, em certo dia, o tempo gasto na caminhada no Morro da Urca somado ao tempo de espera nas estações é de 30 minutos, o tempo total do passeio completo da Praia Vermelha até o Pão de Açúcar será igual a:

- a) 33 min.
- b) 36 min.
- c) 42 min.
- d) 50 min.



Aceleração escalar média

Aceleração escalar média



Exercício 01

[Ufprr] Um determinado veículo parte do repouso e aumenta sua velocidade até 20 m/s em 6 s. Depois disso, mantém os mesmos 20 m/s por mais 4 s. É correto afirmar que o módulo da aceleração média desse veículo entre 0 e 10 s, em m/s^2 , é igual a:

- a) 2,0
- b) 5,0
- c) 2,5
- d) 4,0
- e) 3,3

Exercício 02

[Pucmg] Dizer que um automóvel tem aceleração igual a $1,0 \text{ m/s}^2$ equivale a se afirmar que:

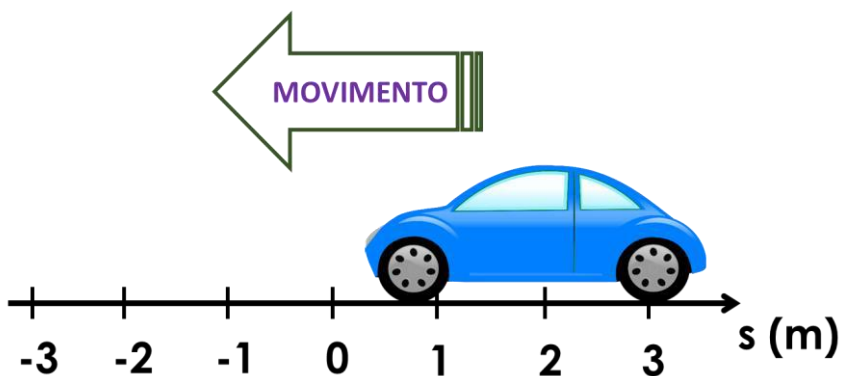
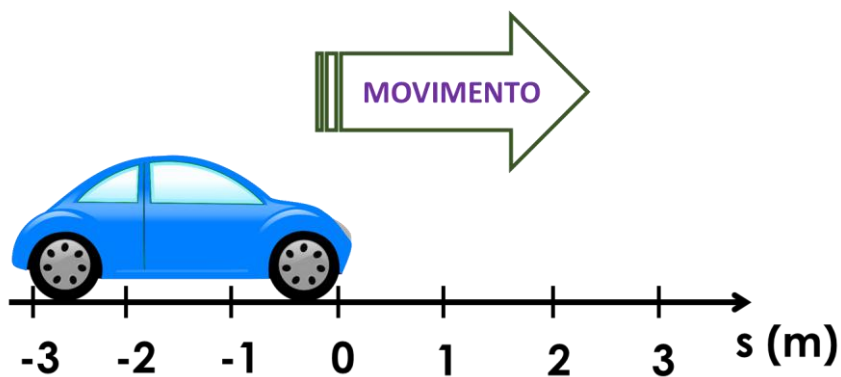
- a) a cada segundo sua velocidade aumenta de 3,6 km/h.
- b) a cada hora sua velocidade aumenta de 1,0 m/s.
- c) a cada hora sua velocidade aumenta de 60 km/h.
- d) a cada segundo sua velocidade diminui de 1/3,6 km/h.
- e) a cada segundo sua velocidade diminui de 60 km/h.



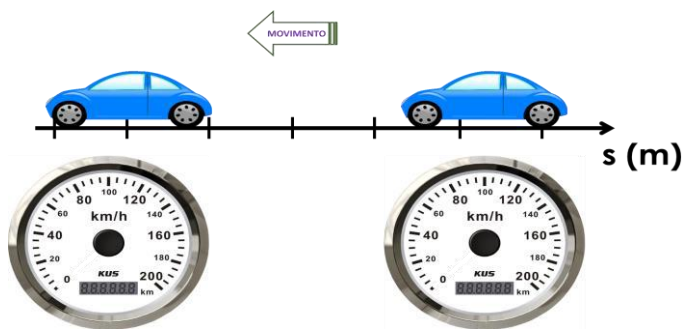
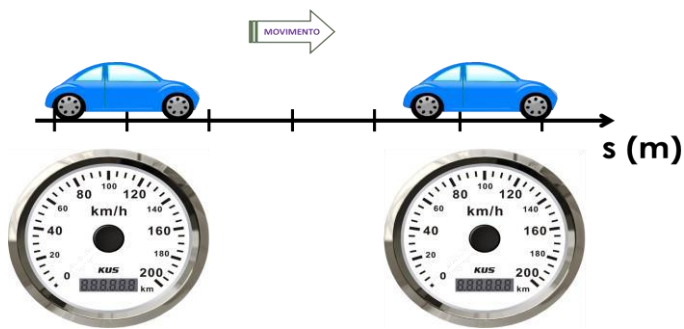
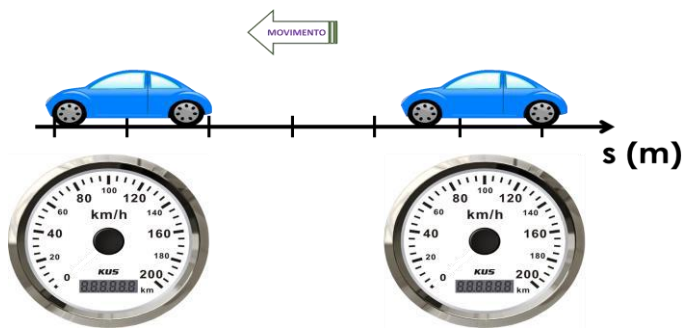
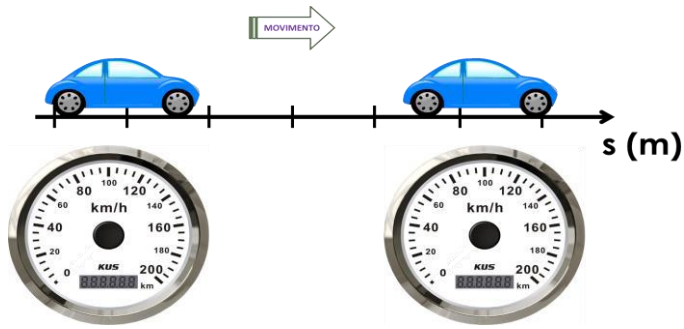
Classificação dos movimentos

Classificação dos movimentos

1) quanto à velocidade



2) quanto à aceleração



Resumo - classificação dos movimentos

1) quanto à velocidade

O movimento é progressivo quando suas posições crescem.

O movimento é retrógrado quando suas posições decrescem.

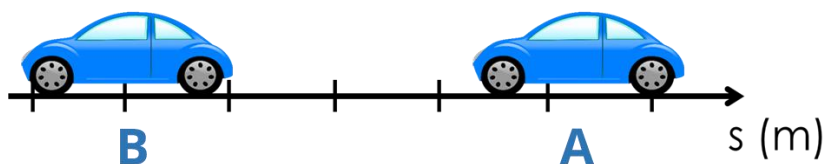
2) quanto à aceleração

O movimento é acelerado quando o corpo ganha velocidade.

O movimento é retardado quando o corpo perde velocidade.

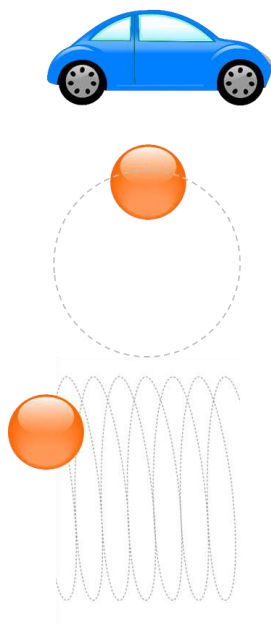
Exercício

A figura abaixo mostra um carro que se move de uma posição A para uma posição B. Sabendo que na posição A o módulo da velocidade é 20 km/h e na posição B o módulo da velocidade é 80 km/h, classifique seu movimento em progressivo ou retrógrado e em acelerado ou retardado.

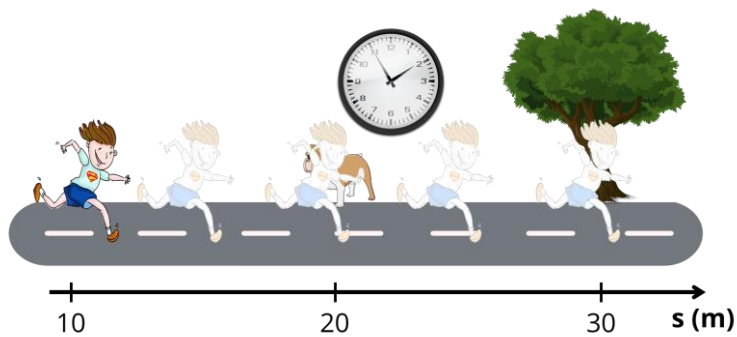


Movimento Uniforme (parte 01)

Movimento Uniforme



Função horária das posições



Exercício 01

(Unitau) Um automóvel percorre uma estrada com função horária $s = -40 + 80t$, onde s é dado em km e t em horas. O automóvel passa pelo km zero após:

- a) 1,0 h.
- b) 1,5 h.
- c) 0,5 h.
- d) 2,0 h.
- e) 2,5 h.

Exercício 02

(Fuvest) Marta e Pedro combinaram encontrar-se em certo ponto de uma autoestrada plana, para seguirem viagem juntos. Marta, ao passar pelo marco zero da estrada, constatou que, mantendo uma velocidade média de 80 km/h, chegaria na hora certa ao ponto de encontro combinado. No entanto, quando ela já estava no marco do quilômetro 10, ficou sabendo que Pedro tinha se atrasado e, só então, estava passando pelo marco zero, pretendendo continuar sua viagem a uma velocidade média de 100 km/h. Mantendo essas velocidades, seria previsível que os dois amigos se encontrassem próximos a um marco da estrada com indicação de:

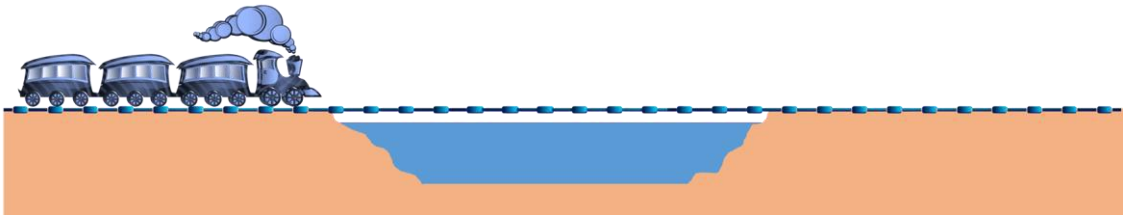
- a) km 20
- b) km 30
- c) km 40
- d) km 50
- e) km 60



Movimento Uniforme (parte 02)

Movimento Uniforme

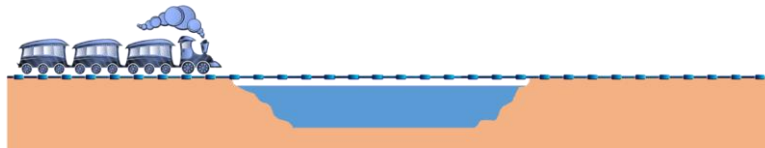
Casos de ultrapassagem



Exercício 01

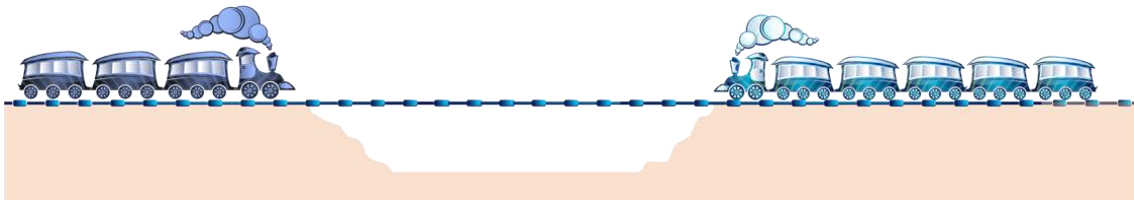
(Ufscar) Um trem carregado de combustível, de 120 m de comprimento, faz o percurso de Campinas até Marília, com velocidade constante de 50 km/h. Este trem gasta 15 s para atravessar completamente a ponte sobre o rio Tietê. O comprimento da ponte é:

- a) 100,0 m.
- b) 88,5 m.
- c) 80,0 m.
- d) 75,5 m.
- e) 70,0 m.



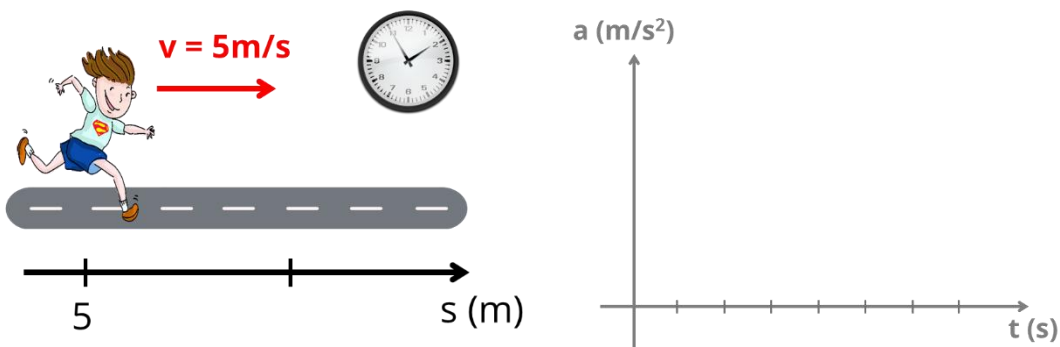
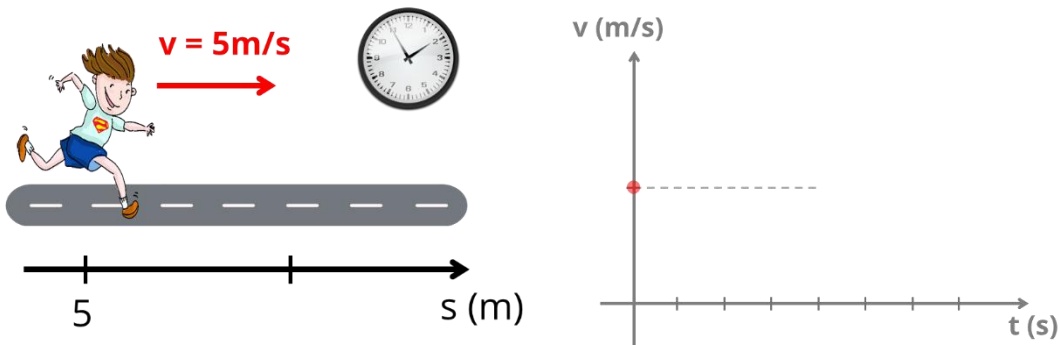
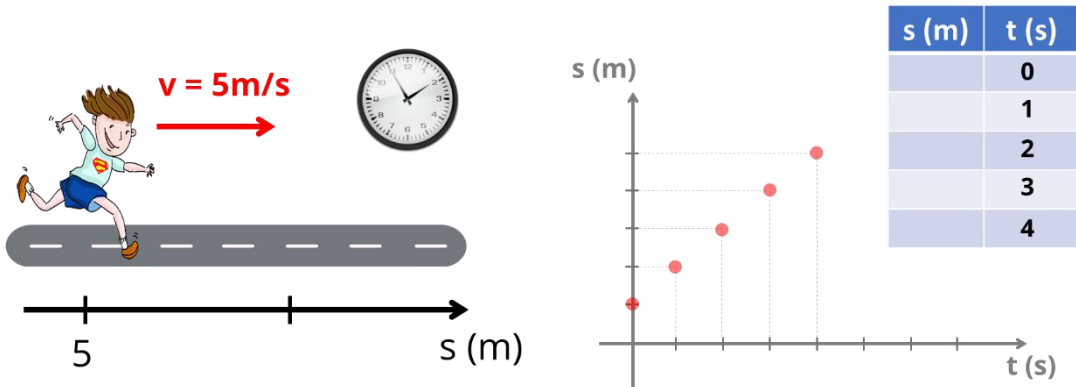
Exercício 02

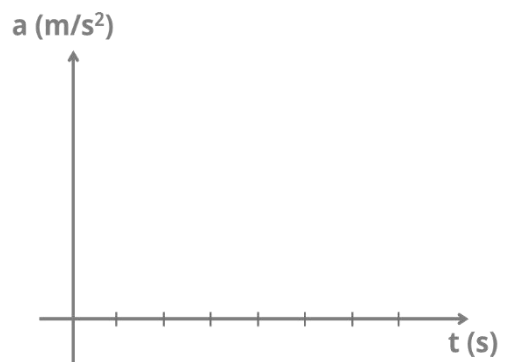
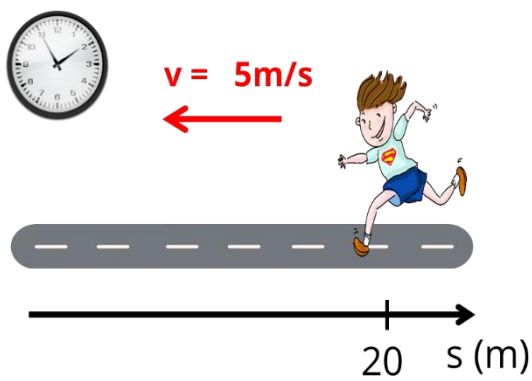
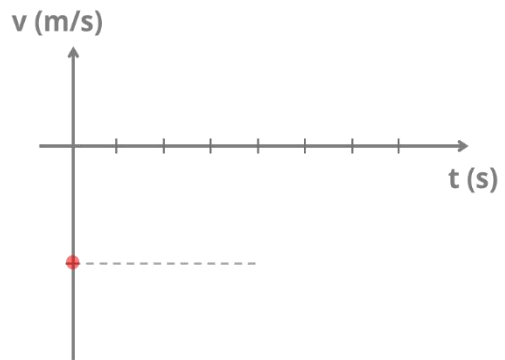
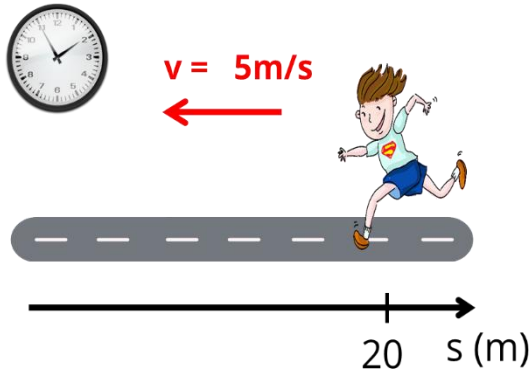
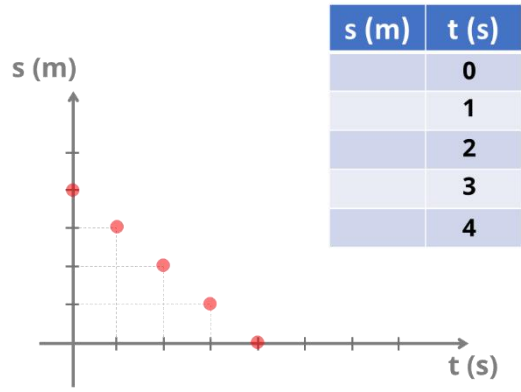
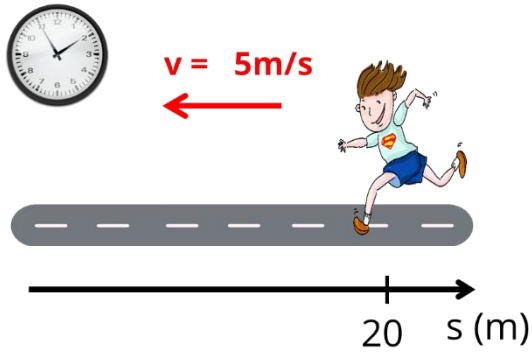
Um trem A, de 300 metros de comprimento, deslocando-se do sul para o norte, começa a atravessar uma ponte férrea de pista dupla, no mesmo instante em que um outro trem B, de 1000 metros de comprimento, que se desloca do norte para o sul, inicia a travessia da ponte. O maquinista do trem A observa que o mesmo se desloca com velocidade constante de 72 km/h, enquanto o maquinista do trem B verifica que o seu trem está a uma velocidade constante de 144 km/h, ambas as velocidades medidas em relação ao solo. Um observador, situado em uma das extremidades da ponte, observa que os trens completam a travessia da ponte ao mesmo tempo. Determine o comprimento da ponte e o tempo necessário para que os trens atravessem a ponte.



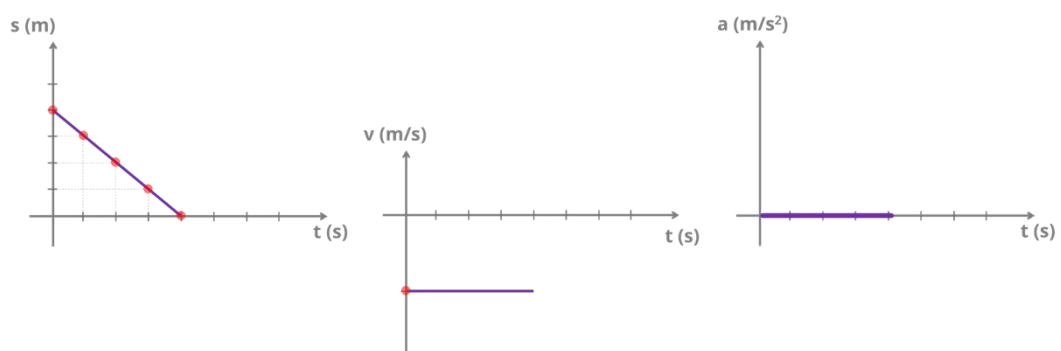
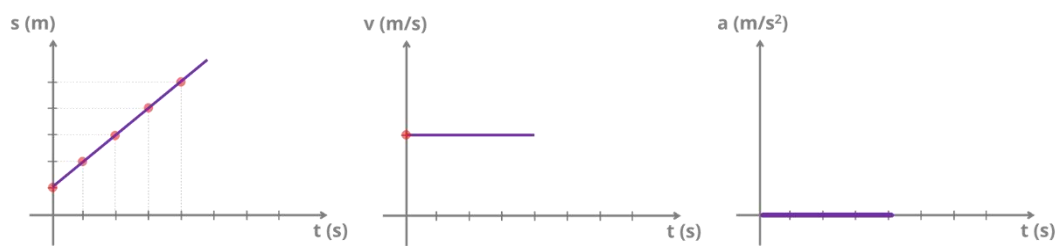
Movimento Uniforme (parte 03)

Movimento Uniforme - Gráficos





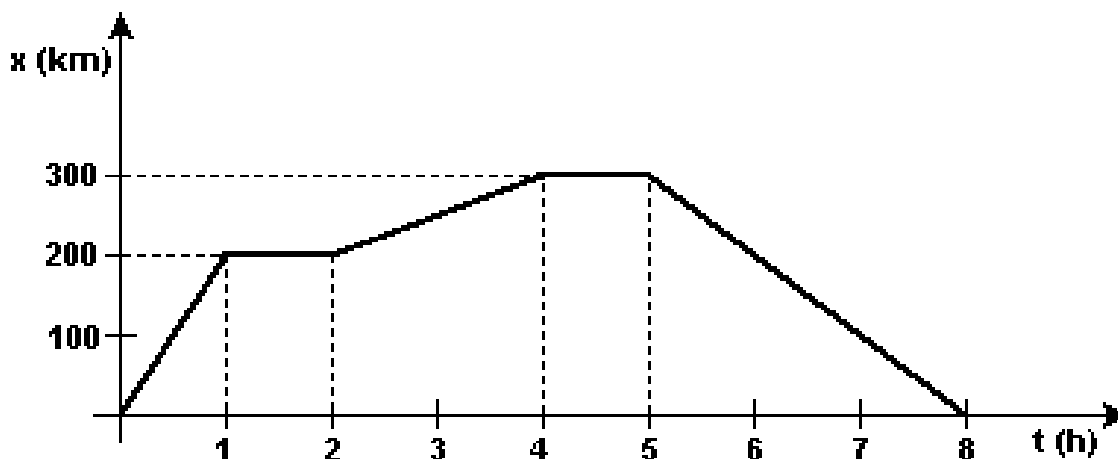
Resumo – Gráficos do M.U.



Anotações:

Exercício

(Ufpr) Um trem de passageiros executa viagens entre algumas estações. Durante uma dessas viagens, um passageiro anotou a posição do trem e o instante de tempo correspondente e colocou os dados obtidos no gráfico a seguir:



Com base no gráfico, considere as seguintes afirmativas:

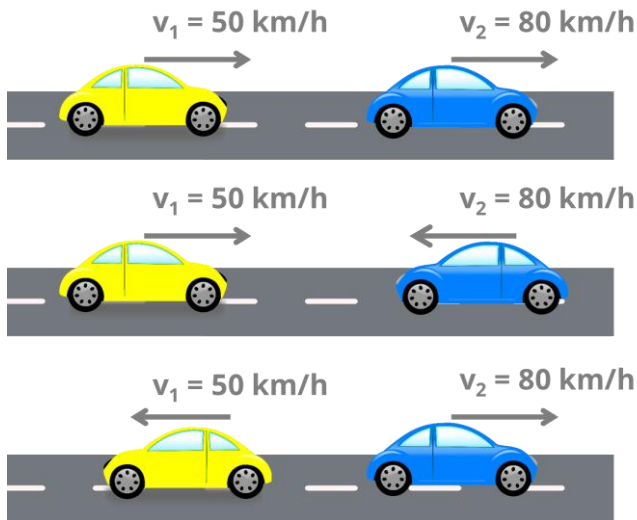
- I. Nessa viagem, o trem para em quatro estações diferentes.
- II. O trem retorna à primeira estação após oito horas de viagem.
- III. O trem executa movimento uniforme entre as estações.
- IV. O módulo da velocidade do trem, durante a primeira hora de viagem, é menor do que em qualquer outro trecho.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.

Movimento Uniforme (parte 04)

Velocidade escalar relativa



Exercício 01

(Unesp) Em uma viagem de carro com sua família, um garoto colocou em prática o que havia aprendido nas aulas de física. Quando seu pai ultrapassou um caminhão em um trecho reto da estrada, ele calculou a velocidade do caminhão ultrapassado utilizando um cronômetro.

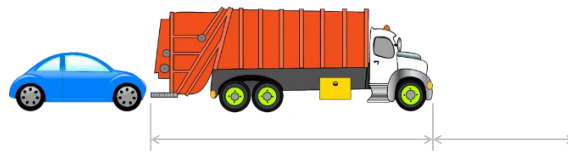


(<http://jiper.es>. Adaptado.)

O garoto acionou o cronômetro quando seu pai alinhou a frente do carro com a traseira do caminhão e o desligou no instante em que a ultrapassagem terminou, com a traseira do carro alinhada com a frente do caminhão, obtendo 8,5 s para o tempo de ultrapassagem.

Em seguida, considerando a informação contida na figura e sabendo que o comprimento do carro era 4 m e que a velocidade do carro permaneceu constante e igual a 30 m/s ele calculou a velocidade média do caminhão, durante a ultrapassagem, obtendo corretamente o valor:

- a) 24 m/s
- b) 21 m/s
- c) 22 m/s
- d) 26 m/s
- e) 28 m/s



Exercício 02

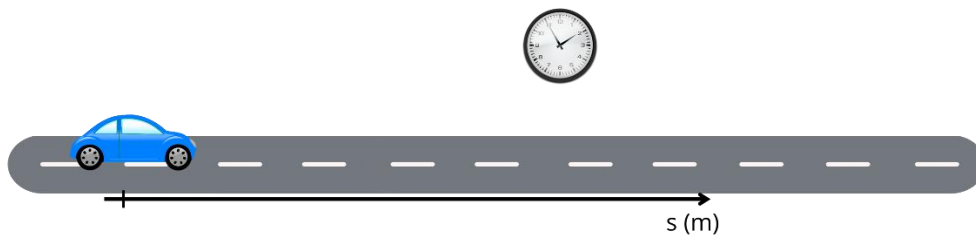
(UECE) Dois trens de comprimento 60 m e 90 m correm em trilhos paralelos e em sentidos opostos. O trem menor move-se com o dobro da velocidade do maior, para um referencial fixo na Terra. Uma pessoa no trem menor observa que o trem maior gasta 2 s para passar por sua janela. Determine a velocidade, em m/s, do trem menor.



Movimento uniformemente variado (parte 01)

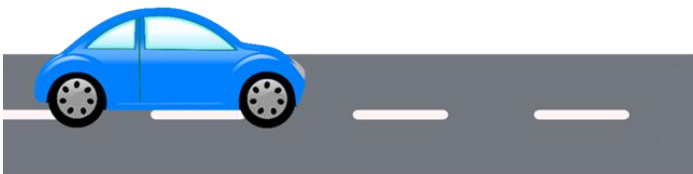
Movimento Uniformemente Variado

Função horária da posição



Exercício

Sabendo que a função horária da posição do carro da figura abaixo é $s = -15 - 2t + t^2$ e que os dados são todos expressos em unidades do S.I. determine:



a) se o movimento do carro é uniforme ou uniformemente variado.

b) a posição inicial do carro.

c) a velocidade inicial do carro.

d) a aceleração do carro

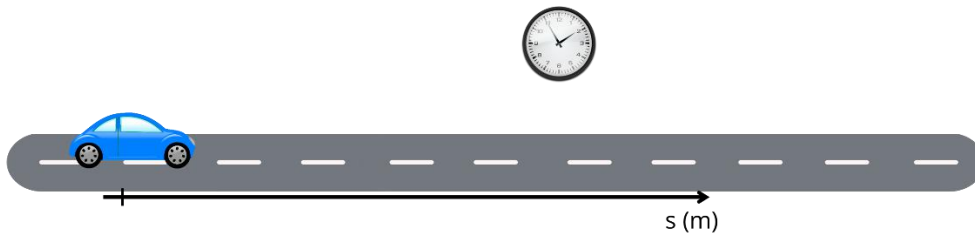
e) a posição do carro no instante 10s

f) o instante em que o carro passou pela origem

Movimento uniformemente variado (parte 02)

Movimento Uniformemente Variado

Função horária velocidade



Exercício

Sabendo que a função horária da velocidade do carro da figura abaixo é $v = 10 - 2t$ e que os dados são todos expressos em unidades do S.I. determine:



a) se o movimento do carro é uniforme ou uniformemente variado.

b) a velocidade inicial do carro.

c) a aceleração inicial do carro.

d) a função horária da posição para esse carro considerando que ele iniciou o movimento à partir da origem.

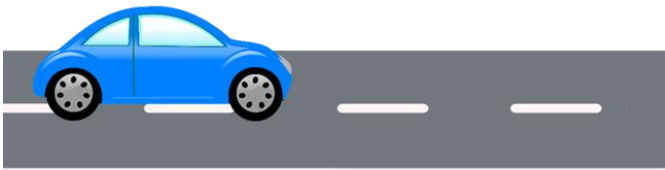
e) a velocidade do carro no instante 2 s.

f) o instante em que o carro atingiu o repouso.

Movimento uniformemente variado (parte 03)

Movimento Uniformemente Variado

Equação de Torricelli



$$s = s_0 + v_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2 \qquad v = v_0 + a \cdot t$$

Exercício 01

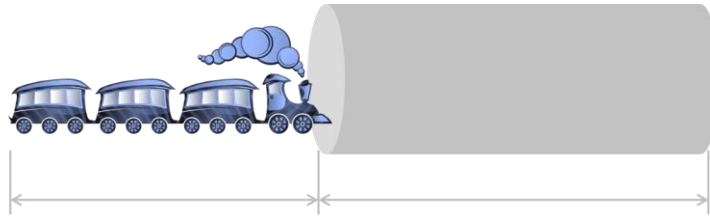
[Ufpa] Ao sair de uma curva a 72 km/h, um motorista se surpreende com uma lombada eletrônica a sua frente. No momento em que aciona os freios, está a 100 m da lombada. Considerando-se que o carro desacelera a $-1,5 \text{ m/s}^2$, a velocidade escalar indicada, no exato momento em que o motorista cruza a lombada, em km/h, é:

- a) 10
- b) 24
- c) 36
- d) 40
- e) 50

Exercício 02

(Mackenzie) Um trem de 100 m de comprimento, com velocidade escalar de 30 m/s, começa a frear com aceleração escalar constante de módulo $2,0 \text{ m/s}^2$, no instante em que inicia a ultrapassagem de um túnel. Esse trem pára no momento em que seu último vagão está saindo do túnel. O comprimento do túnel é:

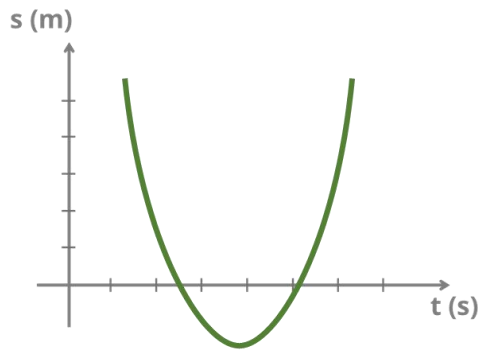
- a) 25 m
- b) 50 m
- c) 75 m
- d) 100 m
- e) 125 m



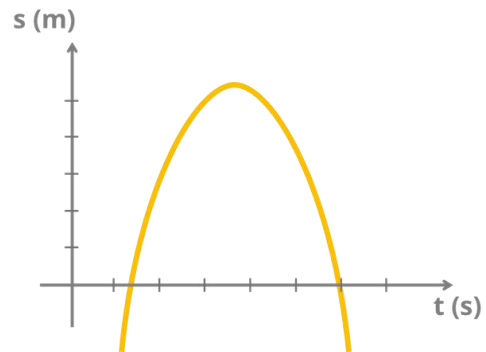


Movimento uniformemente variado (parte 04)

M. U. V. - Gráfico posição pelo tempo (s x t)

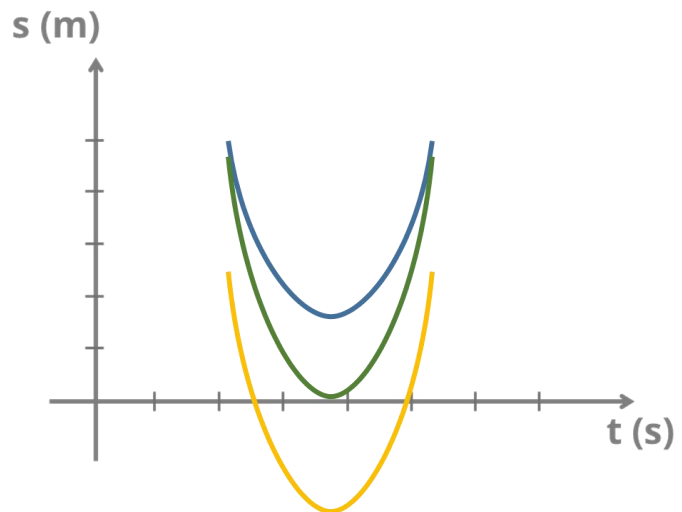


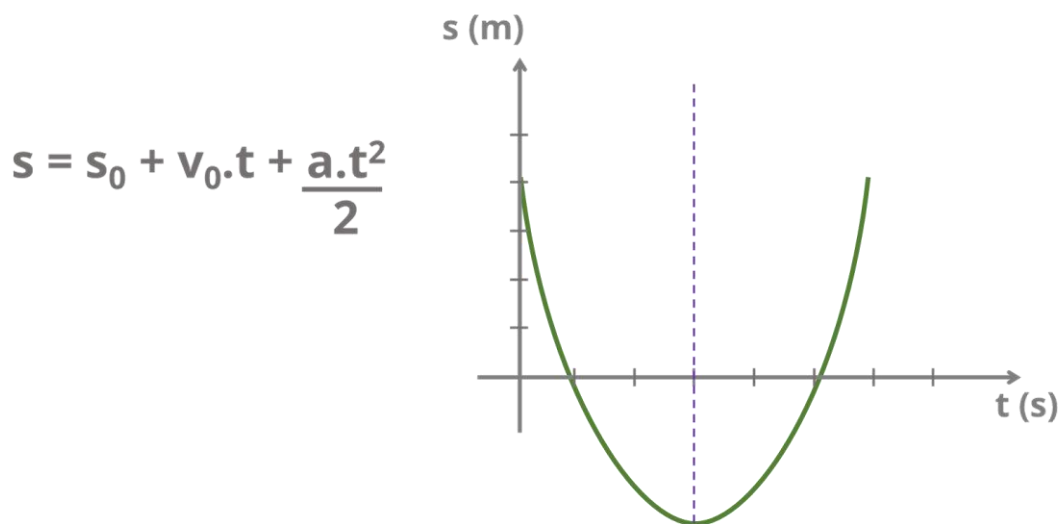
$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$



$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

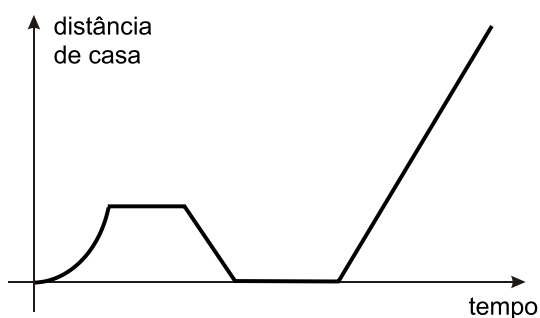
$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$





Exercício 01

(Ufpr) Assinale a alternativa que apresenta a história que melhor se adapta ao gráfico.



a) Assim que saí de casa lembrei que deveria ter enviado um documento para um cliente por e-mail. Resolvi voltar e cumprir essa tarefa. Aproveitei para responder mais algumas mensagens e, quando me dei conta, já havia passado mais de uma hora. Saí apressada e tomei um táxi para o escritório.

b) Saí de casa sem destino – estava apenas com vontade de andar. Após ter dado umas dez voltas na quadra, cansei e resolvi entrar novamente em casa.

c) Eu tinha acabado de sair de casa quando tocou o celular e parei para atendê-lo. Era meu chefe, dizendo que eu estava atrasado para uma reunião. Minha sorte é que nesse momento estava passando um táxi. Acenei para ele e poucos minutos depois eu já estava no escritório.

d) Tinha acabado de sair de casa quando o pneu furou. Desci do carro, troquei o pneu e finalmente pude ir para o trabalho.

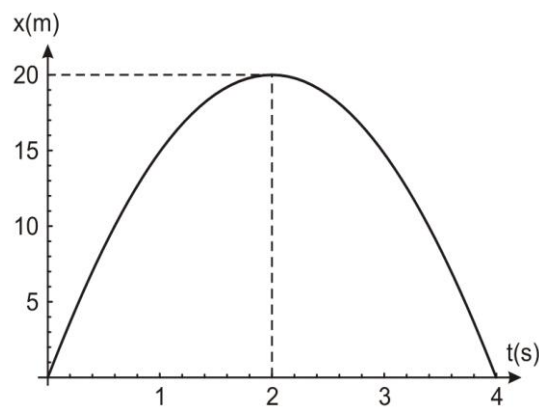
e) Saí de casa e quando vi o ônibus parado no ponto corri para pegá-lo. Infelizmente o motorista não me viu e partiu. Após esperar algum tempo no ponto, resolvi voltar para casa e chamar um táxi. Passado algum tempo, o táxi me pegou na porta de casa e me deixou no escritório.

Exercício 02

[Ifmg] Um objeto tem a sua posição (x) em função do tempo (t) descrito pela parábola conforme o gráfico.

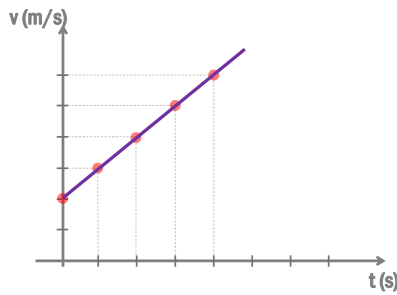
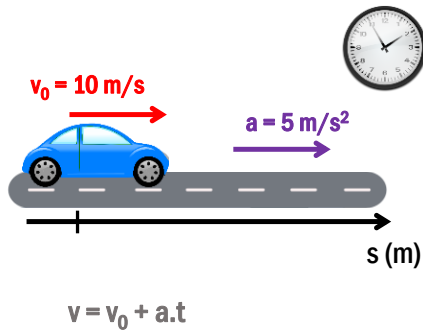
Analisando-se esse movimento, o módulo de sua velocidade inicial, em m/s , e de sua aceleração, em m/s^2 , são respectivamente iguais a:

- a) 10 e 20.
- b) 10 e 30.
- c) 20 e 10.
- d) 20 e 30.
- e) 30 e 10.

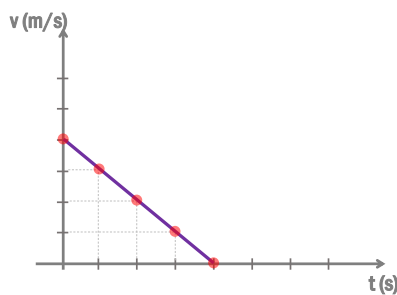
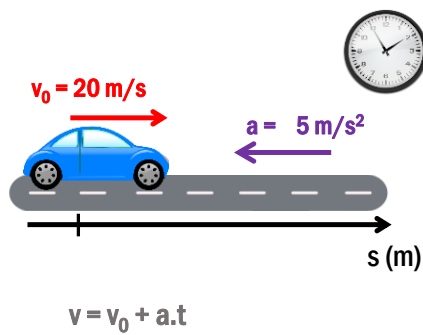


Movimento uniformemente variado (parte 05)

M. U. V. - Gráfico velocidade pelo tempo (v x t)

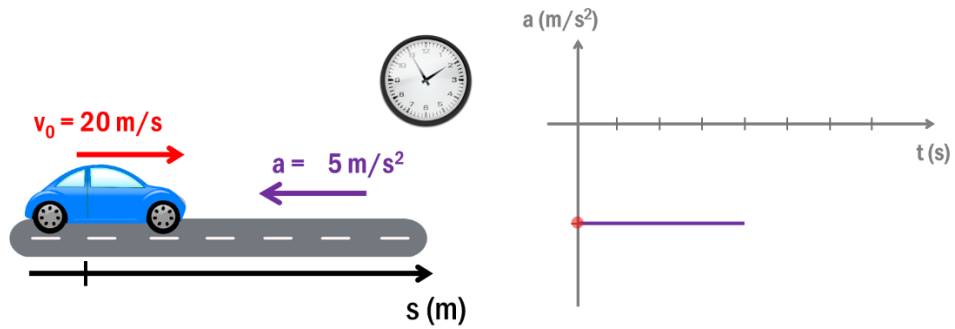
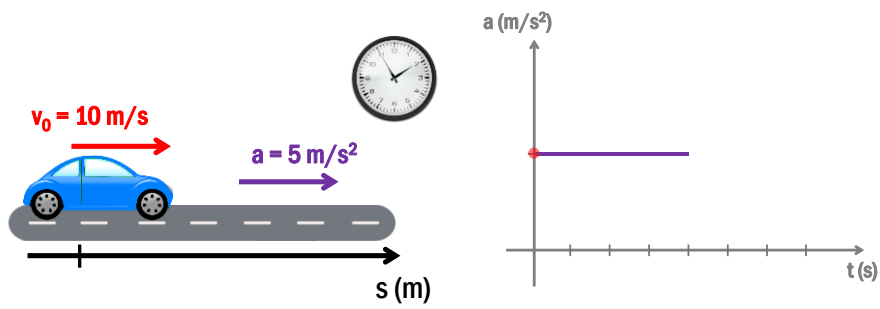


v (m/s)	t (s)
	0
	1
	2
	3
	4



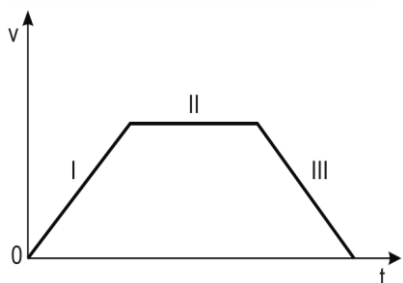
v (m/s)	t (s)
	0
	1
	2
	3
	4

M. U. V. - Gráfico aceleração pelo tempo ($a \times t$)



Exercício 01

(Fgv) Um carro deslocou-se por uma trajetória retilínea e o gráfico qualitativo de sua velocidade (v), em função do tempo (t), está representado na figura.

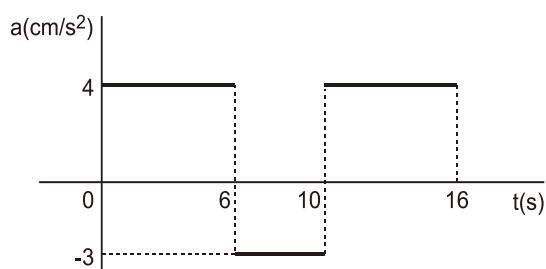


Analisando o gráfico, conclui-se corretamente que:

- a) o carro deslocou-se em movimento uniforme nos trechos I e III, permanecendo em repouso no trecho II.
- b) o carro deslocou-se em movimento uniformemente variado nos trechos I e III, e em movimento uniforme no trecho II.
- c) o deslocamento do carro ocorreu com aceleração variável nos trechos I e III, permanecendo constante no trecho II.
- d) a aceleração do carro aumentou no trecho I, permaneceu constante no trecho II e diminuiu no trecho III.
- e) o movimento do carro foi progressivo e acelerado no trecho I, progressivo e uniforme no trecho II, mas foi retrógrado e retardado no trecho III.

Exercício 02

(Uerj) Um trem de brinquedo, com velocidade inicial de 2 cm/s , é acelerado durante 16 s . O comportamento da aceleração nesse intervalo de tempo é mostrado no gráfico a seguir.



Calcule, em cm/s , a velocidade do corpo imediatamente após esses 16 s .

Grandezas Físicas e Introdução aos vetores

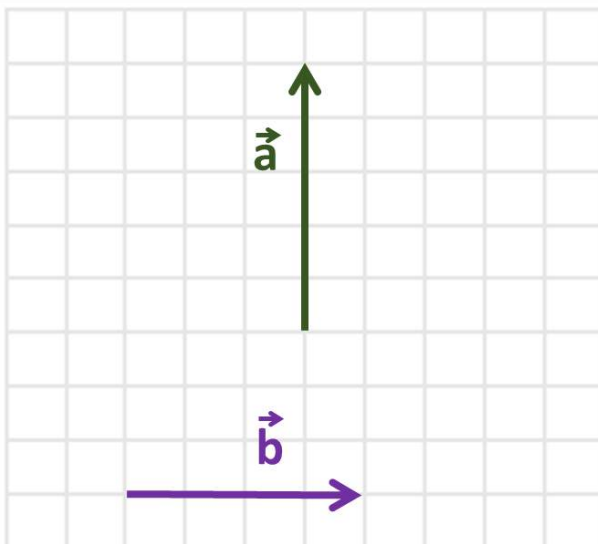
Grandeza escalar

É a grandeza que fica completamente definida por um valor e sua respectiva unidade.

Grandeza vetorial

É a grandeza que, para ficar completamente definida, necessita obrigatoriamente de um valor, sua respectiva unidade e uma orientação (direção e sentido).

Vetores

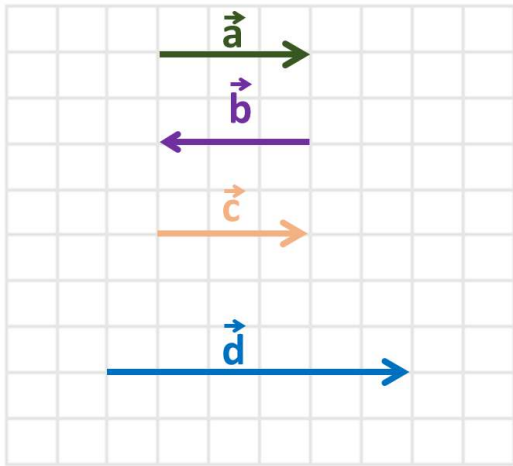


Vetor \vec{a}

Vetor \vec{b}

Exercício

Com base na figura abaixo assinale V para o que for verdadeiro e F para o que for falso:



() $\vec{a} = \vec{b}$

() $\vec{a} = \vec{c}$

() $\vec{a} = -\vec{b}$

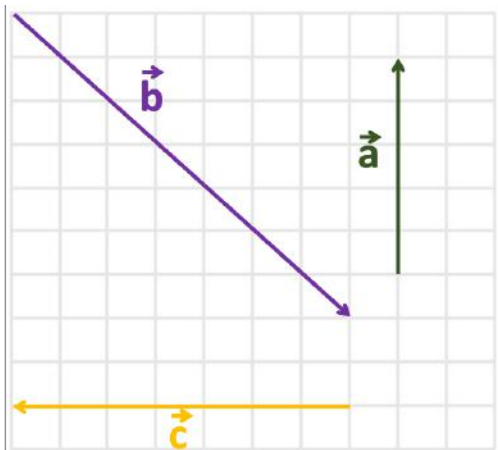
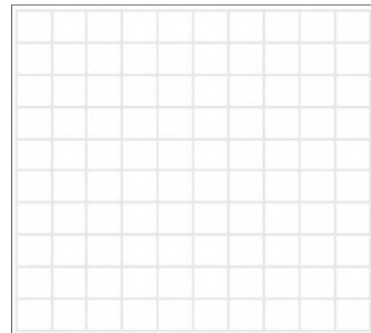
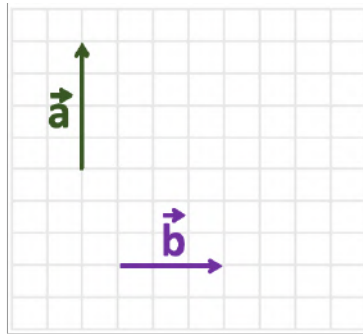
() $\vec{d} = 2\vec{a}$

() $|\vec{a}| = |\vec{b}|$

() $a = b$

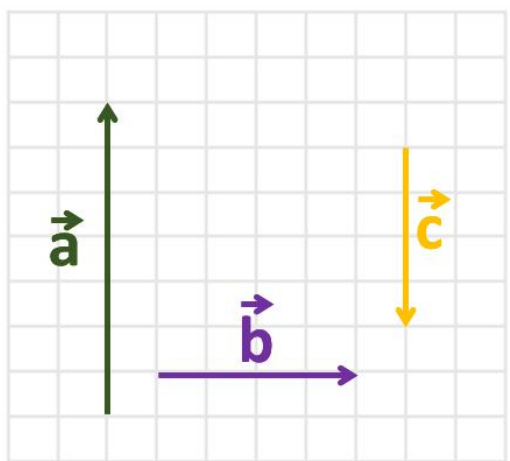
Soma vetorial - método do polígono

Método do polígono



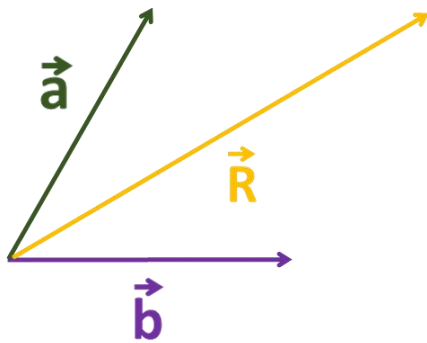
Exercício

Sabendo que cada quadrado tem lado igual a 1 m calcule o módulo do vetor resultante.

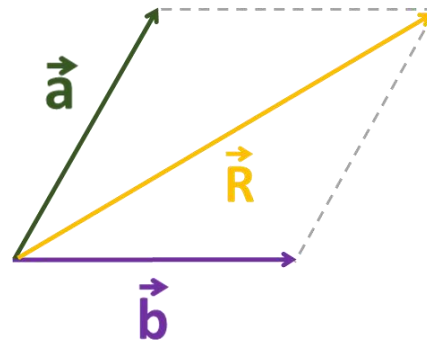


Soma vetorial - método do paralelogramo

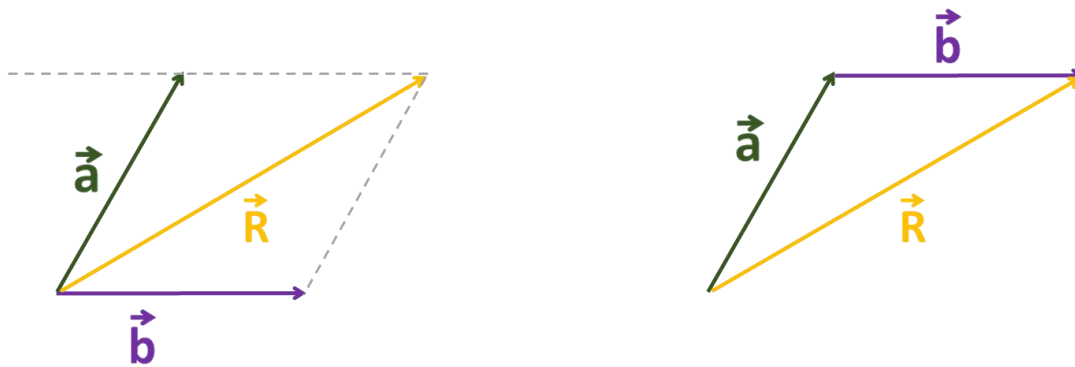
Método do polígono



Método do paralelogramo

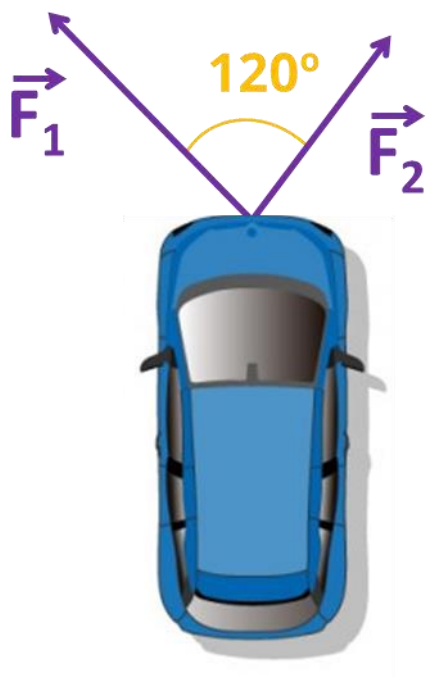


Método do paralelogramo – estudo analítico



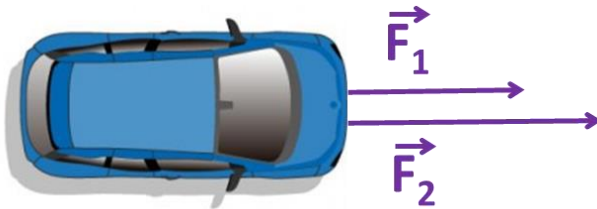
Exercício

Dois homens puxam um carro com forças $F_1 = 8\text{ N}$ e $F_2 = 3\text{ N}$ conforme representado na figura. Calcule o módulo da força resultante que os homens estão fazendo sobre o carro.



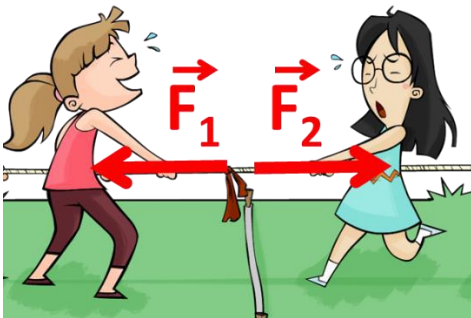
Soma vetorial - casos especiais

1) Vetores paralelos



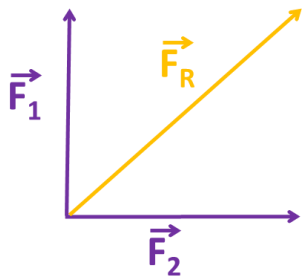
Sabendo que o módulo da força $F_1 = 40\text{N}$ e $F_2 = 30\text{N}$, calcule a força resultante.

2) Vetores anti-paralelos



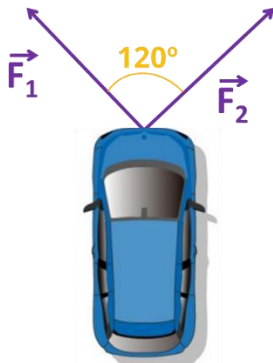
Sabendo que o módulo da força $F_1 = 40\text{N}$ e $F_2 = 30\text{N}$, calcule a força resultante.

3) Vetores perpendiculares



Sabendo que o módulo da força $F_1= 40\text{N}$ e $F_2= 30\text{N}$, calcule a força resultante.

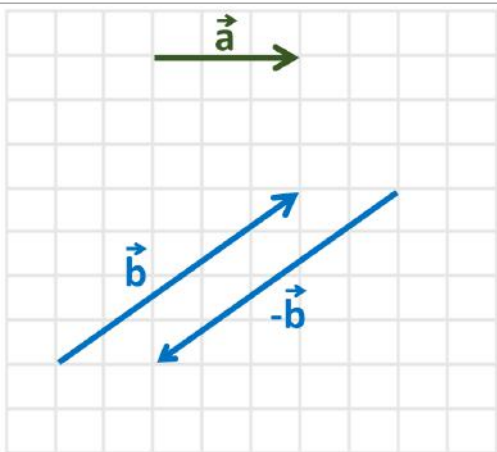
4) Vetores de mesmo módulo com um ângulo de 120° entre si.



Sabendo que o módulo das forças F_1 e F_2 é igual a 80N calcule o valor da força resultante.

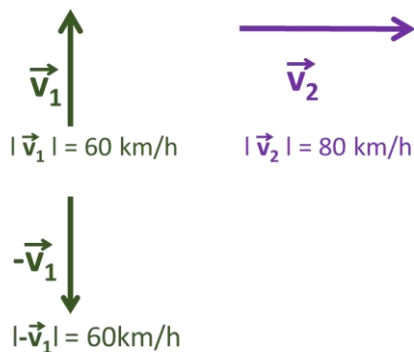
Subtração vetorial

Subtração vetorial



Exercício 1

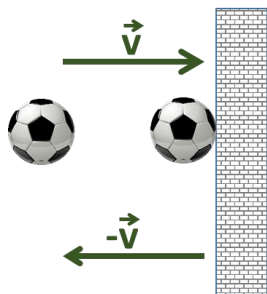
Um carro se move com uma velocidade $v_1 = 60 \text{ km/h}$ e, logo a seguir, se move perpendicularmente à trajetória inicial com uma velocidade $v_2 = 80 \text{ km/h}$. Represente graficamente e calcule o módulo do vetor $\Delta \vec{v}$



Exercício 2

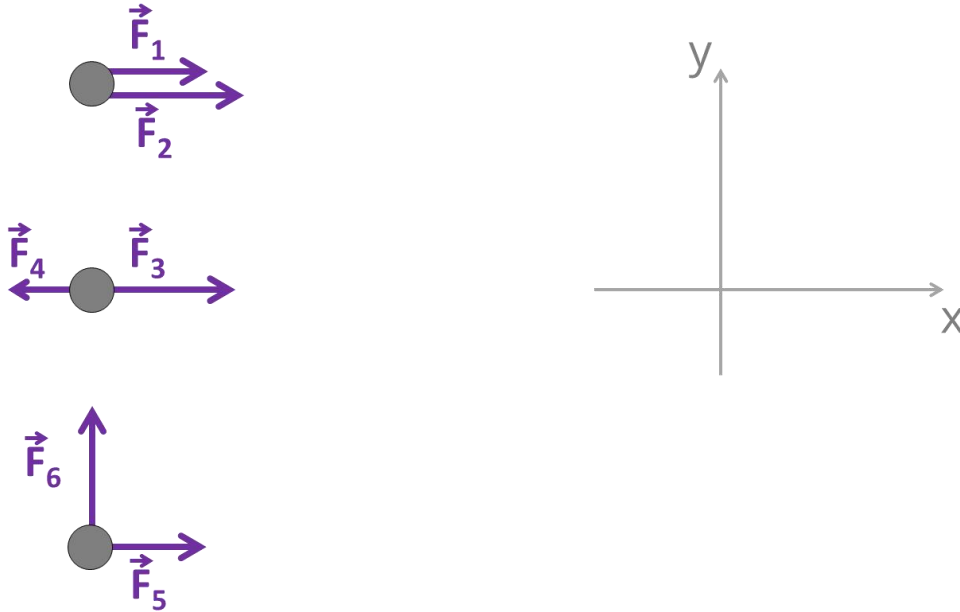
Uma bola é lançada perpendicularmente contra uma parede e colide com a mesma com uma velocidade de v , após a colisão a bola retorna na mesma direção, porém em sentido contrário com módulo ainda igual a v . O módulo da variação da velocidade da bolinha é:

- a) v
- b) $2v$
- c) $3v$
- d) zero

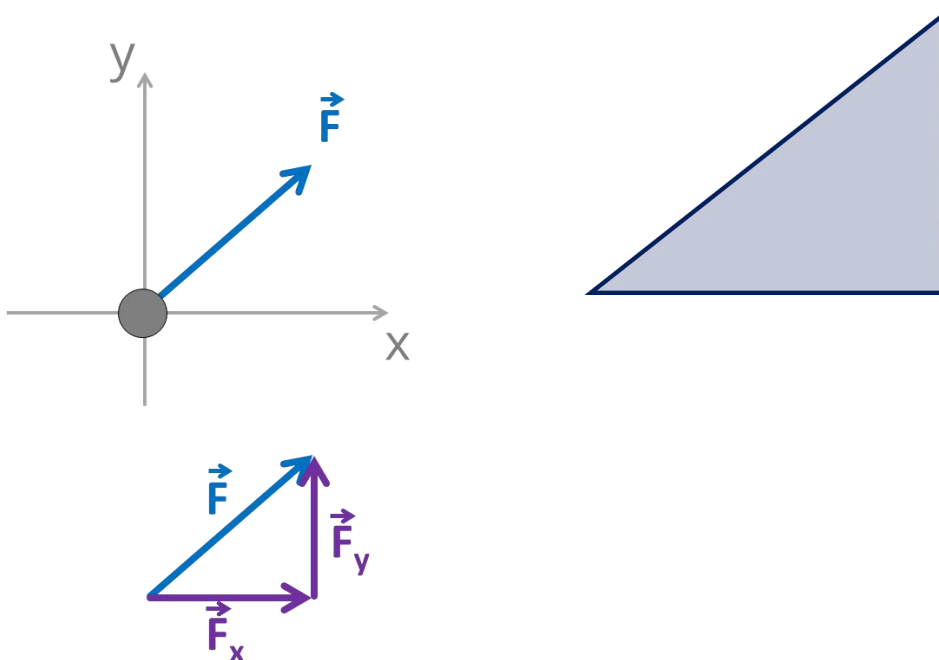


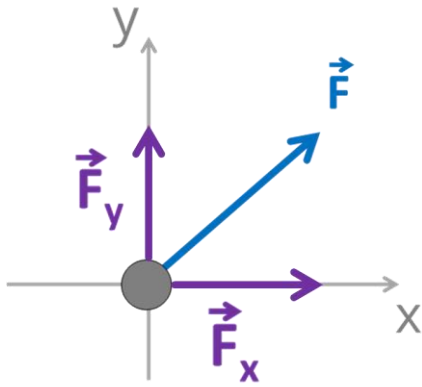
Decomposição de vetores

Relembrando



Decomposição vetorial

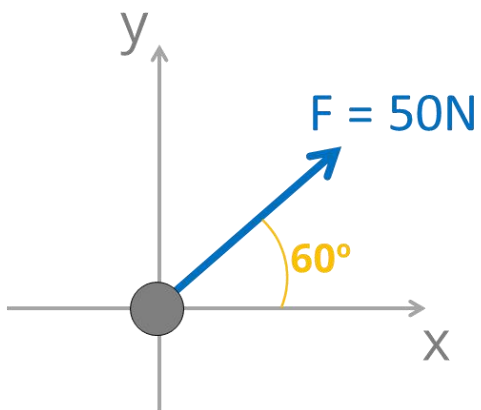




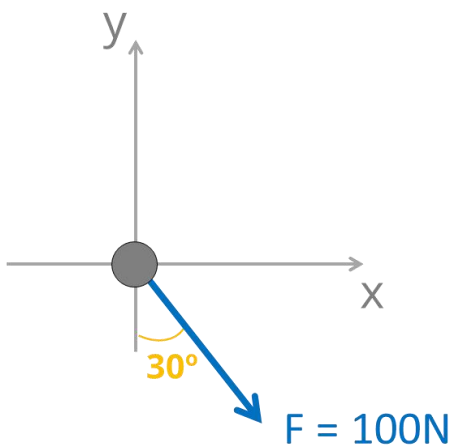
Exercício

Faça a decomposição vetorial em cada caso a seguir.

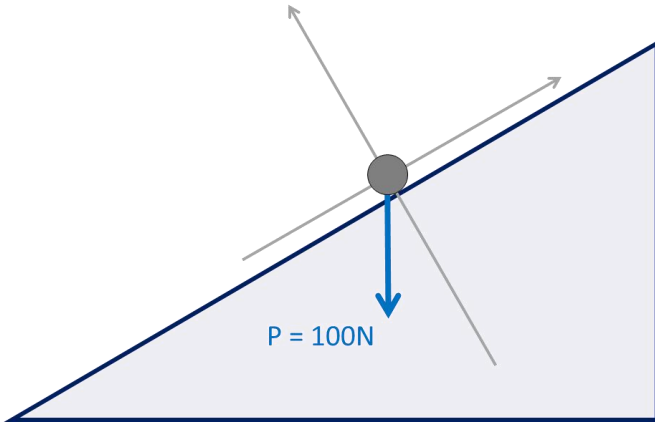
a)



b)



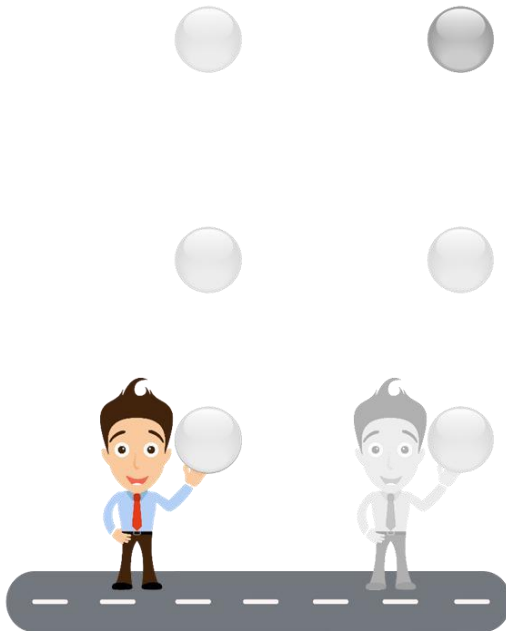
d)





Movimentos Verticais (parte 01)

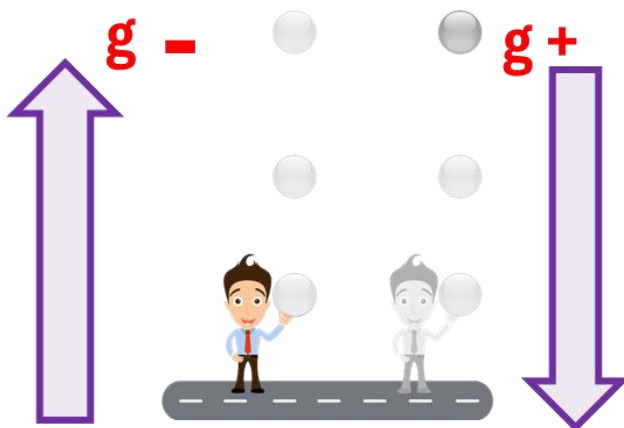
Movimentos verticais



$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

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

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



$$h = v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$$

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

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$$

Movimentos verticais

Desprezando a resistência do ar:

- O tempo de queda não depende da massa do corpo.
- Em alturas iguais as velocidades do corpo têm sempre o mesmo módulo.
- Na altura máxima ($h_{\text{máx}}$) sempre $v = 0$.
- A aceleração que atua no corpo é a da gravidade.
- Se $g = \text{___ m/s}^2$, a cada 1s a velocidade varia ___ m/s .

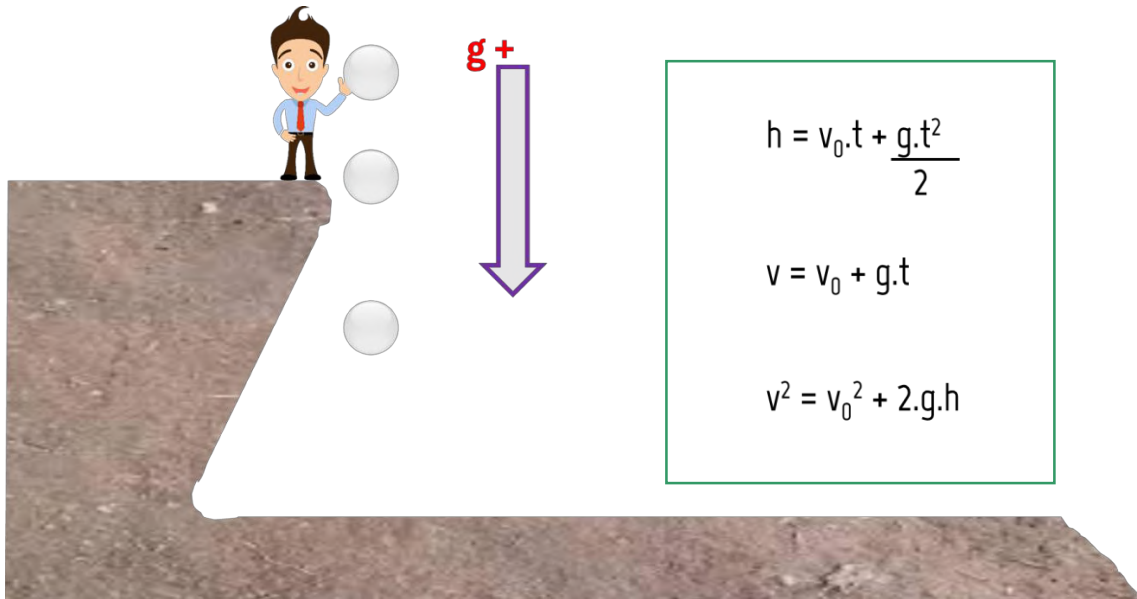
Exercício

[Uem] Uma bola é arremessada, desde o solo, verticalmente para cima, com uma velocidade inicial de 25m/s. Desconsidere a resistência do ar e assuma $g = 10 \text{ m/s}^2$. Assinale a(s) alternativa(s) correta(s).

- 01) A altura máxima alcançada pela bola é de 33m. Nesta posição a velocidade da bola é de 3 m/s.
- 02) O tempo necessário para que a bola atinja a altura máxima é de 2,5 s.
- 04) Depois de alcançar a altura máxima, a bola demora mais 4 s para atingir o solo.
- 08) O módulo da velocidade da bola quando esta retorna ao solo é de 25 m/s.

Movimentos Verticais (parte 02)

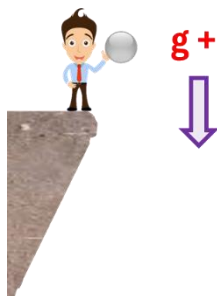
Queda livre



Exercício

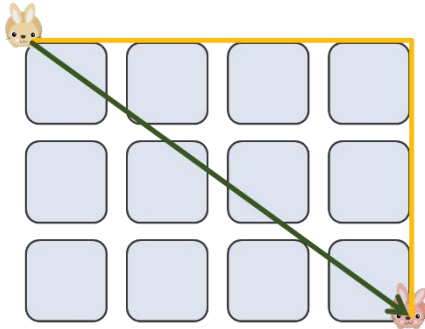
(Ifmg) Um objeto é lançado para baixo, na vertical, do alto de um prédio de 15 m de altura em relação ao solo. Desprezando-se a resistência do ar e sabendo-se que ele chega ao solo com uma velocidade de 20 m/s a velocidade de lançamento, em m/s é dada por:

- a) 10
- b) 15
- c) 20
- d) 25



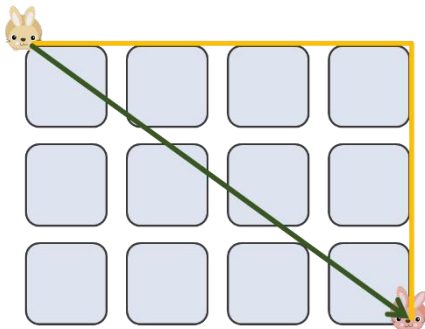
Velocidade vetorial média

Velocidade Vetorial Média



Espaço

Deslocamento



Velocidade Escalar Média

Deslocamento
 $\Delta x = 500\text{m}$

Espaço
 $\Delta s = 700\text{m}$

Velocidade Vetorial Média (ou Velocidade Média)

Exercício 01

(Uerj) A velocidade vetorial média de um carro de Fórmula 1, em uma volta completa do circuito, corresponde a:

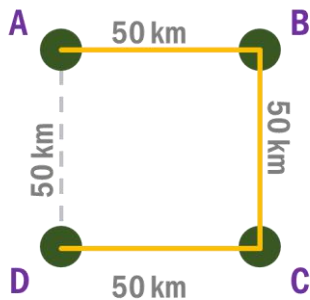


- a) 0
- b) 24
- c) 191
- d) 240

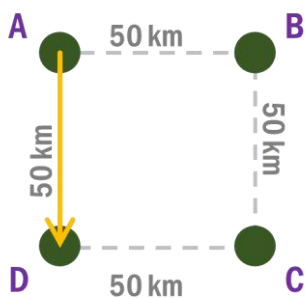
Exercício 02

Quatro cidades, A, B, C e D estão localizadas nos vértices de um quadrado de lado 50 km conforme mostra a figura a seguir. Sabendo que um carro leva 2h para ir da cidade A para a cidade D passando obrigatoriamente por B e C calcule:

a) O valor da velocidade escalar média do carro.



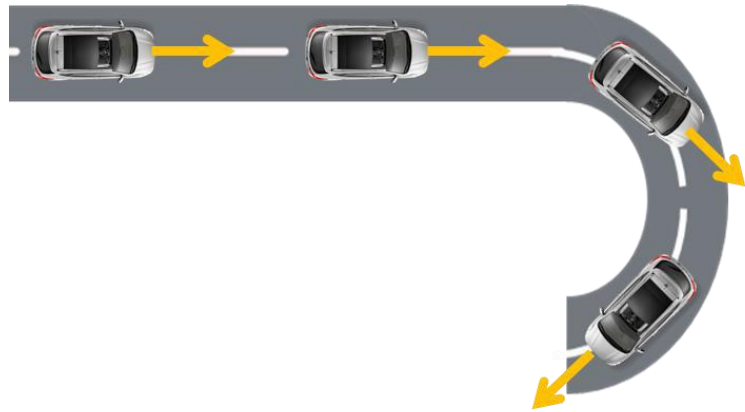
b) O módulo da velocidade média do carro.



Aceleração vetorial (parte 01)

Aceleração Vetorial

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$



$a_{\text{TANGENCIAL}}$

Causa a variação no módulo (valor) da velocidade.

$a_{\text{CENTRÍPETA}}$

Causa a variação na direção e no sentido da velocidade.

Exercício

Em cada um dos casos apresentados na tabela a seguir classifique as acelerações tangencial e centrípeta dizendo se seus valores são iguais ou diferentes de zero.

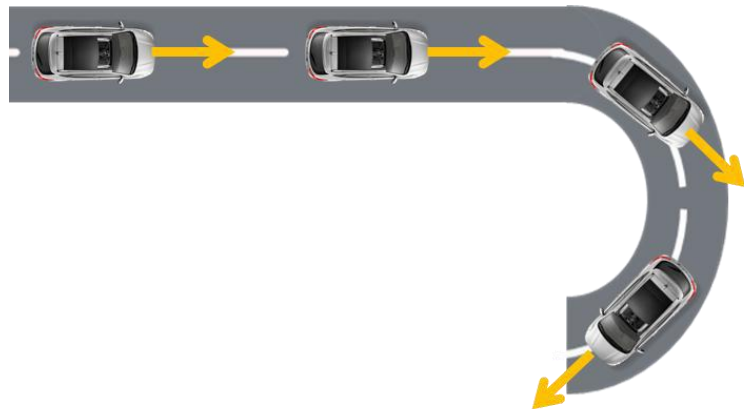
Movimento	$a_{\text{TANGENCIAL}}$	$a_{\text{CENTRÍPETA}}$
M. R. U.		
M. R. U. V.		
M. C. U.		
M. C. U. V.		



Aceleração vetorial (parte 02)

Aceleração Vetorial

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

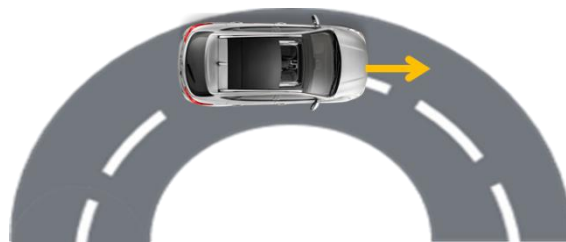


$a_{\text{TANGENCIAL}}$

Causa a variação no valor da velocidade.

$a_{\text{CENTRÍPETA}}$

Causa a variação na direção e no sentido da velocidade.



$a_{\text{TANGENCIAL}}$

$$a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$a_{\text{CENTRÍPETA}}$

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

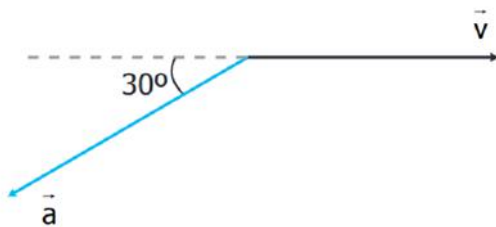
Exercício 01

Um carro move-se em uma pista circular com aceleração centrípeta igual a $2,5 \text{ m/s}^2$. Determine a velocidade do carro, sabendo que o raio da pista é de 360 m .



Exercício 02

[E. E. Mauá] Um móvel descrevendo movimento circular uniformemente variado tem, em dado instante, velocidade de módulo $v = 10 \text{ m/s}$ e aceleração de módulo $a = 8 \text{ m/s}^2$.

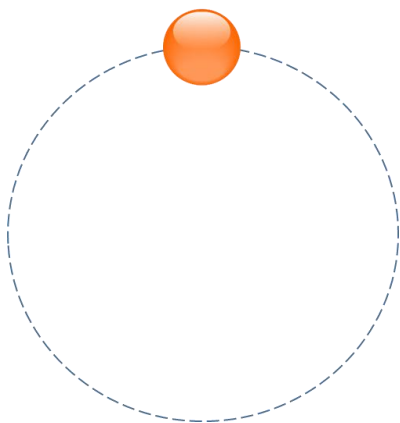


Determine:

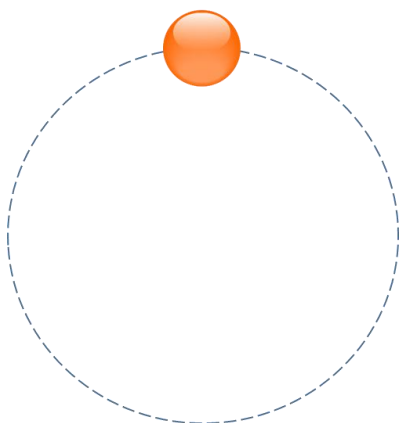
- o módulo da aceleração tangencial;
- o raio da trajetória descrita.

Movimento circular e uniforme (parte 01)

Movimento circular e uniforme



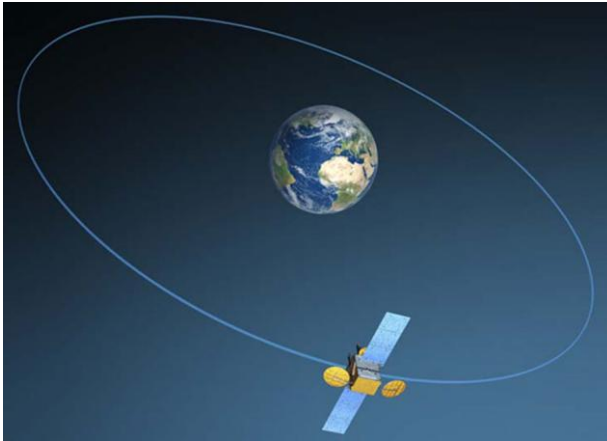
Período (T)



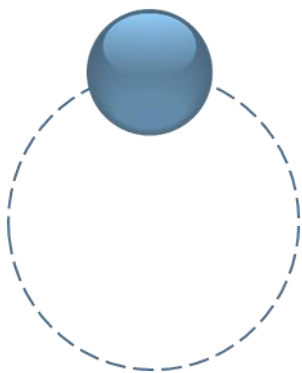
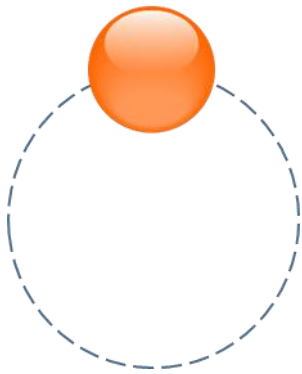
Período (T) é o tempo de uma repetição completa.



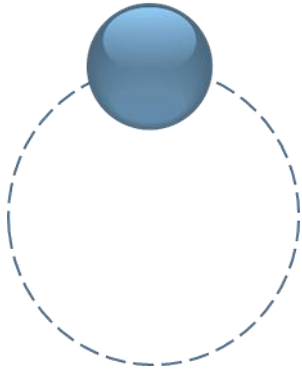
Período de um satélite geoestacionário



Frequência (f)



Frequência (f) é o número de repetições por intervalo de tempo.



$$f = \frac{\text{N}^\circ \text{ de repetições}}{\text{tempo}}$$

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

Exercício 01

Os satélites geoestacionários são satélites que se encontram aparentemente parados relativamente a um ponto fixo sobre a Terra, geralmente sobre a linha do equador. Como se encontram sempre sobre o mesmo ponto da Terra, os satélites geoestacionários são utilizados como satélites de comunicações e de observação de regiões específicas da Terra. Marque a alternativa que indica o período de revolução de um satélite geoestacionário.

- a) 48h
- b) 12h
- c) 72h
- d) 24h
- e) 10h

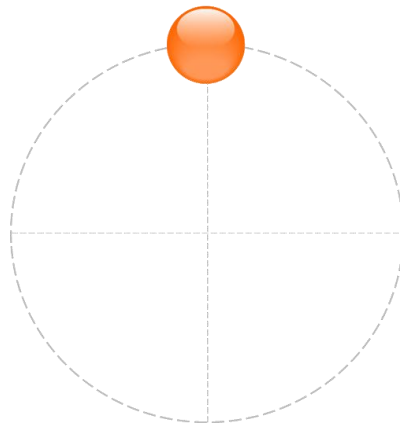
Exercício 02

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 $2,0 \times 10^{-2}$ s
- b) 80 Hz e $1,5 \times 10^{-2}$ s
- c) 45 Hz e $2,5 \times 10^{-2}$ s
- d) 55 Hz e $2,5 \times 10^{-2}$ s
- e) 60 Hz e $2,0 \times 10^{-2}$ s

Movimento circular e uniforme (parte 02)

Movimento circular e uniforme



Velocidade linear ou tangencial (v)	Velocidade angular (ω)
---	---------------------------------

Relação entre as velocidades linear e angular

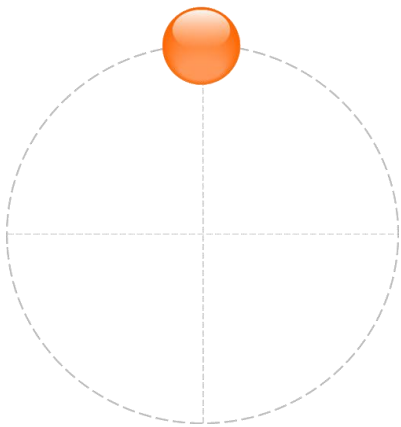
Velocidade linear (v)

$$v = 2\pi \cdot R \cdot f$$

Velocidade angular (ω)

$$\omega = 2\pi.f$$

Aceleração centrípeta (a_c)



$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

$$v = \omega.R$$

$$a_c = \omega^2.R$$

Exercício 01

Uma roda d'água efetua 8 voltas em 25 segundos. Sabendo que o raio da roda d'água é de 0,5 m e utilizando $\pi = 3$, determine a velocidade linear da roda em m/s.

- a) 0,96 m/s
- b) 0,85 m/s
- c) 0,20 m/s
- d) 0,50 m/s
- e) 0,55 m/s

Exercício 02

(Unicamp) Anemômetros são instrumentos usados para medir a velocidade do vento. A sua construção mais conhecida é a proposta por Robinson em 1846, que consiste em um rotor com quatro conchas hemisféricas presas por hastes, conforme figura abaixo. Em um anemômetro de Robinson ideal, a velocidade do vento é dada pela velocidade linear das conchas. Um anemômetro em que a distância entre as conchas e o centro de rotação é $r = 25 \text{ cm}$, em um dia cuja velocidade do vento é $v = 18 \text{ km/h}$, teria uma frequência de rotação de:

Se necessário, considere $\pi = 3$.

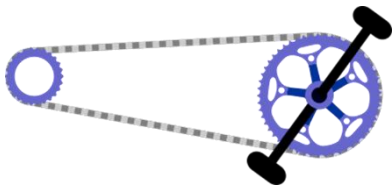
- a) 3 rpm.
- b) 200 rpm.
- c) 720 rpm.
- d) 1200 rpm.



Movimento circular e uniforme (parte 03)

Movimento circular e uniforme (MCU) – casos especiais

1º - Polias unidas por uma mesma corrente

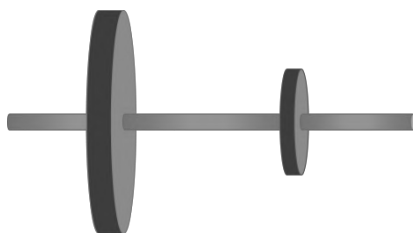


2º - Engrenagens

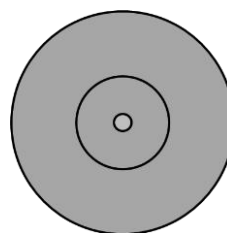


$$v = 2\pi \cdot R \cdot f$$

3º - Polias unidas por um mesmo eixo



$$\omega = 2\pi.f$$

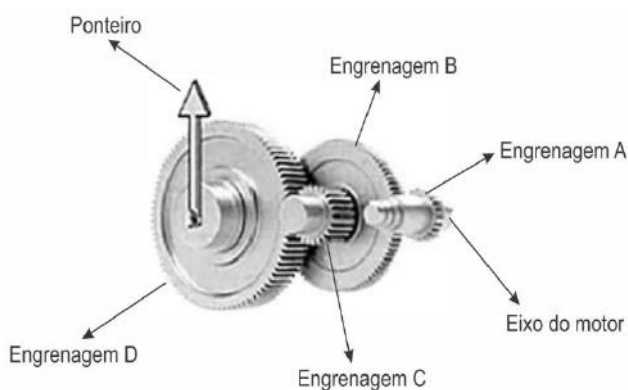


$$v = 2\pi.R.f$$

Exercício

(Enem) A invenção e o acoplamento entre engrenagens revolucionaram a ciência na época e propiciaram a invenção de várias tecnologias, como os relógios. Ao construir um pequeno cronômetro, um relojoeiro usa o sistema de engrenagens mostrado. De acordo com a figura, um motor é ligado ao eixo e movimenta as engrenagens fazendo o ponteiro girar. A frequência do motor é de 18 rpm e o número de dentes das engrenagens está apresentado no quadro.

Engrenagem	Dentes
A	24
B	72
C	36
D	108



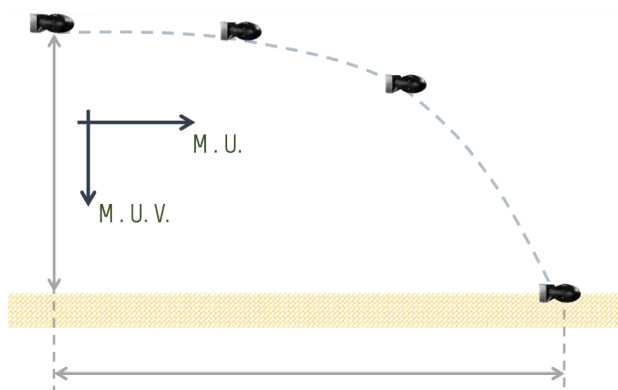
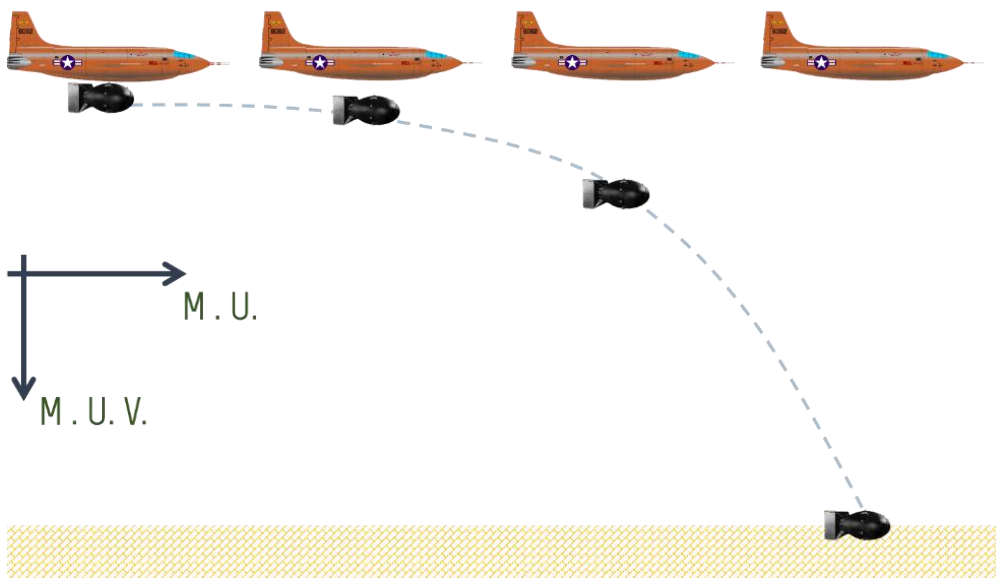
A frequência de giro do ponteiro, em rpm é:

- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 81
- e) 162



Lançamento horizontal

Lançamento horizontal



Eixo horizontal

$$\Delta s = v_x \cdot t$$

Eixo vertical

$$h = v_{0y} \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$$

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

$$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2 \cdot g \cdot h$$

Exercício

(Puccamp) Do alto de uma montanha em Marte, na altura de 740 m em relação ao solo horizontal, é atirada horizontalmente uma pequena esfera de aço com velocidade de 30 m/s. Na superfície deste planeta a aceleração gravitacional é de $3,7 \text{ m/s}^2$.

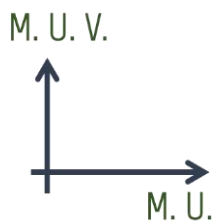
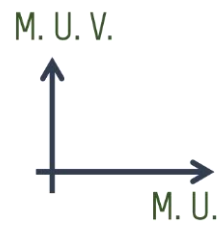
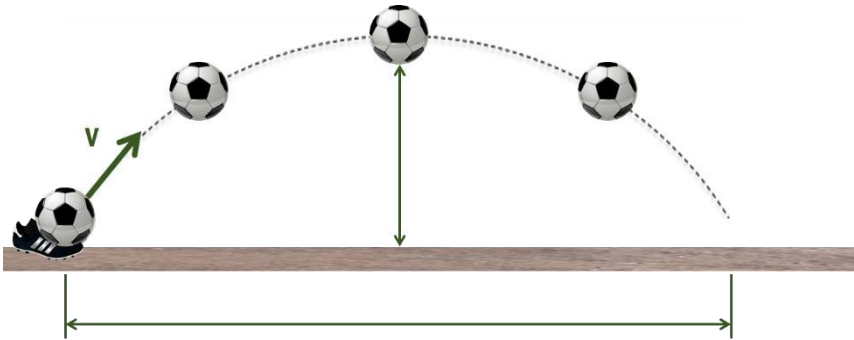
A partir da vertical do ponto de lançamento, a esfera toca o solo numa distância de, em metros:

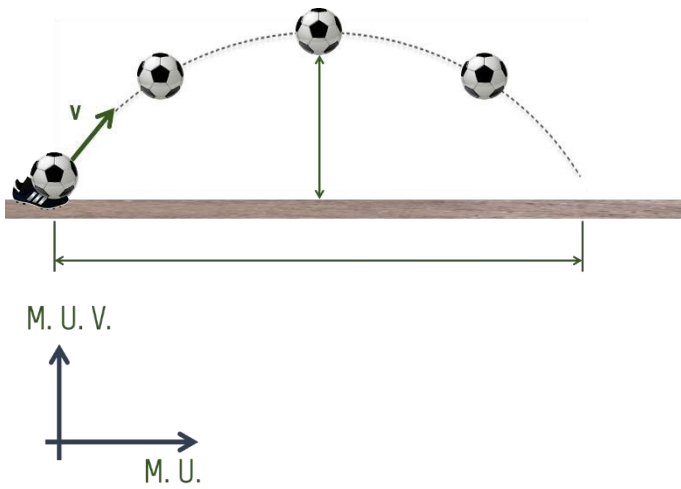
- a) 100
- b) 200
- c) 300
- d) 450
- e) 600



Lançamento oblíquo

Lançamento oblíquo





Eixo horizontal

$$\Delta s = v_x \cdot t$$

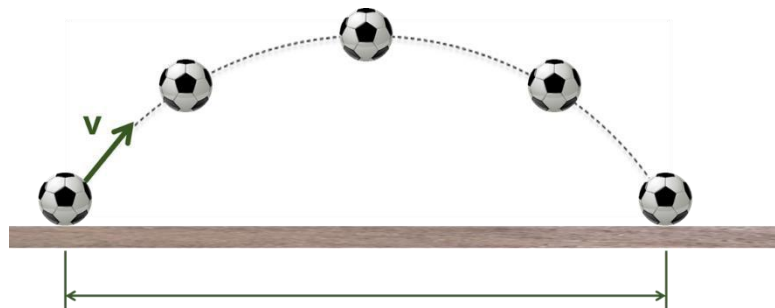
Eixo vertical

$$h = v_{0y} \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$$

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

$$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2 \cdot g \cdot h$$

Alcance no lançamento oblíquo

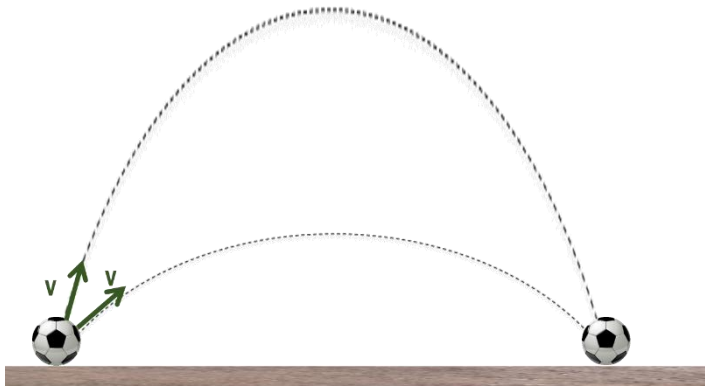


Eixo horizontal

$$\Delta s = v_x \cdot t$$

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

O alcance máximo é obtido com um ângulo de 45°.



Ângulos complementares determinam o mesmo alcance.

Exercício 01

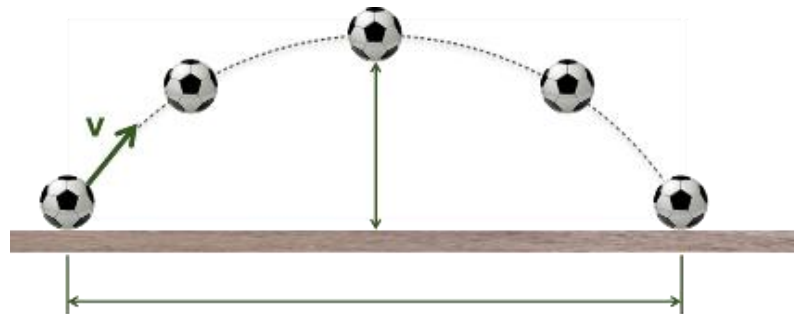
(Enem) Na Antiguidade, algumas pessoas acreditavam que, no lançamento oblíquo de um objeto, a resultante das forças que atuavam sobre ele tinha o mesmo sentido da velocidade em todos os instantes do movimento. Isso não está de acordo com as interpretações científicas atualmente utilizadas para explicar esse fenômeno. Desprezando a resistência do ar, qual é a direção e o sentido do vetor força resultante que atua sobre o objeto no ponto mais alto da trajetória?

- a) Indefinido, pois ele é nulo, assim como a velocidade vertical nesse ponto.
- b) Vertical para baixo, pois somente o peso está presente durante o movimento.
- c) Horizontal no sentido do movimento, pois devido à inércia o objeto mantém seu movimento.
- d) Inclinado na direção do lançamento, pois a força inicial que atua sobre o objeto é constante.
- e) Inclinado para baixo e no sentido do movimento, pois aponta para o ponto onde o objeto cairá.

Exercício 02

(Ucs) Quando um jogador de futebol é muito veloz, uma forma divertida de se referir a essa qualidade é dizer que ele é capaz de cobrar escanteio para a área adversária e ele mesmo correr e conseguir chutar a bola antes de ela tocar o chão. Suponha um jogador fictício que seja capaz de fazer isso. Se ele cobrar o escanteio para dentro da área fornecendo à bola uma velocidade inicial de 20 m/s fazendo um ângulo de 60° com a horizontal, qual distância o jogador precisa correr, em linha reta, saindo praticamente de forma simultânea à cobrança de escanteio, para chutar no gol sem deixar a bola tocar no chão? Para fins de simplificação, considere que a altura do chute ao gol seja desprezível, que $\sin 60^\circ = 0,8$ $\cos 60^\circ = 0,5$ e que a aceleração da gravidade seja 10 m/s^2 .

- a) 6 m
- b) 12 m
- c) 24 m
- d) 32 m
- e) 44 m





1ª Lei de Newton

Dinâmica

Parte da mecânica que estuda as causas que produzem e modificam os movimentos.



Evolução histórica

ARISTÓTELES

Acreditava que um corpo se move porque uma força é aplicada sobre ele, e se mantém em movimento pelo tempo em que a força continuar a agir.



GALILEU

Tendência dos corpos em manter o seu estado de repouso ou de movimento.



Leis de Newton

1ª Lei de Newton (Lei da inércia)

Tendência dos corpos em manter o seu estado de repouso ou de movimento.



$$F_R = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Repouso} \\ \text{ou} \\ \text{M.R.U} \end{array} \right.$$



A massa (m) é a medida da inércia de um corpo.

Quanto maior a massa maior é a inércia do corpo.

Exercício 01

(Uema) CTB – Lei nº 9.503 de 23 de Setembro de 1997

Institui o Código de Trânsito Brasileiro

- Art. 65. É obrigatório o uso do cinto de segurança para condutor e passageiros em todas as vias do território nacional, salvo em situações regulamentadas pelo CONTRAN.

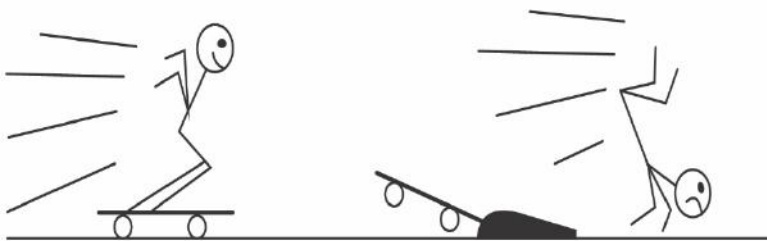
<http://www.jusbrasil.com.br>.

O uso do cinto de segurança, obrigatório por lei, remete-nos a uma das explicações da Lei da Inércia, que corresponde à:

- a) 1ª Lei de Ohm.
- b) 2ª Lei de Ohm.
- c) 1ª Lei de Newton.
- d) 2ª Lei de Newton.
- e) 3ª Lei de Newton.

Exercício 02

(Ifmg) A imagem mostra um garoto sobre um skate em movimento com velocidade constante que, em seguida, choca-se com um obstáculo e cai.



A queda do garoto justifica-se devido à(ao):

- a) princípio da inércia.
- b) ação de uma força externa.
- c) princípio da ação e reação.
- d) força de atrito exercida pelo obstáculo.

Exercício 03

(Faap) Uma pedra gira em torno de um apoio fixo, presa por uma corda. Em dado momento corta-se a corda, ou seja, cessam de agir forças sobre a pedra. Pela Lei da Inércia, conclui-se que:

- a) a pedra se mantém em movimento circular.
- b) a pedra sai em linha reta, segundo a direção perpendicular à corda no instante do corte.
- c) a pedra sai em linha reta, segundo a direção da corda no instante do corte.
- d) a pedra para.
- e) a pedra não tem massa.

2ª Lei de Newton

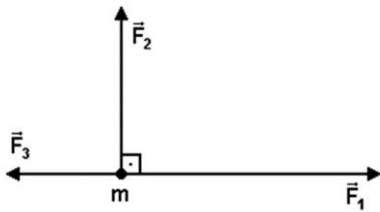
Leis de Newton

2ª Lei de Newton (Princípio fundamental da dinâmica)



Exercício 01

(Uel) Um corpo de massa 200 g é submetido à ação das forças \vec{F}_1 , \vec{F}_2 e \vec{F}_3 , coplanares, de módulos $F_1 = 5,0$ N, $F_2 = 4,0$ N e $F_3 = 2,0$ N, conforme a figura a seguir.



A aceleração do corpo vale, em m/s^2 :

- a) 0,025
- b) 0,25
- c) 2,5
- d) 25
- e) 250

Exercício 02

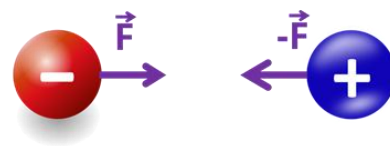
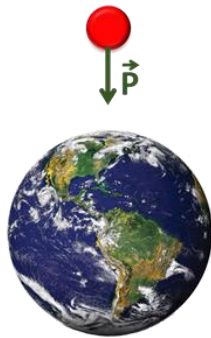
(Pucsp) Um cabo para reboque rompe-se quando sujeito a uma tensão maior que 1600 N. Ele é usado para rebocar um carro de massa 800 kg num trecho de estrada horizontal. Desprezando-se o atrito, qual é a maior aceleração que o cabo pode comunicar ao carro?

- a) $0,2 \text{ m/s}^2$
- b) $2,0 \text{ m/s}^2$
- c) $4,0 \text{ m/s}^2$
- d) $8,0 \text{ m/s}^2$
- e) $10,0 \text{ m/s}^2$

3ª Lei de Newton

Leis de Newton

3ª Lei de Newton (Lei da ação e reação)



3ª Lei de Newton (Lei da ação e reação)

Para toda força de ação existe uma força de reação com:

- 1) mesmo módulo
- 2) mesma direção
- 3) sentidos opostos

Importante: As forças de ação e reação nunca se anulam pois sempre agem em corpos diferentes.

Exercício 01

((Ufsm) O uso de hélices para propulsão de aviões ainda é muito frequente. Quando em movimento, essas hélices empurram o ar para trás; por isso, o avião se move para frente. Esse fenômeno é explicado pelo(a):

- a) 1ª lei de Newton.
- b) 2ª lei de Newton.
- c) 3ª lei de Newton.
- d) princípio de conservação de energia.
- e) princípio da relatividade do movimento.

Exercício 02

(Ufrn) Em Tirinhas, é muito comum encontrarmos situações que envolvem conceitos de Física e que, inclusive, têm sua parte cômica relacionada, de alguma forma, com a Física. Considere a tirinha envolvendo a “Turma da Mônica”, mostrada a seguir.



Copyright ©1999 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

Supondo que o sistema se encontra em equilíbrio, é correto afirmar que, de acordo com a Lei da Ação e Reação (3ª Lei de Newton),

- a) a força que a Mônica exerce sobre a corda e a força que os meninos exercem sobre a corda formam um par ação-reação.
- b) a força que a Mônica exerce sobre o chão e a força que a corda faz sobre a Mônica formam um par ação-reação.
- c) a força que a Mônica exerce sobre a corda e a força que a corda faz sobre a Mônica formam um par ação-reação.
- d) a força que a Mônica exerce sobre a corda e a força que os meninos exercem sobre o chão formam um par ação-reação.

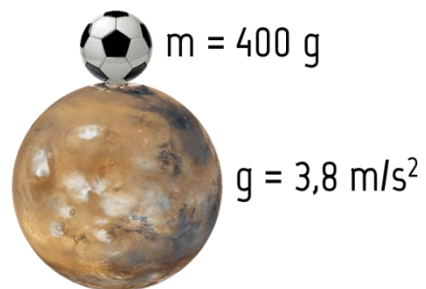
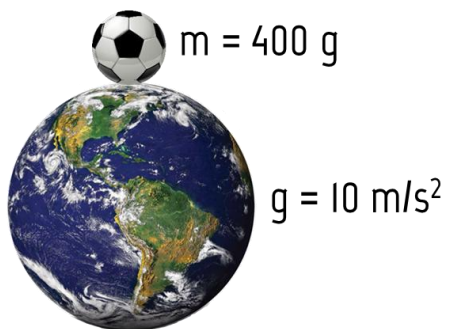


Força peso (P)

Força peso (P)



O peso depende do local onde o corpo se encontra?



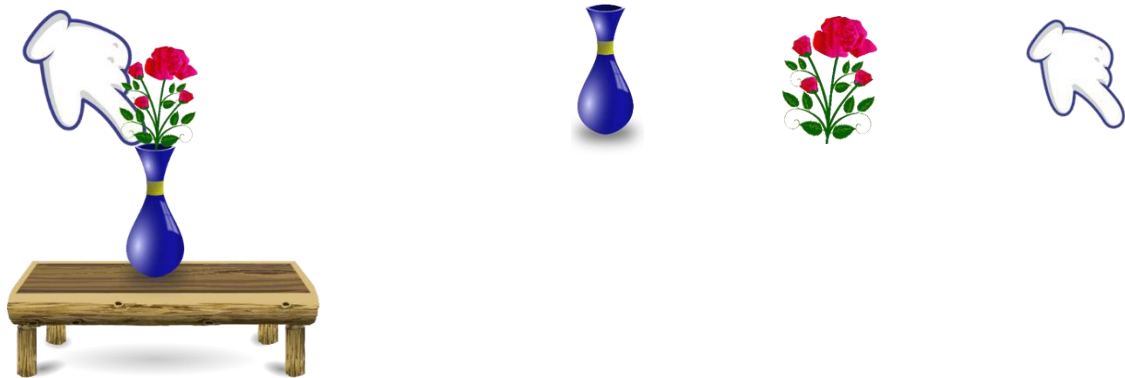
Exercício

(Ufmg) A Terra atrai um pacote de arroz com uma força de 49 N. Pode-se, então, afirmar que o pacote de arroz

- a) atrai a Terra com uma força de 49 N.
- b) atrai a Terra com uma força menor do que 49 N.
- c) não exerce força nenhuma sobre a Terra.
- d) repele a Terra com uma força de 49 N.
- e) repele a Terra com uma força menor do que 49 N.

Força normal (N)

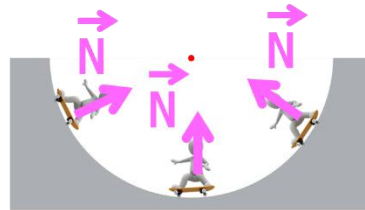
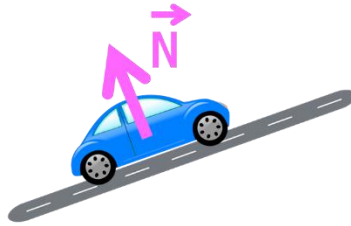
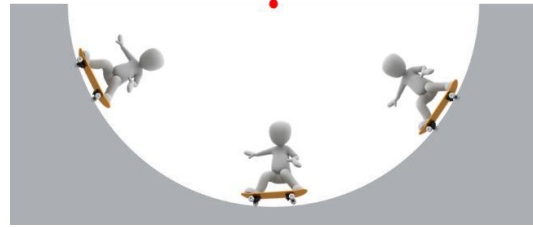
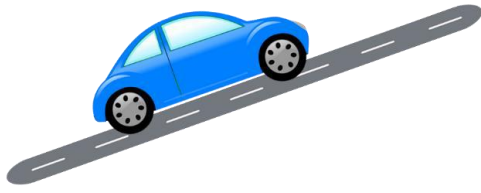
Força normal (N)



Importante: A força normal (N) NÃO é a reação à força peso (P).



Importante: A balança mede a força com a qual você comprime a superfície, ou seja, a força NORMAL.



Importante: A força normal (N) é sempre orientada perpendicularmente à superfície e saindo da mesma.

Exercício 01

(Pucsp) Garfield, o personagem da história a seguir, é reconhecidamente um gato malcriado, guloso e obeso. Suponha que o bichano esteja na Terra e que a balança utilizada por ele esteja em repouso, apoiada no solo horizontal.



JIM DAVIS / FOLHA DE SÃO PAULO

Considere que, na situação de repouso sobre a balança, Garfield exerça sobre ela uma força de compressão de intensidade 150 N.

A respeito do descrito, são feitas as seguintes afirmações:

I. O peso de Garfield, na terra, tem intensidade de 150 N.

II. A balança exerce sobre Garfield uma força de intensidade 150 N

III. O peso de Garfield e a força que a balança aplica sobre ele constituem um par ação-reação.

É (são) verdadeira (s):

a) somente I.

b) somente II.

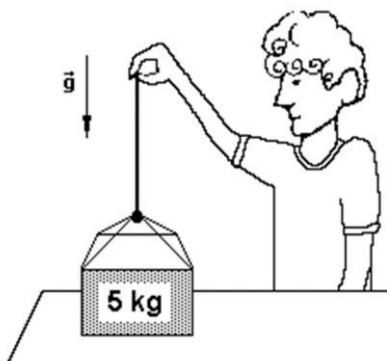
c) somente III.

d) somente I e II.

e) todas as afirmações.

Exercício 02

(Fuvest) Um homem tenta levantar uma caixa de 5 kg, que está sobre uma mesa, aplicando uma força vertical de 10 N. Nesta situação, o valor da força que a mesa aplica na caixa é: Adote: $g = 10 \text{ m/s}^2$



a) 0 N

b) 5 N

c) 10 N

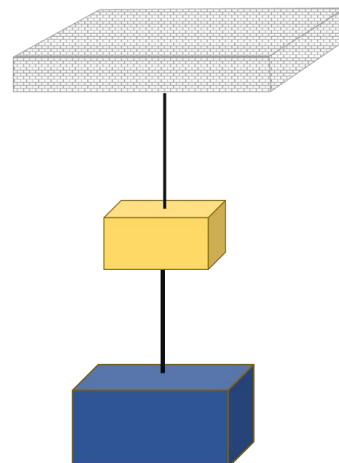
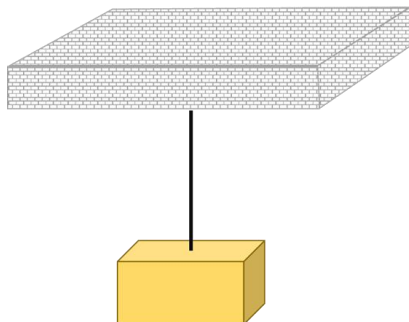
d) 40 N

e) 50 N



Força de tração (T)

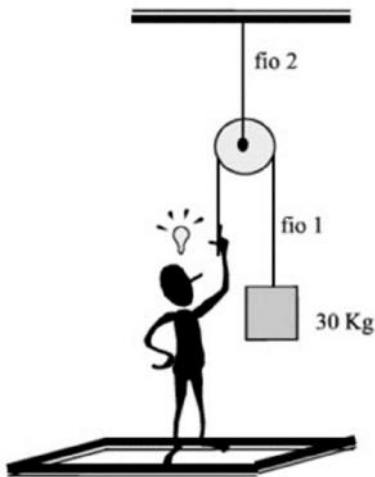
Força de tração (T)





Exercício 01

Na montagem a seguir, sendo 30 kg a massa do corpo suspenso e de 70 kg a massa do homem, supondo o sistema em equilíbrio, determine.

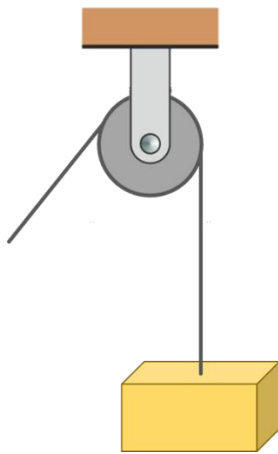


- A tensão no fio 1.
- A compressão que o homem faz no chão.
- A reação normal do chão sobre o homem.
- A tensão no fio 2.

Roldanas - Máquina de Atwood

Roldanas ou polia

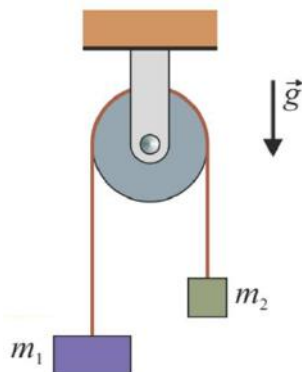
Fixa



A polia fixa apenas transmite a força que está sendo aplicada.

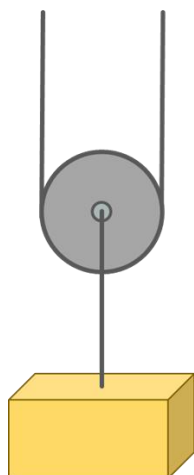
Exercício 01

Considere que uma máquina de Atwood é composta por uma polia e dois blocos de massas $m_1 = 10 \text{ kg}$ e $m_2 = 30 \text{ kg}$. Calcule a aceleração do sistema de massas, sabendo que o fio e a polia são ideais. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Roldanas ou polia

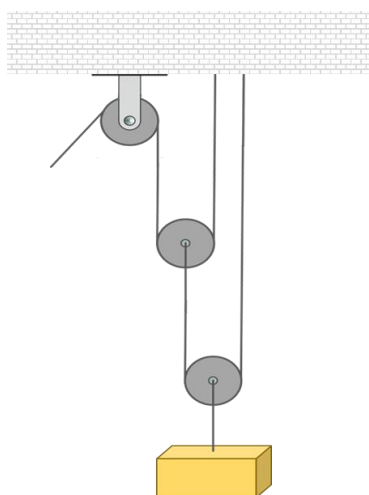
Móvel



A polia móvel divide a força que está sendo aplicada.

Exercício 02

Sabendo que a massa do bloco é de 20 kg calcule o valor da força (\vec{F}) necessária para sustentar o bloco em equilíbrio.

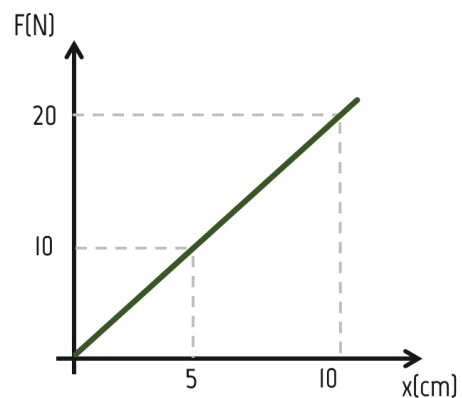
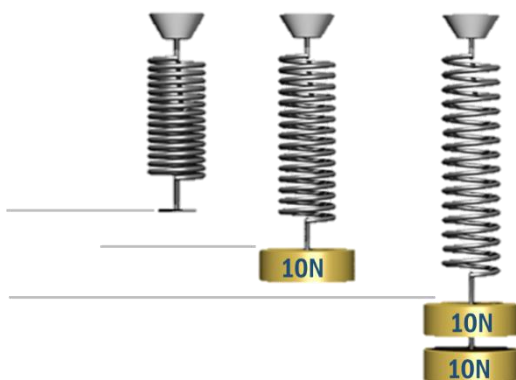


Força elástica - Lei de Hooke

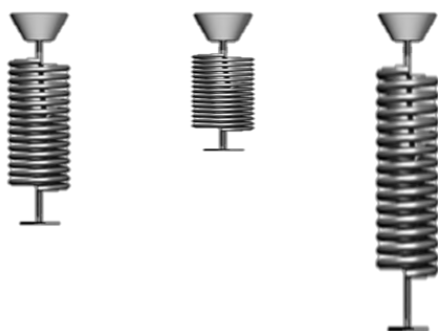
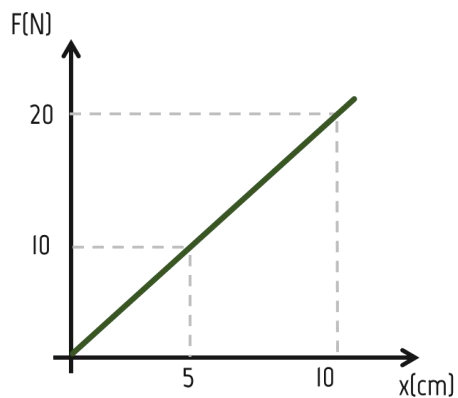
Força elástica



Força elástica – Lei de Hooke

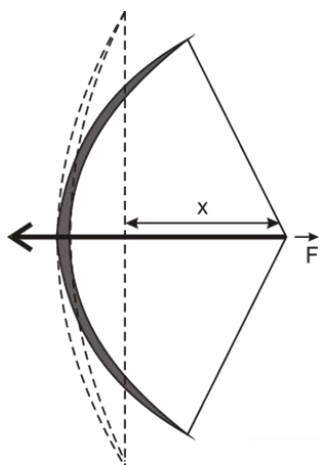


Em regime elástico, a deformação sofrida por uma mola é diretamente proporcional à intensidade da força aplicada.



Exercício 01

(Ufu) O tiro com arco é um esporte olímpico desde a realização da segunda olimpíada em Paris, no ano de 1900. O arco é um dispositivo que converte energia potencial elástica, armazenada quando a corda do arco é tensionada, em energia cinética, que é transferida para a flecha.



Num experimento, medimos a força F necessária para tensionar o arco até uma certa distância x , obtendo os seguintes valores:

F (N)	160,0	320,0	480,0
x (cm)	10	20	30

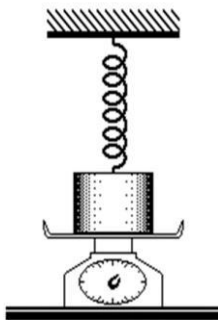
O valor e unidades da constante elástica, k , do arco são:

- a) 16 m/N
- b) 1,6 kN/m
- c) 35 N/m
- d) $7 \cdot 10^{-2}$ m/N

Exercício 02

(Pucsp) A mola da figura tem constante elástica 20N/m e encontra-se deformada de 20cm sob a ação do corpo A cujo peso é 5N. Nessa situação, a balança, graduada em newtons, marca:

- a) 1 N
- b) 2 N
- c) 3 N
- d) 4 N
- e) 5 N

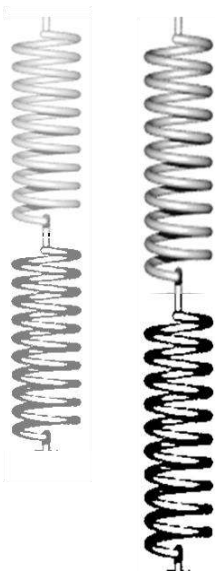


Associação de molas

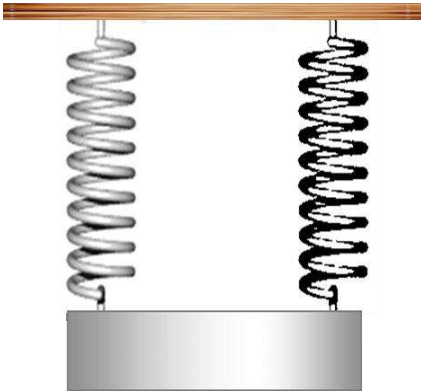
Associação de molas



Em série

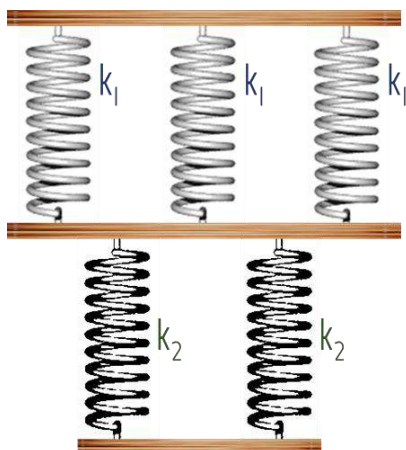


Em paralelo



Exercício

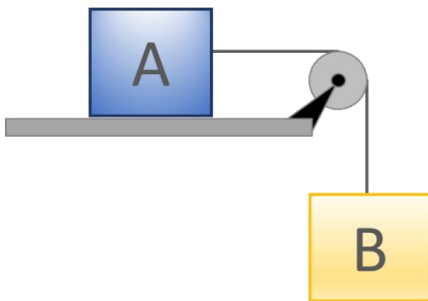
(Ita - adaptada) Um sistema massa-molas é constituído por molas de constantes $k_1 = 4 \text{ N/m}$ e $k_2 = 2 \text{ N/m}$, respectivamente, barras de massas desprezíveis e um corpo de massa m , como mostrado na figura. Determine a constante elástica da mola equivalente da associação.



Sistema de blocos (parte 01)

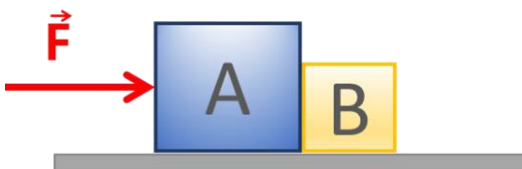
Exemplo 01

A figura a seguir mostra dois blocos A e B, de massas respectivamente iguais a 2 kg e 8 kg, sobre uma superfície perfeitamente lisa. Calcule a aceleração do conjunto e a força de tração no fio considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Exemplo 02

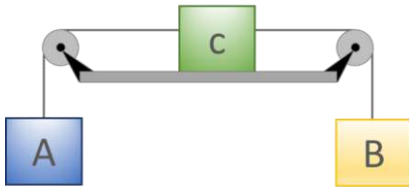
A figura a seguir mostra dois blocos A e B, de massas respectivamente iguais a 7 kg e 3 kg. Uma força horizontal de módulo 50N é aplicada sobre o corpo A conforme mostra a figura. Calcule a aceleração do conjunto e a intensidade da força de contato entre os corpos.



Sistema de blocos (parte 02)

Exemplo 01

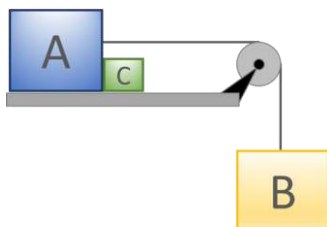
No esquema da figura a seguir o bloco C desliza sobre uma superfície perfeitamente lisa, ele está ligado a outros dois blocos A e B por cordas e polias ideais. Sabendo que as massas dos corpos A, B e C são respectivamente 5 kg, 2 kg e 3 kg calcule a aceleração do conjunto e as forças de tração nas cordas. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Exemplo 02

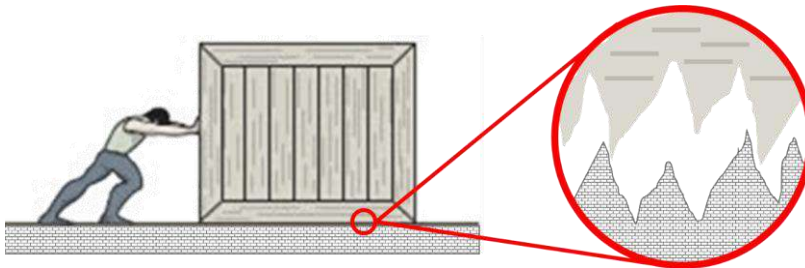
A figura a seguir mostra três blocos A, B e C de massas respectivamente iguais a 3 kg e 5 kg e 2 kg. Os blocos A e C deslizam sobre uma superfície perfeitamente lisa, as cordas e polias são ideais e suas massas desprezíveis.

Calcule a aceleração do conjunto e a intensidade da força que o bloco A faz sobre o bloco C.

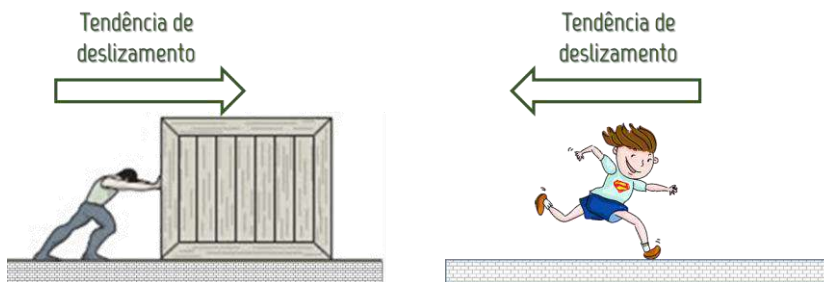


Força de atrito estático

Força de atrito (f_{at})



A força de atrito (f_{at}) surge devido ao contato entre duas superfícies rugosas, ásperas ou aderentes. Essa força é de origem eletromagnética.



A força de atrito (f_{at}) sempre contrária ao deslizamento ou à tendência de deslizamento.

Tipos de força de atrito

Força de atrito Estático (f_{at} estático)

Surge quando não há um deslizamento entre as superfícies de contato.

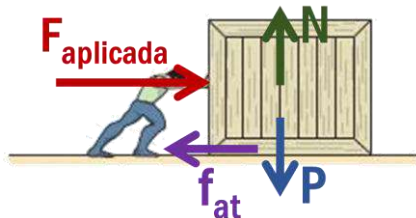


Força de atrito Dinâmico (f_{at} dinâmico)

Surge quando há um deslizamento entre as superfícies de contato.



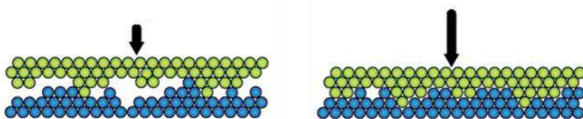
Fatores que influenciam na força de atrito



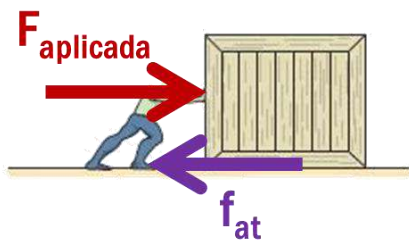
I) Coeficiente de atrito (μ)

Materiais	μ estático
Borracha com asfalto seco	1,0
Borracha com asfalto molhado	0,3

II) Força Normal (N)



Força de atrito Estático ($f_{at \text{ estático}}$)

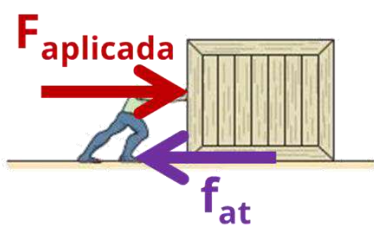


Máxima força de atrito Estático ($f_{at \text{ estático}}$)

$$f_{at \text{ estático}} = \mu_e \cdot N$$

Exercício 01

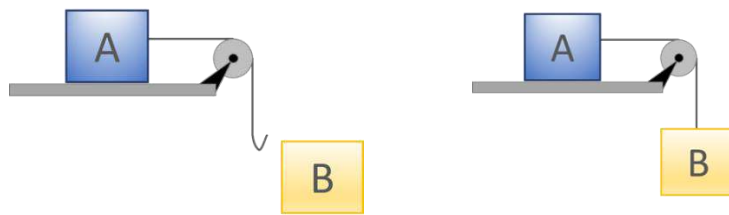
A tabela a seguir apresenta valores para a força aplicada pelo homem sobre a caixa. Sabendo que o coeficiente de atrito estático é igual a 0,8 e que a força normal vale 100N calcule a força de atrito máxima e complete na tabela o valor da força de atrito estático para cada valor de força aplicada.



$F_{aplicada}$	$F_{at \text{ estático}}$
10 N	
40 N	
65 N	
80 N	

Exercício 02

A figura a seguir apresenta um bloco A de massa 3 kg que está apoiado em repouso sobre uma superfície plana e horizontal. A corda passa por uma polia ideal e na sua extremidade final existe um gancho de massa desprezível. Uma pessoa pendura um bloco B de massa 1 kg no gancho, sabendo que o coeficiente de atrito estático entre a superfície e o bloco A é $\mu_{\text{estático}} = 0,5$ determine a força de atrito que a superfície exerce sobre o bloco.



Força de atrito dinâmico

Tipos de força de atrito

Força de atrito Estático ($f_{at\ estático}$)

Surge quando *não há* um *deslizamento* entre as superfícies de contato.

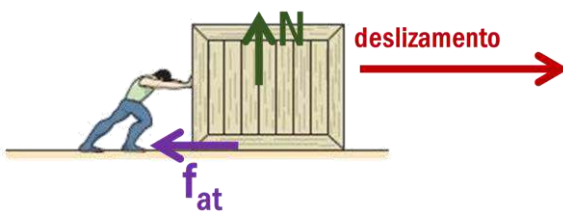


Força de atrito Dinâmico ($f_{at\ dinâmico}$)

Surge quando *há* um *deslizamento* entre as superfícies de contato.



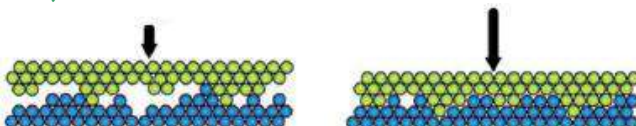
Fatores que influenciam na força de atrito



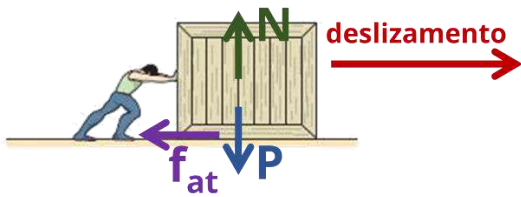
I) Coeficiente de atrito (μ)



II) Força Normal (N)



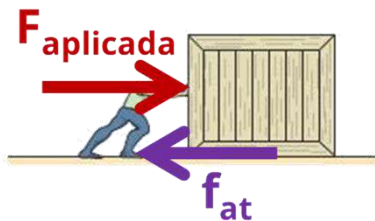
Força de atrito dinâmico ou cinemático (f_{at} dinâmico)



$$f_{at} \text{ dinâmico} = \mu_D \cdot N$$

Exercício 01

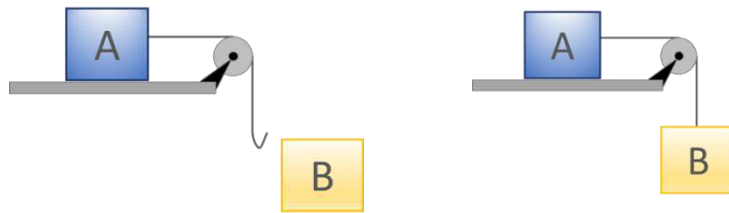
A tabela a seguir apresenta valores para a força aplicada pelo homem sobre a caixa inicialmente em repouso. Sabendo que o $\mu_{estático}=0,8$, $\mu_{dinâmico}=0,6$ e que a força normal vale 100N complete na tabela o valor da força de atrito para cada valor de força aplicada.



$F_{aplicada}$	F_{at}
20 N	
40 N	
80 N	
100 N	

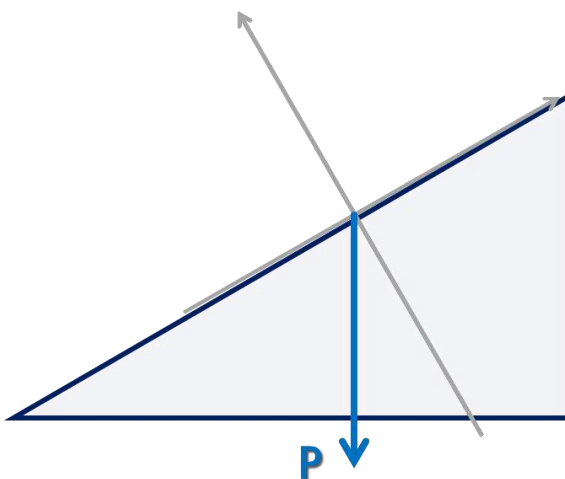
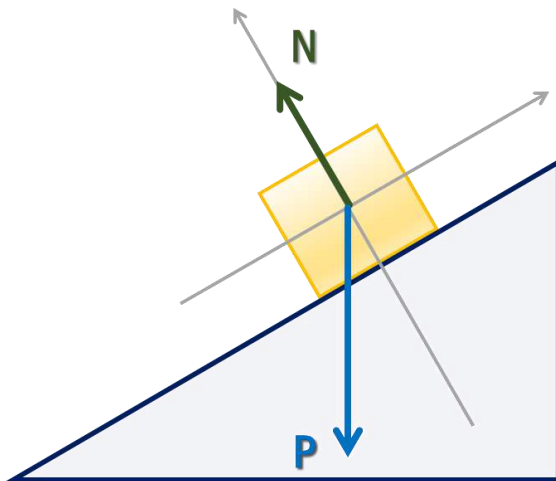
Exercício 02

A figura a seguir apresenta um bloco A de massa 5 kg que está apoiado em repouso sobre uma superfície plana e horizontal. A corda passa por uma polia ideal e na sua extremidade final existe um gancho de massa desprezível. Uma pessoa pendura um bloco B de massa 15 kg no gancho, sabendo $\mu_{\text{estático}} = 0,5$ e $\mu_{\text{dinâmico}} = 0,4$ determine a aceleração do sistema de blocos.



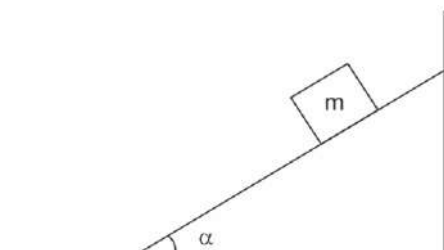
Plano inclinado

Plano inclinado



Exercício 01

Na figura abaixo, um bloco de massa 10 kg é colocado sobre um plano inclinado, sem atrito, que forma um ângulo 30° com a direção horizontal. Considere 10 m/s^2 o módulo da aceleração da gravidade.

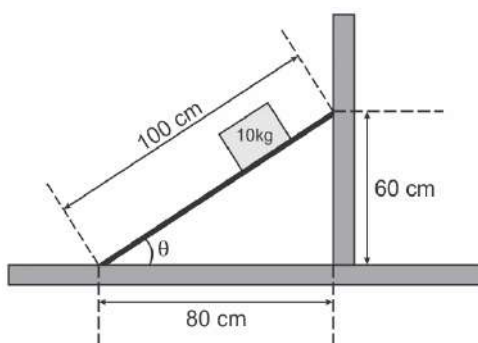


O módulo da força resultante sobre o bloco é igual a:

- a) 20 N
- b) 50 N
- c) 80 N
- d) 100 N
- e) zero.

Exercício 02

(Acafe) Um professor de Física utiliza uma rampa móvel para verificar o valor do coeficiente de atrito estático entre a rampa e um bloco. O professor foi alterando o ângulo da rampa em relação à horizontal, até que o bloco atingiu a iminência do movimento. Nesse exato instante, tirou uma foto da montagem e acrescentou com os valores de algumas grandezas, como mostra a figura.



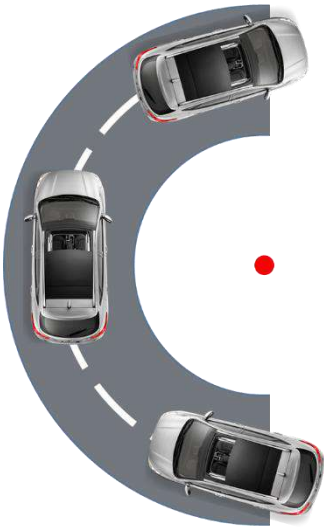
Chegando a sala, explicou a situação a seus alunos e pediu que determinassem o valor do coeficiente de atrito estático entre o bloco e a rampa.

O valor correto do coeficiente de atrito estático e da força de atrito, em N que os alunos devem encontrar, é:

- a) 0,65 e 45
- b) 0,75 e 45
- c) 0,65 e 60
- d) 0,75 e 60

Força centrípeta

Forças presentes em movimentos circulares



Força tangencial

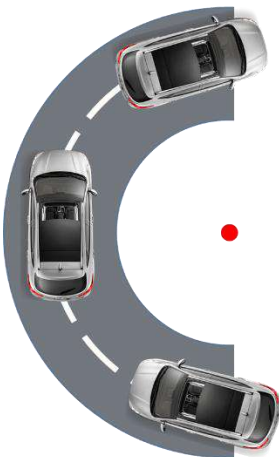
Causa a variação no valor da velocidade.

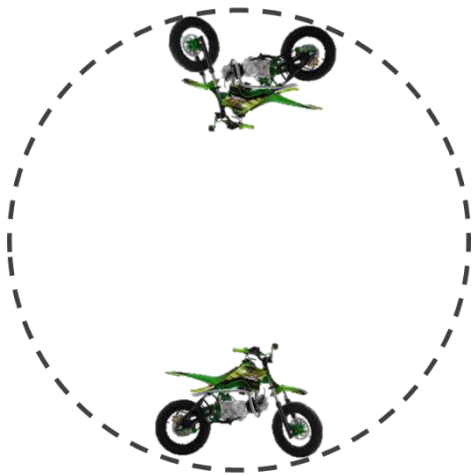
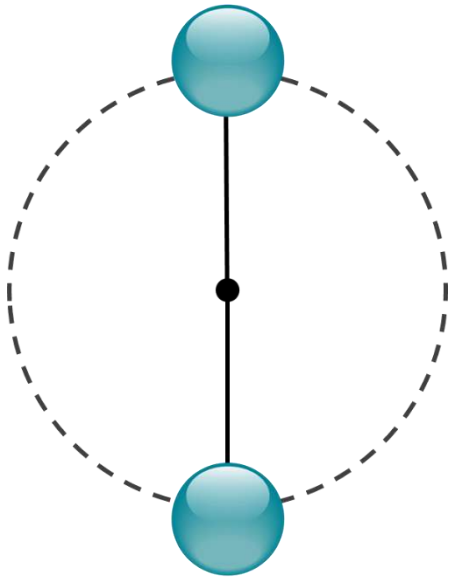
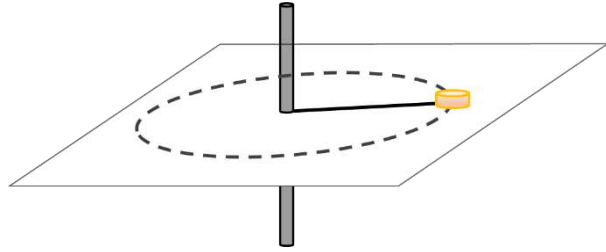
Força centrípeta

Causa a variação na direção e no sentido da velocidade.

Forças no MCU

Força centrípeta





Exercício

(Ufpr) Convidado para substituir Felipe Massa, acidentado nos treinos para o grande prêmio da Hungria, o piloto alemão Michael Schumacker desistiu após a realização de alguns treinos, alegando que seu pescoço doía, como consequência de um acidente sofrido alguns meses antes, e que a dor estava sendo intensificada pelos treinos. A razão disso é que, ao realizar uma curva, o piloto deve exercer uma força sobre a sua cabeça, procurando mantê-la alinhada com a vertical.

Considerando que a massa da cabeça de um piloto mais o capacete seja de 6,0 kg e que o carro esteja fazendo uma curva de raio igual a 72 m a uma velocidade de 216 km/h, assinale a alternativa correta para a massa que, sujeita à aceleração da gravidade, dá uma força de mesmo módulo.

- a) 20 kg.
- b) 30 kg.
- c) 40 kg.
- d) 50 kg.
- e) 60 kg.

Trabalho mecânico

Trabalho de uma força (W , T , τ)

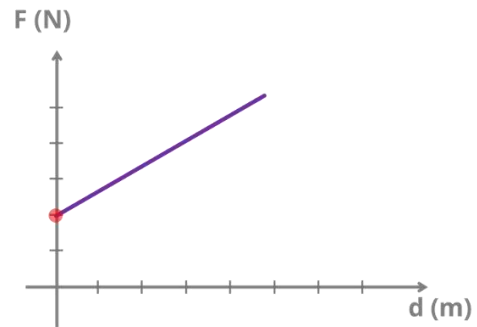
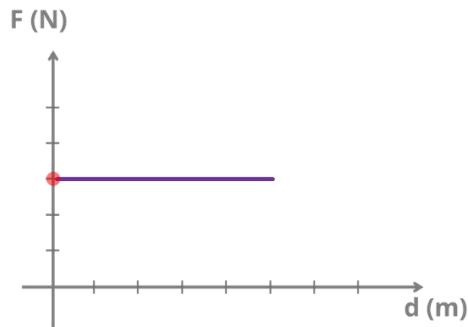


Trabalho mecânico é uma forma de energia associado a uma força e a um deslocamento.



Trabalho de uma força

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



Exercício 01

Uma pessoa empurra, com uma força F de intensidade 100N, um carrinho de compras em um supermercado. Sabendo que o peso do carrinho com compras é igual 300N determine:

- O trabalho da força peso quando a pessoa desloca o carrinho por 10 m em linha reta;
- O trabalho da força normal quando a pessoa desloca o carrinho por 10 m em linha reta;
- O trabalho da força F quando a pessoa desloca o carrinho por 10 m em linha reta;
- O trabalho devido ao atrito nas rodinhas do carrinho que causa uma força horizontal e contrária ao movimento com intensidade de 20 N. Considere que o deslocamento foi de 10 m.



Exercício 02

Ao fazer exercícios na academia uma pessoa levanta uma bola suíça de 1,5 kg até uma altura de 2m e depois põe a bola novamente ao chão, calcule:



a) O trabalho da força peso na subida da bola;

b) O trabalho da força peso na descida da bola.



Energia Cinética

Energia Cinética (E_c)



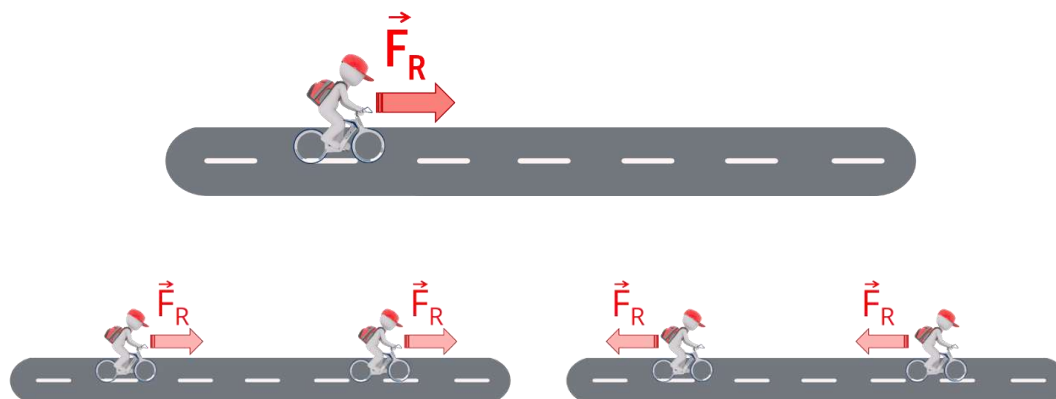
É uma forma de energia associada ao movimento de um corpo.

Exercício 01

(Pucrj) Sabendo que um corredor cibernético de 80 kg, partindo do repouso, realiza a prova de 200 m em 20 s mantendo uma aceleração constante de $a = 1,0 \text{ m/s}^2$, pode-se afirmar que a energia cinética atingida pelo corredor no final dos 200 m, em joules, é:

- a) 12000
- b) 13000
- c) 14000
- d) 15000
- e) 16000

Teorema da Energia Cinética (TEC)



Se F_R é a favor do movimento o trabalho é positivo e o corpo ganha E_C .

Se F_R é a contra o movimento o trabalho é negativo e o corpo perde E_C .

Exercício 02

(Enem) Uma análise criteriosa do desempenho de Usain Bolt na quebra do recorde mundial dos 100 metros rasos mostrou que, apesar de ser o último dos corredores a reagir ao tiro e iniciar a corrida, seus primeiros 30 metros foram os mais velozes já feitos em um recorde mundial, cruzando essa marca em 3,78 segundos. Até se colocar com o corpo reto, foram 13 passadas, mostrando sua potência durante a aceleração, o momento mais importante da corrida. Ao final desse percurso, Bolt havia atingido a velocidade máxima de 12 m/s

Disponível em: <http://esporte.uol.com.br>. Acesso em: 5 ago. 2012 (adaptado)

Supondo que a massa desse corredor seja igual a 90 kg o trabalho total realizado nas 13 primeiras passadas é mais próximo de:

- a) $5,4 \cdot 10^2$ J
- b) $6,5 \cdot 10^3$ J
- c) $8,6 \cdot 10^3$ J
- d) $1,3 \cdot 10^4$ J
- e) $3,2 \cdot 10^4$ J

Energia Potencial

Energia Potencial (E_p)

Energia Potencial Gravitacional (E_{PG})

É uma forma de energia associada à altura de um corpo.



Energia Potencial Elástica (E_{PE})

É uma forma de energia associada à uma deformação elástica.



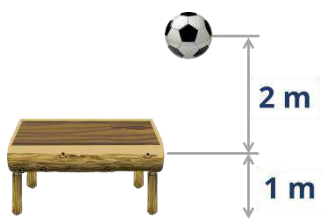
Energia Potencial Gravitacional (E_{PG})



Exercício 01

Considere uma bola de futebol com massa de 400 g que é jogada para cima. Sabendo que em determinado instante a bola está a 2 m acima de uma mesa com 1m de altura conforme a figura a seguir, calcule:

- A energia potencial da bola em relação à mesa.
- A energia potencial da bola em relação ao chão.



Energia Potencial Elástica (E_{PE})



Exercício 02

Uma pessoa aplica uma força em uma 80 N para comprimir uma mola de constante elástica 800 N/m. Calcule a energia potencial elástica armazenada nessa mola.



Energia Mecânica - Sistemas conservativos

Energia Mecânica (E_M)

$$E_M = E_C + E_P$$



Sistemas conservativos

$$E_{M_{\text{início}}} = E_{M_{\text{final}}}$$

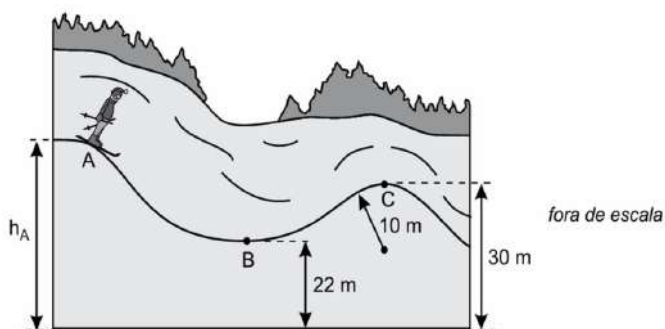
Exercício 01

(Ueg) Em um experimento que valida a conservação da energia mecânica, um objeto de 4 kg colide horizontalmente com uma mola relaxada, de constante elástica de 100 N/m. Esse choque a comprime 1,6 cm. Qual é a velocidade, em m/s desse objeto, antes de se chocar com a mola?

- a) 0,02
- b) 0,40
- c) 0,08
- d) 0,13

Exercício 02

Uma pista de esqui para treinamento de principiantes foi projetada de modo que, durante o trajeto, os esquiadores não ficassem sujeitos a grandes acelerações nem perdessem contato com nenhum ponto da pista. A figura representa o perfil de um trecho dessa pista, no qual o ponto C é o ponto mais alto de um pequeno trecho circular de raio de curvatura igual a 10 m.



Os esquiadores partem do repouso no ponto A e percorrem a pista sem receber nenhum empurrão, nem usam os bastões para alterar sua velocidade. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$ e despreze o atrito e a resistência do ar.

Se um esquiador passar pelo ponto B da pista com velocidade $10\sqrt{2} \text{ m/s}$ com que velocidade ele passará pelo ponto C ?

Energia Mecânica - Sistemas dissipativos

Energia Mecânica (E_M)

$$E_M = E_C + E_P$$



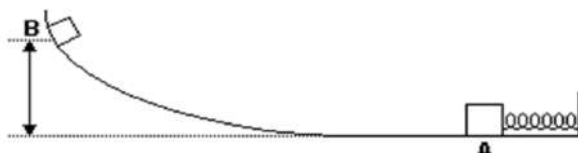
Sistemas dissipativos

$$E_{M \text{ início}} > E_{M \text{ final}}$$



Exercício

(Ufsc) A figura mostra um bloco, de massa $m=500\text{g}$, mantido encostado em uma mola comprimida de $x=20\text{cm}$. A constante elástica da mola é $k = 400\text{N/m}$. A mola é solta e empurra o bloco que, partindo do repouso no ponto A, atinge o ponto B, onde para. No percurso entre os pontos A e B, a força de atrito da superfície sobre o bloco dissipa 20% da energia mecânica inicial no ponto A.



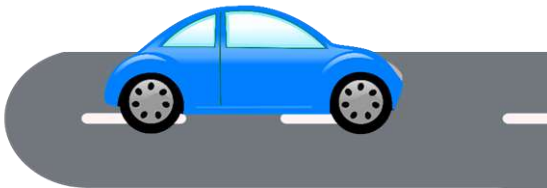
- 01) Na situação descrita, não há conservação da energia mecânica.
- 02) A energia mecânica do bloco no ponto B é igual a 6,4 J.
- 04) O trabalho realizado pela força de atrito sobre o bloco, durante o seu movimento, foi 1,6J.
- 08) O ponto B situa-se a 80cm de altura, em relação ao ponto A.
- 16) A força peso não realizou trabalho no deslocamento do bloco entre os pontos A e B, por isso não houve conservação da energia mecânica do bloco.
- 32) A energia mecânica total do bloco, no ponto A, é igual a 8,0 J.
- 64) A energia potencial elástica do bloco, no ponto A, é totalmente transformada na energia potencial gravitacional do bloco, no ponto B.

Potência mecânica

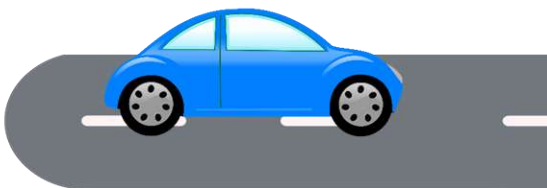
Potência mecânica (P)



Potência (P)



Eficiência ou Rendimento (e, R, h)



Exercício 01

(Enem) Para reciclar um motor de potência elétrica igual a 200W um estudante construiu um elevador e verificou que ele foi capaz de erguer uma massa de 80 kg a uma altura de 3 metros durante 1 minuto. Considere a aceleração da gravidade 10 m/s^2 . Qual a eficiência aproximada do sistema para realizar tal tarefa?

- a) 10%
- b) 20%
- c) 40%
- d) 50%
- e) 100%

Exercício 02

(Upe) Considerando-se um determinado LASER que emite um feixe de luz cuja potência vale 6,0 mW, é CORRETO afirmar que a força exercida por esse feixe de luz, quando incide sobre uma superfície refletora, vale

Dados: $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$

- a) $1,8 \times 10^4 \text{ N}$
- b) $1,8 \times 10^5 \text{ N}$
- c) $1,8 \times 10^6 \text{ N}$
- d) $2,0 \times 10^{11} \text{ N}$
- e) $2,0 \times 10^{-11} \text{ N}$



Quantidade de movimento

Quantidade de movimento (\vec{Q} , \vec{q} ou \vec{p})



Quantidade de movimento de um sistema (\vec{Q})



Exercício

Um corpo se move com uma energia cinética igual a 1000 J. Sabendo que o módulo da sua quantidade de movimento é igual a 100 kg.m/s, calcule a massa desse corpo.

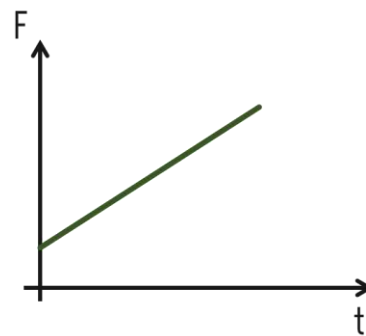
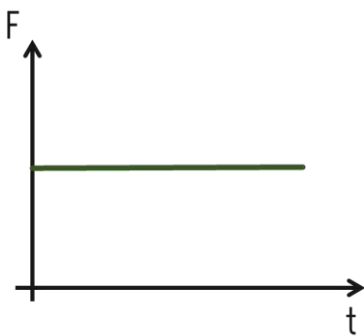
Impulso (parte 01)

Impulso (\vec{I})



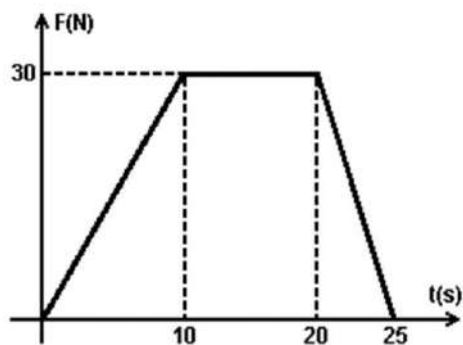
Para uma força constante

$$I = F \cdot \Delta t$$



Exercício

(Pucsp) O gráfico representa a força resultante sobre um carrinho de supermercado de massa total 40 kg, inicialmente em repouso.

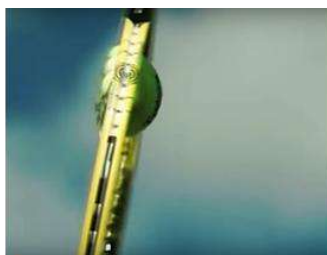


A intensidade da força constante que produz o mesmo impulso que a força representada no gráfico durante o intervalo de tempo de 0 a 25 s é, em newtons, igual a

- a) 1,2
- b) 12
- c) 15
- d) 20
- e) 21

Impulso (parte 02)

Teorema do Impulso (I)



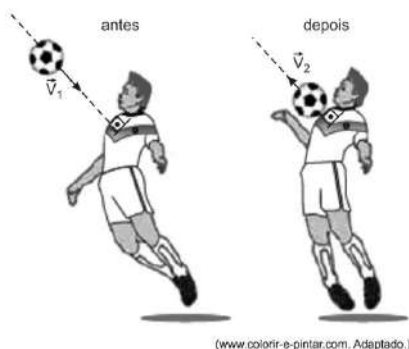
Exercício 01

(Unicamp) Beisebol é um esporte que envolve o arremesso, com a mão, de uma bola de 140 g de massa na direção de outro jogador que irá rebatê-la com um taco sólido. Considere que, em um arremesso, o módulo da velocidade da bola chegou a 162 km/h, imediatamente após deixar a mão do arremessador. Sabendo que o tempo de contato entre a bola e a mão do jogador foi de 0,07 s o módulo da força média aplicada na bola foi de:

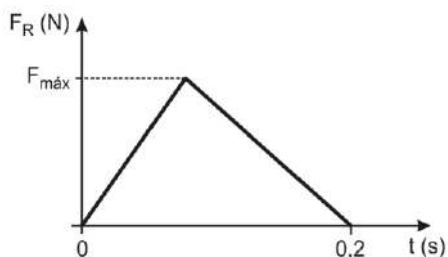
- a) 324 N b) 90 N c) 6,3 N d) 11,3 N

Exercício 02

(Unesp) O gol da conquista do tetracampeonato pela Alemanha na Copa do Mundo de 2014 foi feito pelo jogador Götze. Nessa jogada, ele recebeu um cruzamento, matou a bola no peito, amortecendo-a, e chutou de esquerda para fazer o gol. Considere que, imediatamente antes de tocar o jogador, a bola tinha velocidade de módulo $v_1 = 8 \text{ m/s}$ em uma direção perpendicular ao seu peito e que, imediatamente depois de tocar o jogador, sua velocidade manteve-se perpendicular ao peito do jogador, porém com módulo $v_2 = 0,6 \text{ m/s}$ e em sentido contrário.



Admita que, nessa jogada, a bola ficou em contato com o peito do jogador por $0,2 \text{ s}$ e que, nesse intervalo de tempo, a intensidade da força resultante (F_R) que atuou sobre ela, variou em função do tempo, conforme o gráfico.



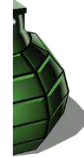
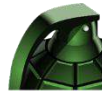
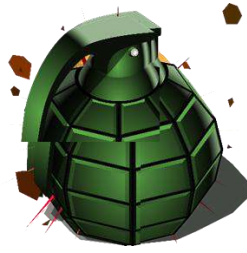
Considerando a massa da bola igual a $0,4 \text{ kg}$ é correto afirmar que, nessa jogada, o módulo da força resultante máxima que atuou sobre a bola, indicada no gráfico por $F_{\text{máx}}$ é igual, em newtons, a

- a) 68,8 b) 34,4 c) 59,2 d) 26,4 e) 88,8

Sistemas isolados

Sistemas isolados

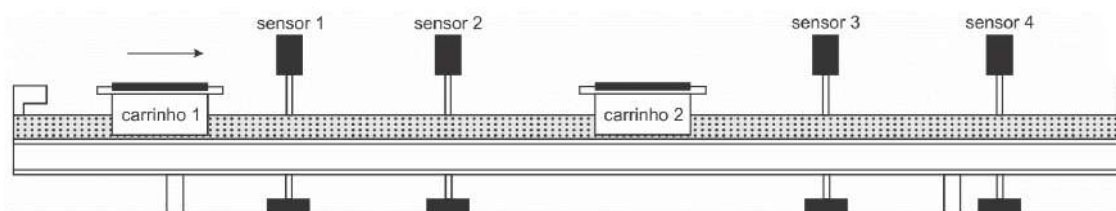




Exercício 01

(Enem) O trilho de ar é um dispositivo utilizado em laboratórios de física para analisar movimentos em que corpos de prova (carrinhos) podem se mover com atrito desprezível. A figura ilustra um trilho horizontal com dois carrinhos (1 e 2) em que se realiza um experimento para obter a massa do carrinho 2. No instante em que o carrinho 1 de massa 150 g passa a se mover com velocidade escalar constante, o carrinho 2 está em repouso. No momento em que o carrinho 1 se choca com o carrinho 2 ambos passam a se movimentar juntos com velocidade escalar constante.

Os sensores eletrônicos distribuídos ao longo do trilho determinam as posições e registram os instantes associados à passagem de cada carrinho, gerando os dados do quadro.



Carrinho 1		Carrinho 2	
Posição (cm)	Instante (s)	Posição (cm)	Instante (s)
15,0	0,0	45,0	0,0
30,0	1,0	45,0	1,0
75,0	8,0	75,0	8,0
90,0	11,0	90,0	11,0

Com base nos dados experimentais, o valor da massa do carrinho 2 é igual a:

- a) 50 g
- b) 250 g
- c) 300 g
- d) 450 g
- e) 600 g

Exercício 02

(Enem) Durante um reparo na estação espacial internacional, um cosmonauta, de massa 90 kg substitui uma bomba do sistema de refrigeração, de massa 360 kg que estava danificada. Inicialmente, o cosmonauta e a bomba estão em repouso em relação à estação. Quando ele empurra a bomba para o espaço, ele é empurrado no sentido oposto. Nesse processo, a bomba adquire uma velocidade de 0,2 m/s em relação à estação.

Qual é o valor da velocidade escalar adquirida pelo cosmonauta, em relação à estação, após o empurrão?

- a) 0,05 m/s
- b) 0,20 m/s
- c) 0,40 m/s
- d) 0,50 m/s
- e) 0,80 m/s



Colisões (choques mecânicos)

Colisões



Colisão perfeitamente elástica



Colisão parcialmente elástica



Colisão inelástica



Coeficiente de restituição

$$e = \frac{V_{\text{AFASTAMENTO}}}{V_{\text{APROXIMAÇÃO}}}$$



Resumo - Colisões

	QUANTIDADE DE MOVIMENTO	ENERGIA MECÂNICA	e
PERFEITAMENTE ELÁSTICA	$\vec{Q}_{\text{ANTES}} = \vec{Q}_{\text{DEPOIS}}$ (sistema isolado)	$EM_{\text{ANTES}} = EM_{\text{DEPOIS}}$ (sistema conservativo)	1
PARCIALMENTE ELÁSTICA	$\vec{Q}_{\text{ANTES}} = \vec{Q}_{\text{DEPOIS}}$ (sistema isolado)	$EM_{\text{ANTES}} > EM_{\text{DEPOIS}}$ (sistema dissipativo)	$0 < e < 1$
INELÁSTICA OU ANELÁSTICA	$\vec{Q}_{\text{ANTES}} = \vec{Q}_{\text{DEPOIS}}$ (sistema isolado)	$EM_{\text{ANTES}} \gg EM_{\text{DEPOIS}}$ (sistema dissipativo)	0

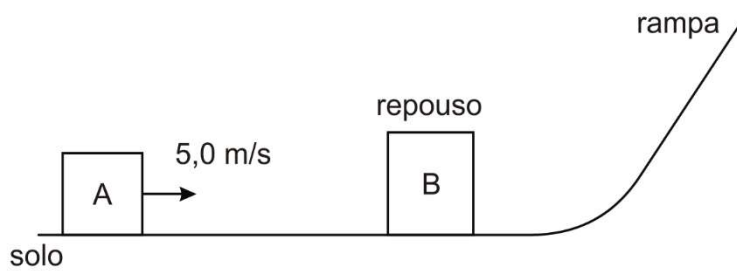
Exercício 01

(Uece) Em um dado jogo de sinuca, duas das bolas se chocam uma contra a outra. Considere que o choque é elástico, a colisão é frontal, sem rolamento, e despreze os atritos. No sistema composto pelas duas bolas há conservação de:

- a) momento linear e força.
- b) energia cinética e força.
- c) momento linear e energia cinética.
- d) calor e momento linear.

Exercício 02

[Upe] Na figura a seguir, observa-se que o bloco A de massa $m_A = 2 \text{ kg}$, com velocidade de $5,0 \text{ m/s}$, colide com um segundo bloco B de massa $m_B = 8 \text{ kg}$, inicialmente em repouso. Após a colisão, os blocos A e B ficam grudados e sobem juntos, numa rampa até uma altura h em relação ao solo. Despreze os atritos.



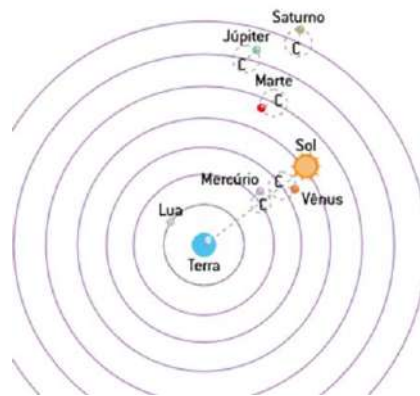
Analise as proposições a seguir e conclua.

- A velocidade dos blocos, imediatamente após a colisão, é igual a $1,0 \text{ m/s}$.
- A colisão entre os blocos A e B é perfeitamente inelástica.
- A energia mecânica do sistema formado pelos blocos A e B é conservada durante a colisão.
- A quantidade de movimento do bloco A é conservada durante a colisão.

Gravitação - Leis de Kepler

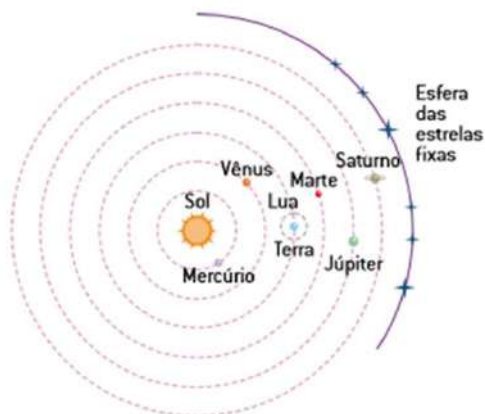
Modelos de Universo

Teoria Geocêntrica (Cláudio Ptolomeu – 150 dC)



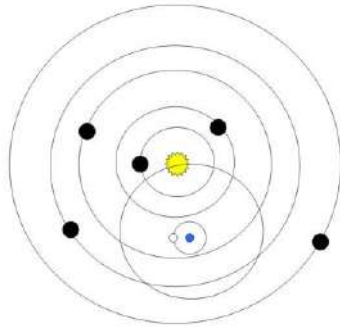
Terra no centro do universo e planetas descrevendo orbitas circulares.
Não explicava os fenômenos celestes (eclipses).

Teoria Heliocêntrica (Nicolau Copérnico – séc XVI)



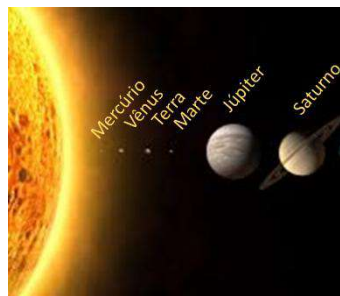
Sol no centro do universo e planetas descrevendo orbitas circulares.

Teoria Geocêntrica (Tycho Brahe – 1585)



Os planetas giram ao redor do sol e este ao redor da Terra.
Maior astrônomo a olho nu.

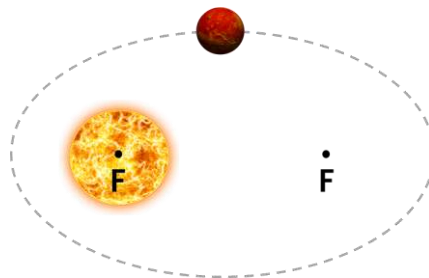
Teoria Heliocêntrica (Johannes Kepler – 1609)



Assistente de Tycho Brahe, encarregado de estudar a órbita de Marte.

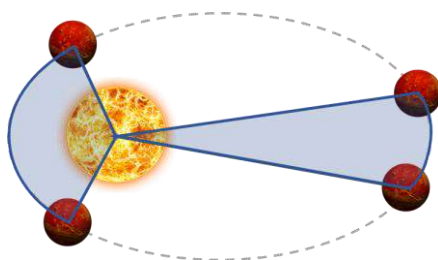
Leis de Kepler

1ª Lei – lei das órbitas



Os planetas descrevem órbitas elípticas, com o sol ocupando um dos focos.

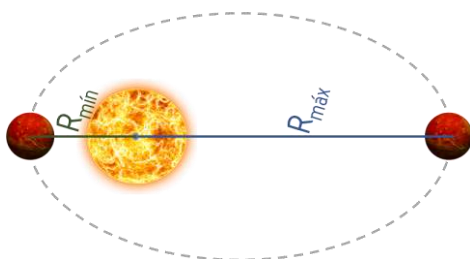
2ª Lei – lei das áreas



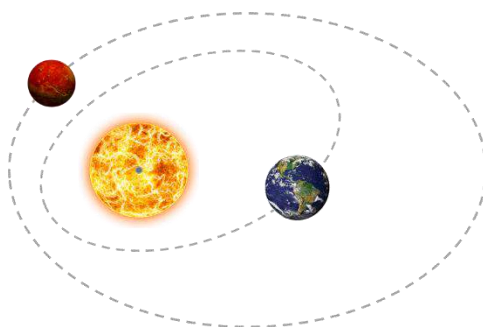
O segmento de reta imaginário que une o planeta ao Sol (raio vetor) varre áreas iguais em tempos iguais.

3ª Lei – lei dos períodos

Raio médio da órbita



A razão entre o período ao quadrado e o raio médio ao cubo é constante.



Planeta	T (dias terrestres)	R (km)	T^2/R^3
Mercúrio	88	$5,8 \times 10^7$	$4 \cdot 10^{-20}$
Vênus	225	$1,1 \times 10^8$	
Terra	365	$1,5 \times 10^8$	
Marte	687	$2,3 \times 10^8$	
Júpiter	4343	$7,8 \times 10^8$	
Saturno	10767	$1,4 \times 10^9$	
Urano	30660	$2,9 \times 10^9$	
Netuno	60152	$4,5 \times 10^9$	

Exercício 01

(Ufrgs) O ano de 2009 foi proclamado pela UNESCO o Ano Internacional da Astronomia para comemorar os 400 anos das primeiras observações astronômicas realizadas por Galileu Galilei através de telescópios e, também, para celebrar a Astronomia e suas contribuições para o conhecimento humano.

O ano de 2009 também celebrou os 400 anos da formulação da Lei das Órbitas e da Lei das Áreas por Johannes Kepler. A terceira lei, conhecida como Lei dos Períodos, foi por ele formulada posteriormente.

Sobre as três leis de Kepler são feitas as seguintes afirmações

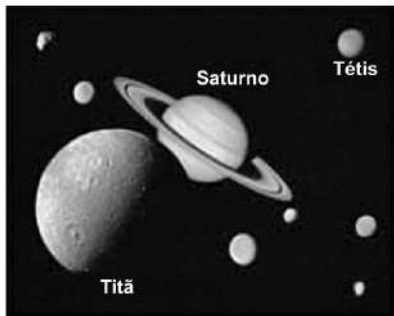
- I. A órbita de cada planeta é uma elipse com o Sol em um dos focos.
- II. O segmento de reta que une cada planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais.
- III. O quadrado do período orbital de cada planeta é diretamente proporcional ao cubo da distância média do planeta ao Sol.

Quais estão corretas?

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

Exercício 02

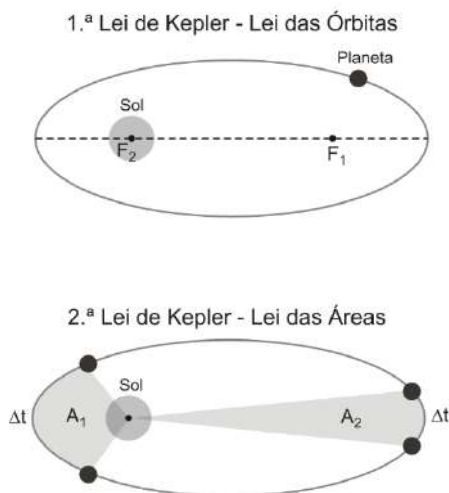
(Unesp) Saturno é o sexto planeta a partir do Sol e o segundo maior, em tamanho, do sistema solar. Hoje, são conhecidos mais de sessenta satélites naturais de Saturno, sendo que o maior deles, Titã, está a uma distância média de 1.200.000 km de Saturno e tem um período de translação de, aproximadamente, 16 dias terrestres ao redor do planeta.



fora de escala
(<http://caronteiff.blogspot.com.br>, Adaptado.)

Tétis é outro dos maiores satélites de Saturno e está a uma distância média de Saturno de 300000 km.

Considere:

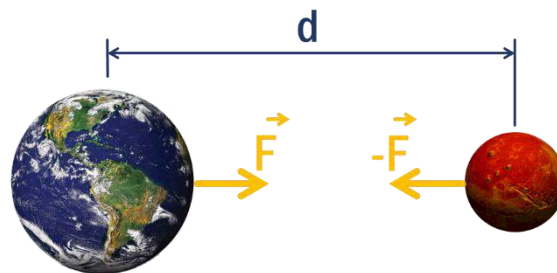


O período aproximado de translação de Tétis ao redor de Saturno, em dias terrestres, é

- a) 4.
- b) 2.
- c) 6.
- d) 8.
- e) 10.

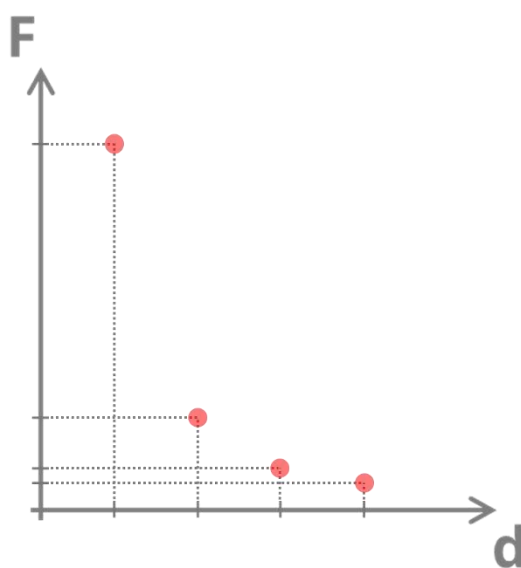
Gravitação - Lei da gravitação universal (parte 01)

Lei da Gravitação Universal (Isaac Newton – 1687)



Dois corpos atraem-se com força diretamente proporcional ao produto das suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância média que separa seus centros de gravidade.

Gráfico $F \times d$



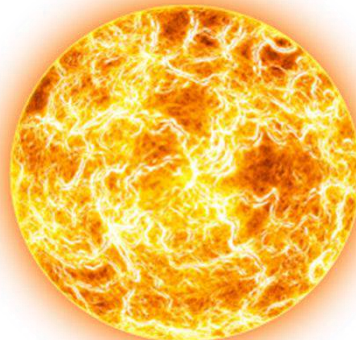
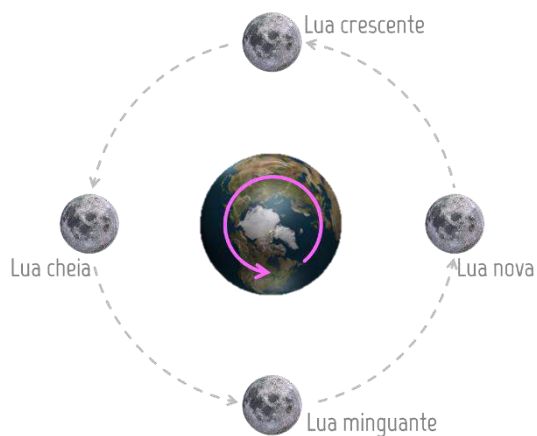
Força	Distância
	d
	2d
	3d
	4d

Exercício 01

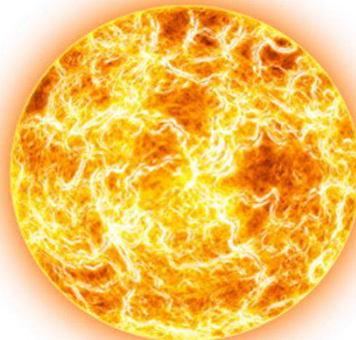
(Fgv) A massa da Terra é de $6 \cdot 10^{24}$ kg, e a de Netuno é de $1 \cdot 10^{26}$ kg. A distância média da Terra ao Sol é de $1,5 \cdot 10^{11}$ m, e a de Netuno ao Sol é de $4,5 \cdot 10^{12}$ m. A razão entre as forças de interação Sol-Terra e Sol-Netuno, nessa ordem, é mais próxima de:

- a) 0,05.
- b) 0,5.
- c) 5.
- d) 50.
- e) 500.

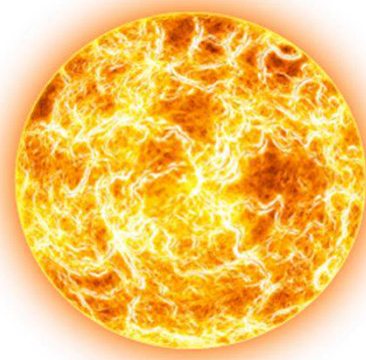
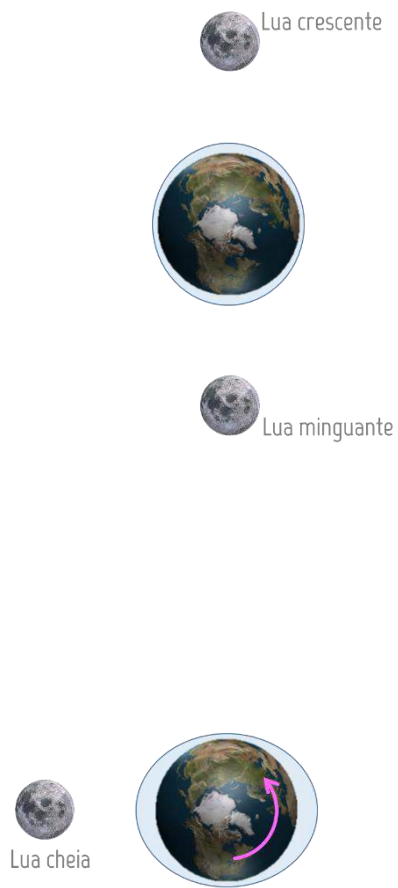
Marés



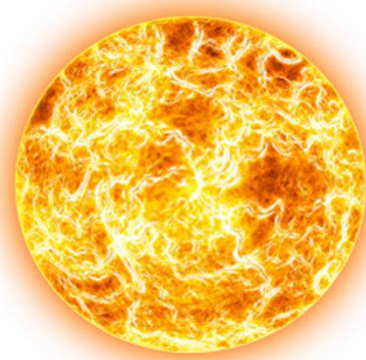
* desenhos fora de escala



* desenhos fora de escala



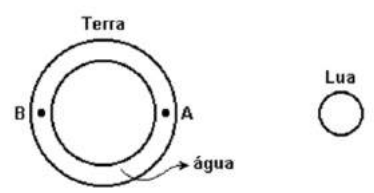
** desenhos fora de escala*



** desenhos fora de escala*

Exercício 02

(Ita) Sabe-se que a atração gravitacional da lua sobre a camada de água é a principal responsável pelo aparecimento de marés oceânicas na Terra. A figura mostra a Terra, supostamente esférica, homogeneamente recoberta por uma camada de água.



Nessas condições, considere as seguintes afirmativas:

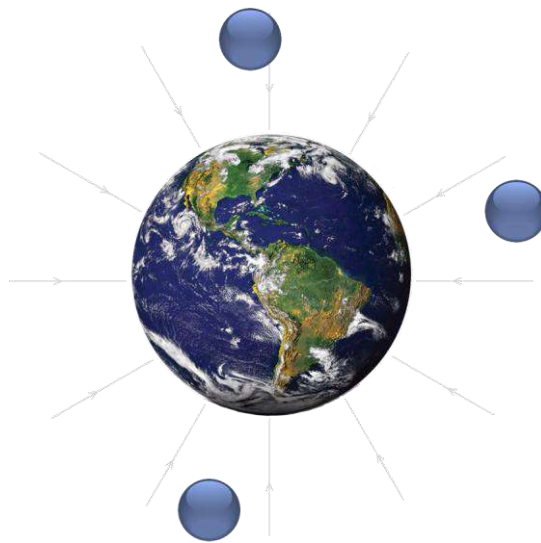
- I. As massas de água próximas das regiões A e B experimentam marés altas simultaneamente.
- II. As massas de água próximas das regiões A e B experimentam marés opostas, isto é, quando A tem maré alta, B tem maré baixa e vice-versa.
- III. Durante o intervalo de tempo de um dia ocorrem duas marés altas e duas marés baixas.

Então, está(ão) correta(s), apenas

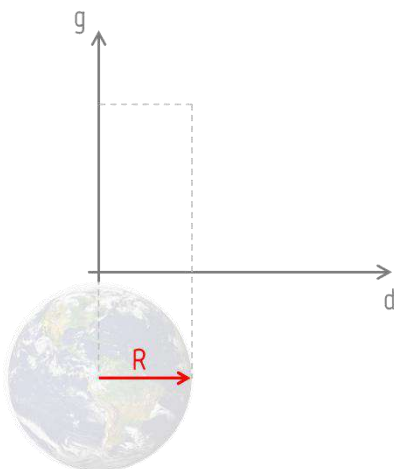
- a) a afirmativa I.
- b) a afirmativa II.
- c) a afirmativa III.
- d) as afirmativas I e II.
- e) as afirmativas I e III.

Gravitação - Lei da gravitação universal (parte 02)

Campo gravitacional



Aceleração da gravidade no interior da terra



Exercício 01

(Ufrgs) Considerando que o módulo da aceleração da gravidade na Terra é igual a 10 m/s^2 , é correto afirmar que, se existisse um planeta cuja massa e cujo raio fossem quatro vezes superiores aos da Terra, a aceleração da gravidade seria de:

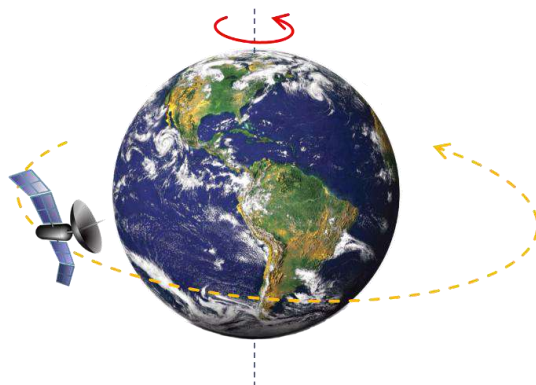
- a) $2,5 \text{ m/s}^2$.
- b) 5 m/s^2 .
- c) 10 m/s^2 .
- d) 20 m/s^2 .
- e) 40 m/s^2 .

Satélites em órbita

Velocidade orbital

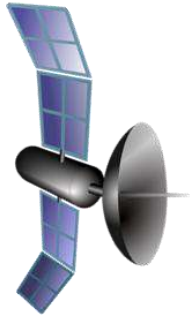


Satélite Geoestacionário

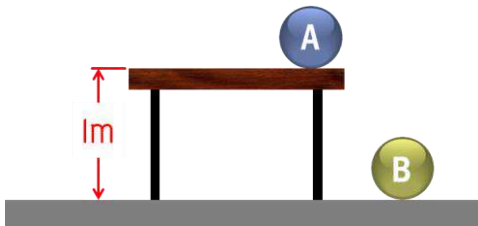


Energia mecânica gravitacional

Energia cinética



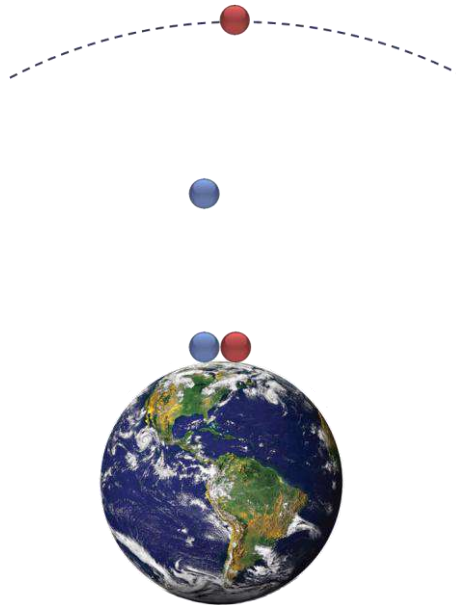
Energia potencial



Energia potencial gravitacional



Velocidade de escape



Exercício 02

(Acafe) Após o lançamento do primeiro satélite artificial Sputnik I pela antiga União Soviética (Rússia) em 1957, muita coisa mudou na exploração espacial. Hoje temos uma Estação Espacial internacional (ISS) que orbita a Terra em uma órbita de raio aproximadamente 400km. A ISS realiza sempre a mesma órbita ao redor da Terra, porém, não passa pelo mesmo ponto fixo na Terra todas as vezes que completa sua trajetória. Isso acontece porque a Terra possui seu movimento de rotação, ou seja, quando a ISS finaliza sua órbita, a Terra girou, posicionando-se em outro local sob a Estação Espacial.

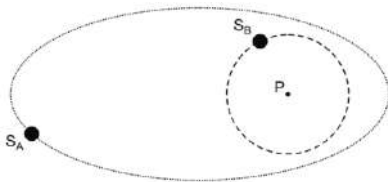
Considere os conhecimentos de gravitação e o exposto acima e assinale a alternativa correta que completa as lacunas das frases a seguir.

A Estação Espacial Internacional _____ como um satélite geoestacionário. Como está em órbita ao redor da Terra pode-se afirmar que a força gravitacional _____ sobre ela.

- a) não se comporta - não age
- b) não se comporta - age
- c) se comporta - não age
- d) se comporta - age

Exercício 03

(Ufpr) Dois satélites, denominados de S_A e S_B , estão orbitando um planeta P . Os dois satélites são esféricos e possuem tamanhos e massas iguais. O satélite S_B possui uma órbita perfeitamente circular e o satélite S_A uma órbita elíptica, conforme mostra a figura abaixo.



Em relação ao movimento desses dois satélites, ao longo de suas respectivas órbitas, considere as seguintes afirmativas:

1. Os módulos da força gravitacional entre o satélite S_A e o planeta P e entre o satélite S_B e o planeta P são constantes.
2. A energia potencial gravitacional entre o satélite S_A e o satélite S_B é variável.
3. A energia cinética e a velocidade angular são constantes para ambos os satélites.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.
- b) Somente a afirmativa 2 é verdadeira.
- c) Somente a afirmativa 3 é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.

Centro de gravidade e centro de massa (parte 01)

Ponto material e corpo extenso



Ponto material

Um corpo dotado de massa que possui dimensões desprezíveis ao ser comparado a um referencial.

Corpo extenso

Um corpo dotado de massa que possui dimensões significativas ao ser comparado a um referencial.

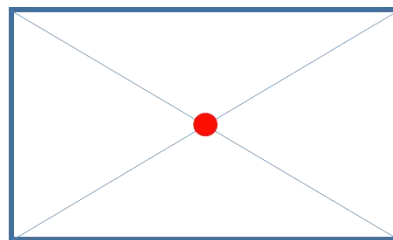
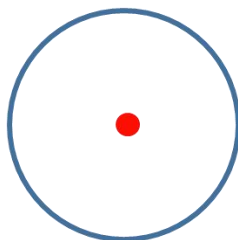
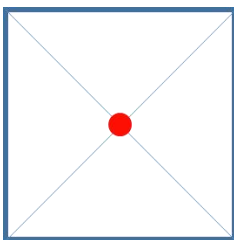
Centro de massa

O centro de massa (CM) é o ponto onde poderíamos imaginar toda a massa concentrada.

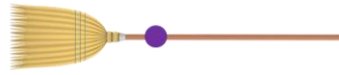


Determinação gráfica do CM

Em corpos regulares o centro de massa coincide com o centro geométrico.

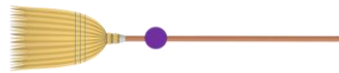


Em corpos irregulares o centro de massa fica mais próximo da região de maior massa.



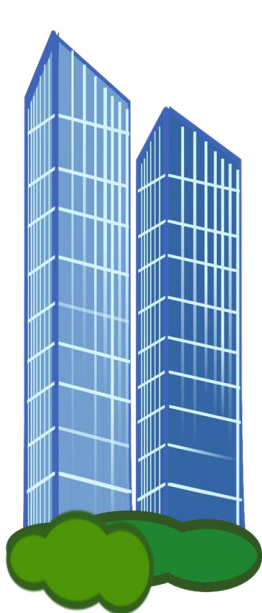
Centro de gravidade

O centro de gravidade (CG) é o ponto onde poderíamos imaginar a aplicação da força peso.



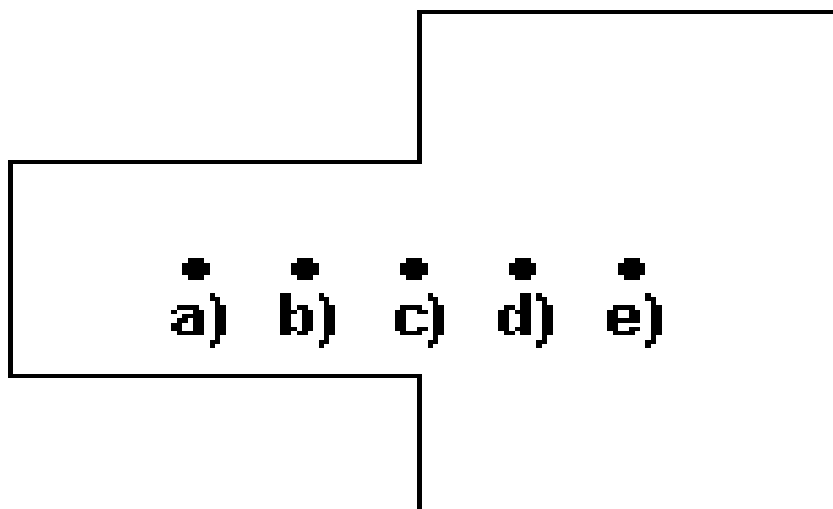
Importante:

Em campos gravitacionais uniformes o CG é coincidente com o CM.



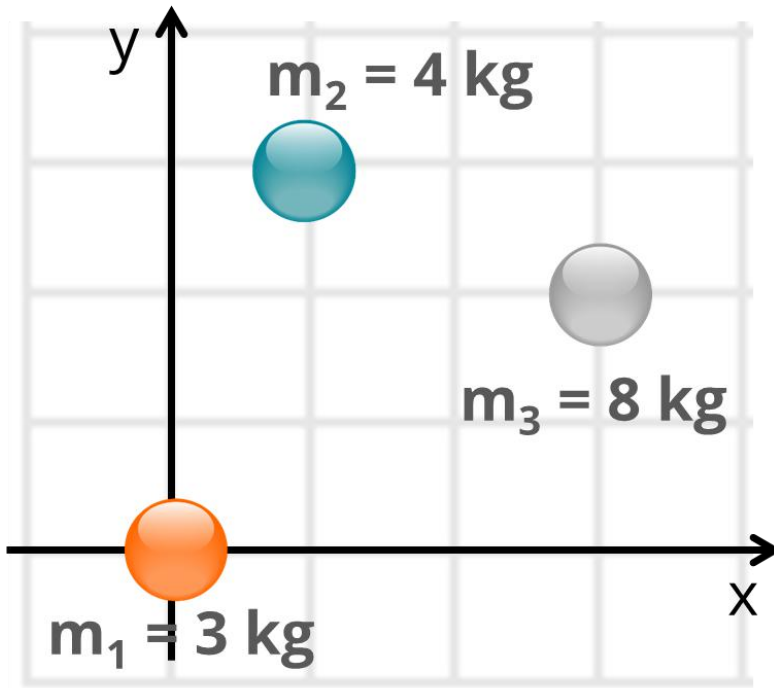
Exercício

(Cesgranrio) O ponto que melhor localiza o centro de massa da placa homogênea da figura é:



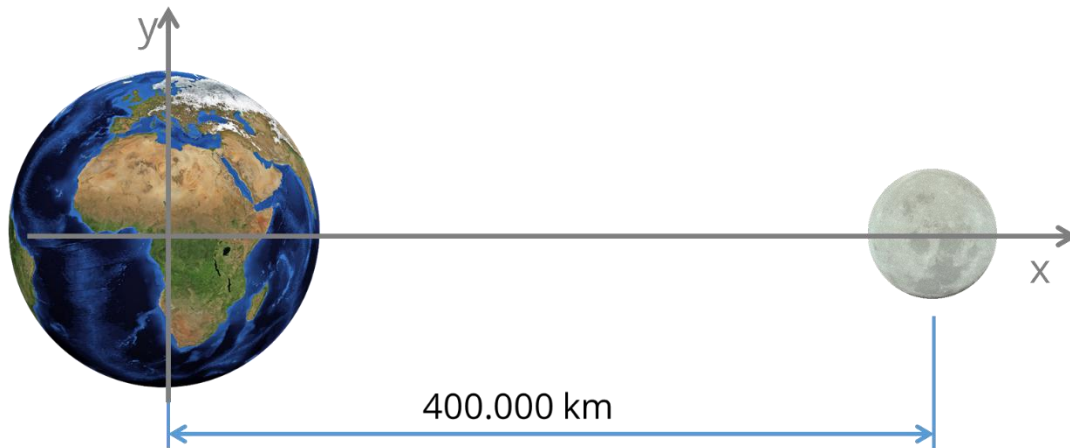
Centro de gravidade e centro de massa (parte 02)

Determinação analítica do CM



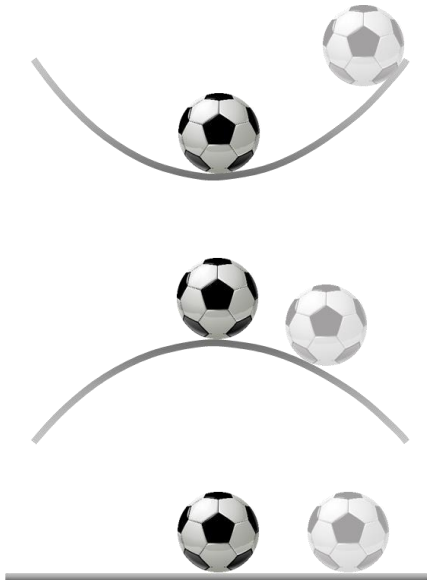
Exercício

Sabendo que a distância entre a Terra e a Lua é de aproximadamente 400.000 km e que a massa da Terra é cerca de 79 vezes a massa da Lua determine a posição do centro de massa do sistema Terra-Lua.



Tipos de equilíbrio

Tipos de equilíbrio



Exercício

Em cada um dos casos a seguir classifique o equilíbrio em estável, instável ou indiferente:











Equilíbrio de um ponto material (parte 01)



Equilíbrio de um ponto material



Exercício

(Fuvest) Um móbile pendurado no teto tem três elefantezinhos presos um ao outro por fios, como mostra a figura. As massas dos elefantes de cima, do meio e de baixo são, respectivamente, 20g, 30g e 70g. Os valores de tensão, em newtons, nos fios superior, médio e inferior são, respectivamente, iguais a

Note e adote:

Desconsidere as massas dos fios.

Aceleração da gravidade 10 m/s^2 .

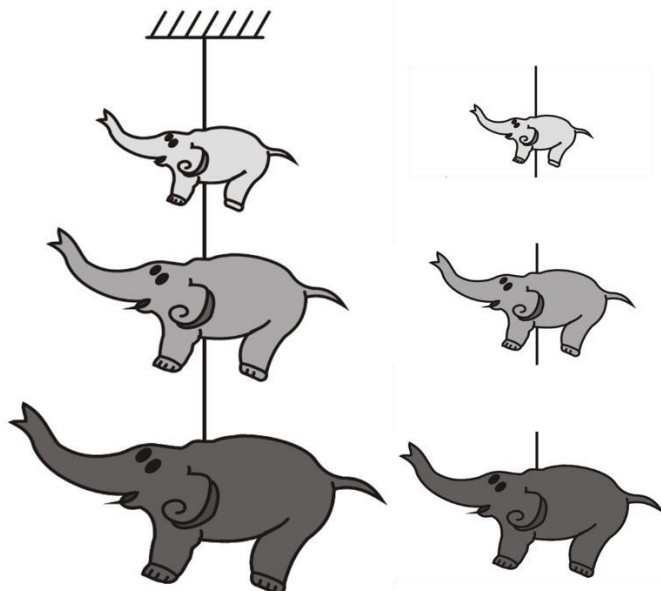
a) 1,2; 1,0; 0,7.

b) 1,2; 0,5; 0,2.

c) 0,7; 0,3; 0,2.

d) 0,2; 0,5; 1,2.

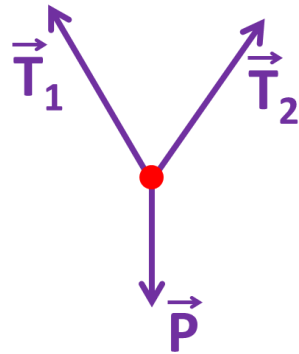
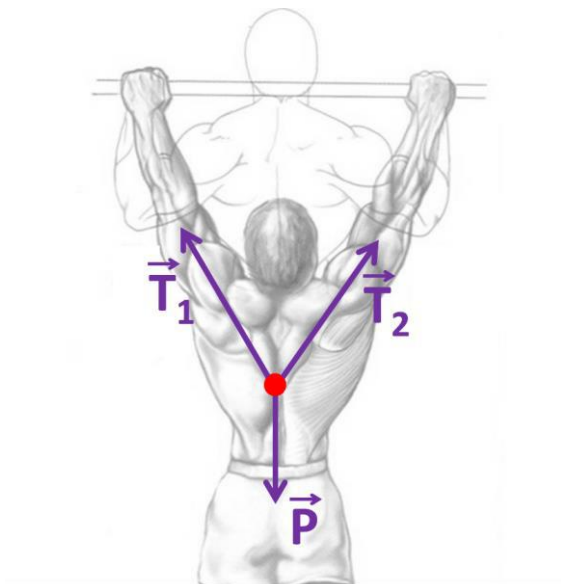
e) 0,2; 0,3; 0,7.



Equilíbrio de um ponto material (parte 02)

Equilíbrio de um ponto material

Teorema de Lamy (somente para 3 forças)

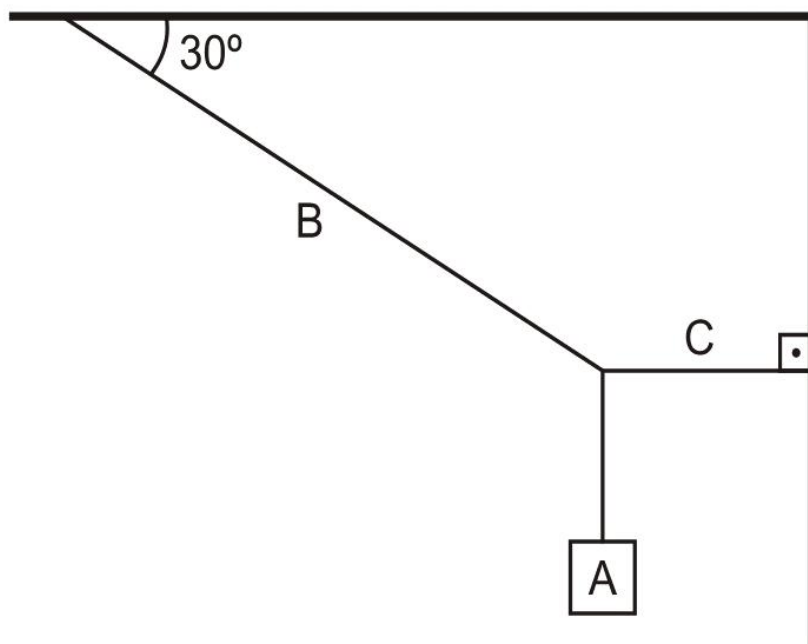


Exercício

(Ifsul) Uma caixa A, de peso igual a 300 N, é suspensa por duas cordas B e C conforme a figura abaixo.

O valor da tração na corda B é igual a:

- a) 150,0 N.
- b) 259,8 N.
- c) 346,4 N.
- d) 600,0 N.



Equilíbrio de um ponto material (parte 03)

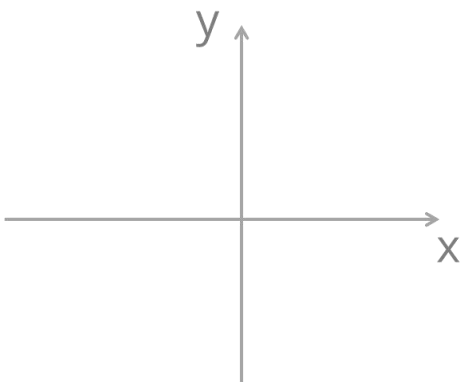
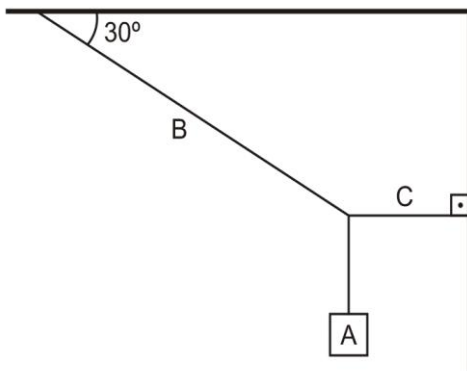
Equilíbrio de um ponto material

Decomposição de forças

(Ifsul) Uma caixa A, de peso igual a 300 N, é suspensa por duas cordas B e C conforme a figura abaixo.

O valor da tração na corda B é igual a:

- a) 150,0 N.
- b) 259,8 N.
- c) 346,4 N.
- d) 600,0 N.

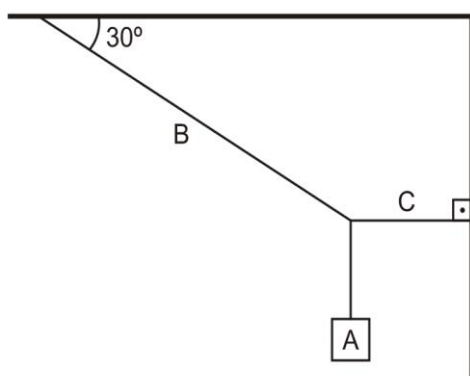


Método do polígono

(Ifsul) Uma caixa A, de peso igual a 300 N, é suspensa por duas cordas B e C conforme a figura abaixo.

O valor da tração na corda B é igual a:

- a) 150,0 N.
- b) 259,8 N.
- c) 346,4 N.
- d) 600,0 N.



Tipos de alavanca

1) Interpotente

O local de aplicação da potência (força) fica entre o ponto fixo e a resistência.



2) Interfixa

O ponto fixo fica entre o local de aplicação da potência (força) e a resistência.



3) Inter-resistente

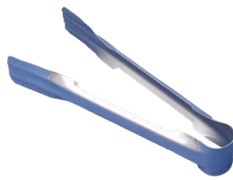
A resistência fica entre o local de aplicação da potência (força) e o ponto fixo.

Exercício

Em cada um dos casos a seguir classifique o tipo de alavanca.





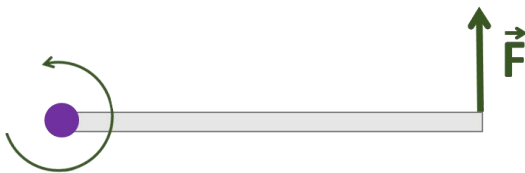
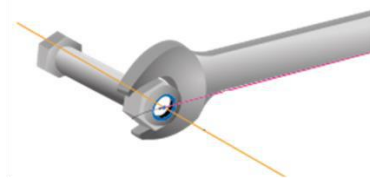






Momento de uma força

Momento de uma força



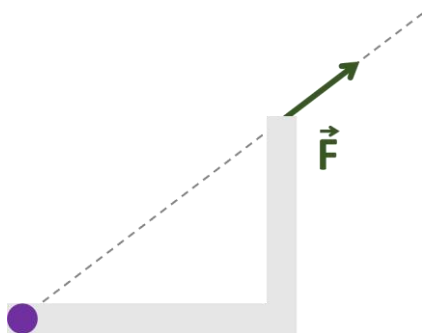
A força F realiza momento sobre o ponto fixo. aplicação da potência (força) e o ponto fixo.



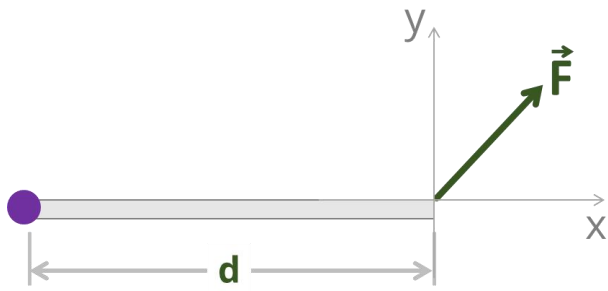
A força F realiza não momento sobre o ponto fixo. aplicação da potência (força) e o ponto fixo.



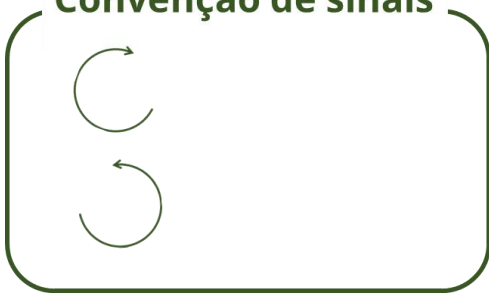
A força F realiza não momento sobre o ponto fixo. aplicação da potência (força) e o ponto fixo.



A força F realiza não momento sobre o ponto fixo. aplicação da potência (força) e o ponto fixo.



Convenção de sinais

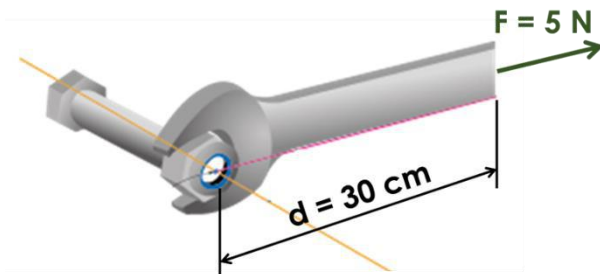


Momento é uma grandeza vetorial.

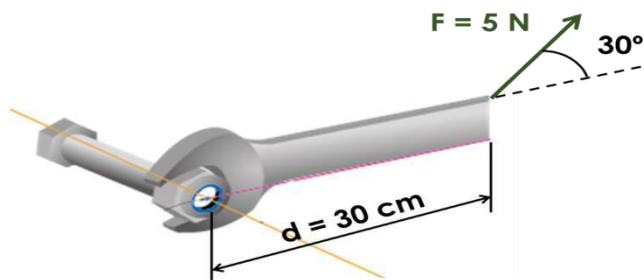
Exercício

Em cada um dos casos a seguir calcule o momento da força aplicada na chave de boca.

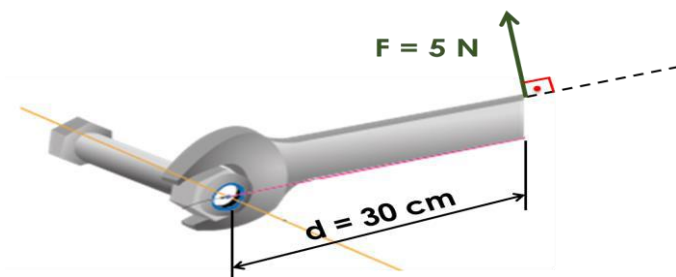
a)



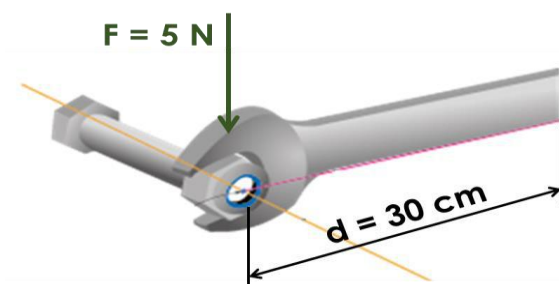
b)



c)

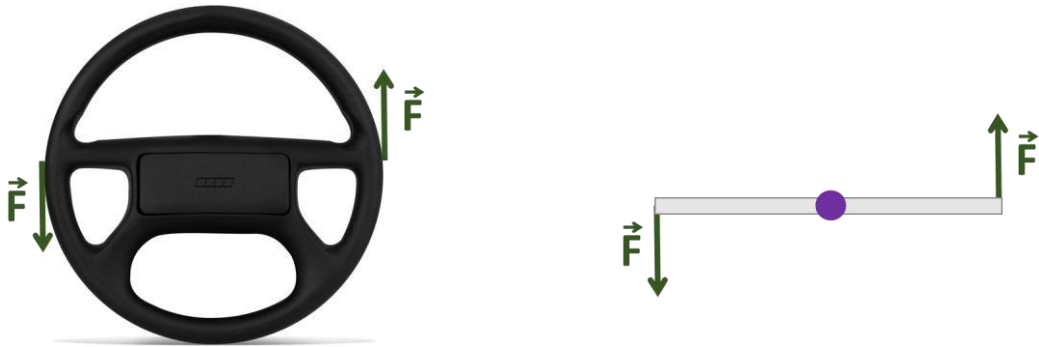


d)



Momento Binário

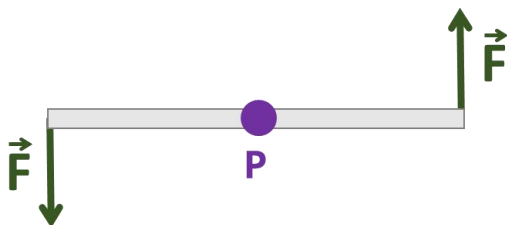
Momento Binário



Exercício

Sabendo que as forças aplicadas na barra possuem módulo igual a 10 N cada e que o comprimento da barra é igual a 2 m, calcule o momento resultante em relação ao ponto P.

a) ponto P no meio da barra



b) ponto P na extremidade esquerda da barra



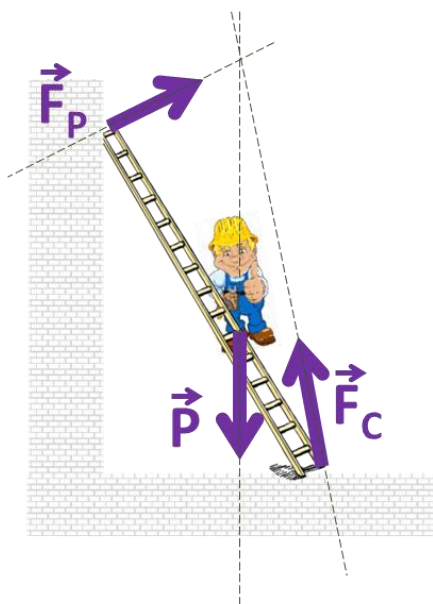
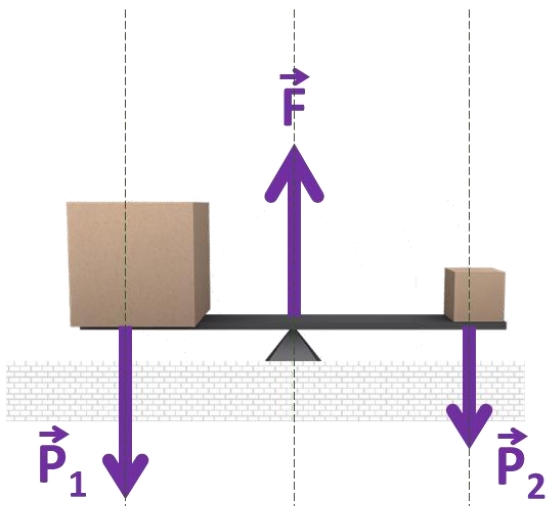
c) ponto P na extremidade direita da barra





Equilíbrio de um corpo extenso (parte 01)

Equilíbrio de um corpo extenso

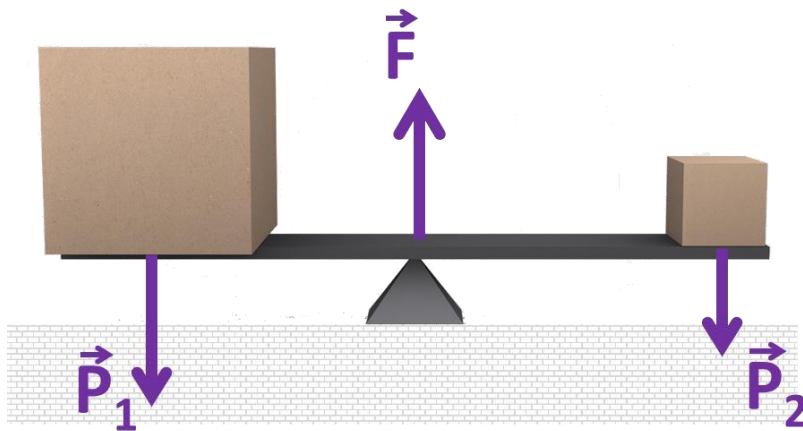


Se um corpo extenso está em equilíbrio devido à ação de apenas três forças, as mesmas deverão ser obrigatoriamente paralelas ou concorrentes.



Equilíbrio de um corpo extenso (parte 02)

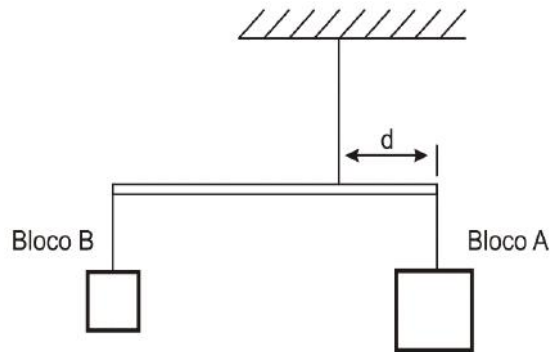
Equilíbrio de um corpo extenso



Exercício

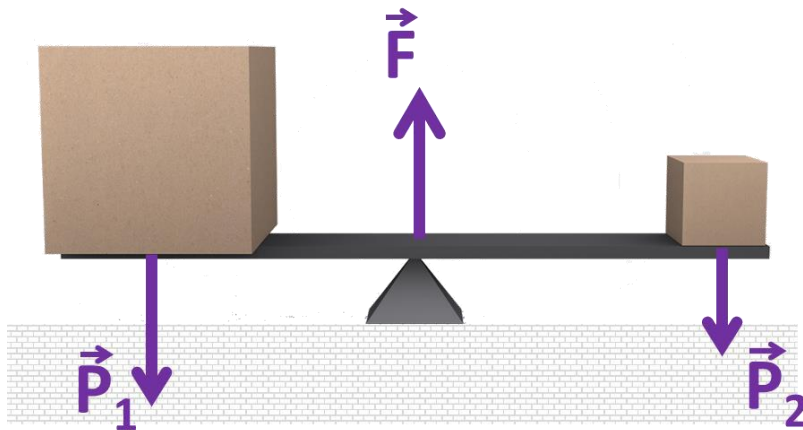
(Upf) Uma barra metálica homogênea, de 2 m de comprimento e 10 N de peso, está presa por um cabo resistente. A barra mantém dois blocos em equilíbrio, conforme mostra a figura abaixo. Sendo $d = 0,5$ m e o peso do bloco A, $P_A = 100$ N, é correto afirmar que o peso do bloco B, em N, é:

- a) 45
- b) 30
- c) 60
- d) 6
- e) 55



Equilíbrio de um corpo extenso (parte 03)

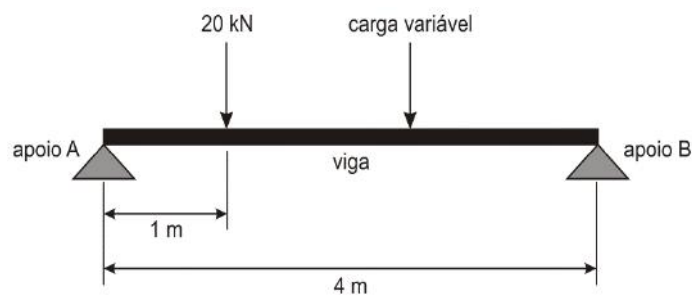
Equilíbrio de um corpo extenso

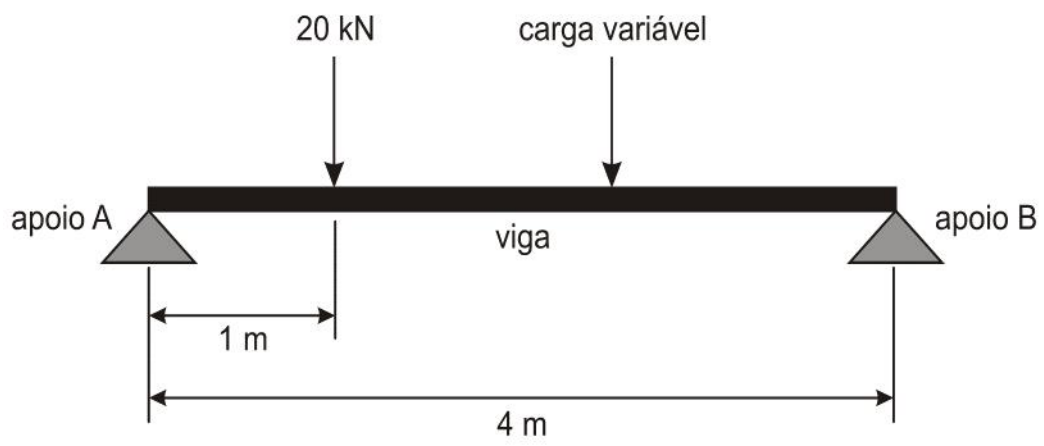


Desafio

(Ime) A figura mostra uma viga em equilíbrio. Essa viga mede 4 m e seu peso é desprezível. Sobre ela, há duas cargas concentradas, sendo uma fixa e outra variável. A carga fixa de 20 kN está posicionada a 1 m do apoio A enquanto a carga variável só pode se posicionar entre a carga fixa e o apoio B. Para que as reações verticais (de baixo para cima) dos apoios A e B sejam iguais a 25 kN e 35 kN respectivamente, a posição da carga variável, em relação ao apoio B e o seu módulo devem ser:

- a) 1,0 m e 50 kN
- b) 1,0 m e 40 kN
- c) 1,5 m e 40 kN
- d) 1,5 m e 50 kN



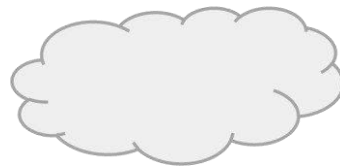




Massa específica e densidade

Hidrostatica

É a parte da física que estuda os fluidos em repouso.



Massa específica (μ)

É a razão entre a massa e o volume de uma substância.

$$\mu = \frac{m}{V}$$



Densidade (d)

É a razão entre a massa e o volume de um corpo (objeto).

$$d = \frac{m}{V}$$



Conversão de unidades

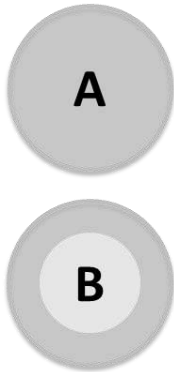
Massa

Volume

Densidade ou massa específica

Exercício 01

Duas esferas de alumínio A (maciça) e B (oca) possuem volumes iguais a 100 cm^3 cada. Sabendo que a massa da esfera A é 270 g e a massa da esfera B é 200 g calcule as respectivas densidades e compare os resultados com a massa específica do alumínio ($\mu = 2,7 \text{ g/cm}^3$).



Exercício 02

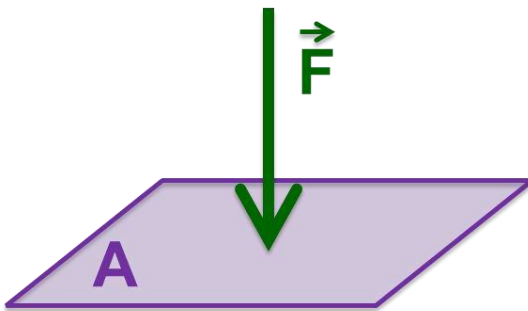
No laboratório de uma fábrica de perfumes, as essências são armazenadas em frascos que possuem o mesmo volume. Em um recipiente, são misturados seis frascos com essência de densidade 5 g/cm^3 e quatro frascos com essência de densidade $2,5 \text{ g/cm}^3$. A densidade da mistura homogênea, em g/cm^3 é igual a:

- a) 2,0
- b) 2,5
- c) 3,0
- d) 3,5
- e) 4,0



Pressão

Pressão



$$p = \frac{F}{A}$$



Exercício

(Ufsc) Símbolo de beleza e elegância, os sapatos de salto alto são usados e desejados por mulheres de todas as idades. Todavia, o seu uso excessivo pode trazer sérios riscos à saúde, associados a alterações de variáveis físicas importantes para o caminhar, como lesões, lordose (curvatura acentuada da coluna para dentro) e deformidades nos pés, por exemplo. Na figura abaixo, são apresentados dois modelos (A e B) bastante comuns de sapatos de salto alto, ambos número 34.

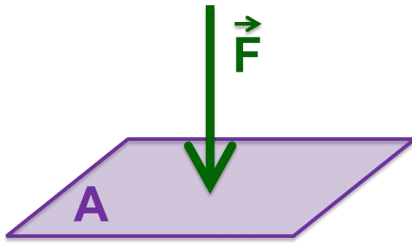


Assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

- 01) O sapato A permite maior estabilidade no caminhar que o sapato B.
- 02) Com o uso do sapato de salto alto, o centro de gravidade do corpo é deslocado para a frente em relação a sua posição normal (sem o sapato de salto).
- 04) O sapato B permite uma distribuição mais homogênea do peso do corpo, nas partes da frente e de trás do pé, que o sapato A.
- 08) Caminhar com sapato de salto alto pode ser comparado a caminhar descendo um plano inclinado.
- 16) A pressão sobre o solo em uma caminhada com o sapato A é maior que com o sapato B, para uma mesma pessoa.

Pressão atmosférica

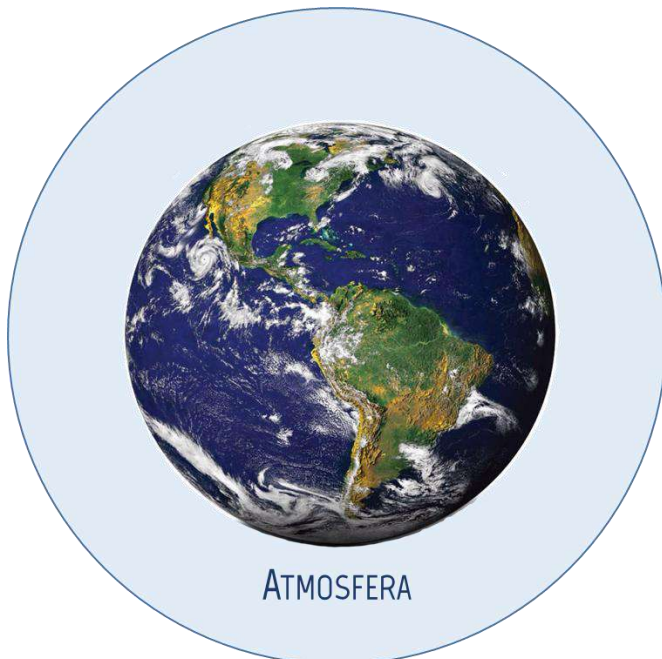
Pressão



$$p = \frac{F}{A}$$

Pressão atmosférica

É a pressão devido à força que a atmosfera exerce sobre a superfície da terra.



Pressão atmosférica x altitude

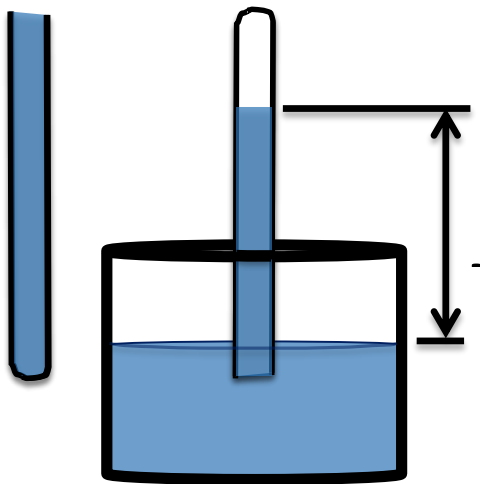


Pressão atmosférica e o cotidiano



Um fluido sempre se desloca da região de maior pressão para a região de menor pressão.

Medição da pressão atmosférica (Barômetro)



Torricelli: 760 mmHg
Pascal: 10 m de água

$$1.10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 10 \text{ mca}$$

Exercício

(Ufsc) Assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S):

01) Usando um canudinho, seria muito mais fácil tomar um refrigerante na Lua do que na Terra, porque a força de atração gravitacional na Lua é menor.

02) É possível a medida aproximada da altitude pela variação da pressão atmosférica.

04) Uma pessoa explodiria se fosse retirada da atmosfera terrestre para o vácuo. A pressão interna do corpo seria muito maior do que a pressão externa (nula, no vácuo) e "empurraria" as moléculas para fora do corpo. Este é um dos motivos pelos quais os astronautas usam roupas especiais para missões fora do ambiente pressurizado de suas naves.

08) Para repetir a experiência realizada por Evangelista Torricelli, comparando a pressão atmosférica com a pressão exercida por uma coluna de mercúrio, é necessário conhecer o diâmetro do tubo, pois a pressão exercida por uma coluna líquida depende do seu volume.

16) Vários fabricantes, para facilitar a retirada da tampa dos copos de requeijão e de outros produtos, introduziram um furo no seu centro, selado com plástico. Isso facilita tirar a tampa porque, ao retirar o selo, permitimos que o ar penetre no copo e a pressão atmosférica atue, também, de dentro para fora.

32) Quando se introduz a agulha de uma seringa numa veia do braço, para se retirar sangue, este passa da veia para a seringa devido à diferença de pressão entre o sangue na veia e o interior da seringa.

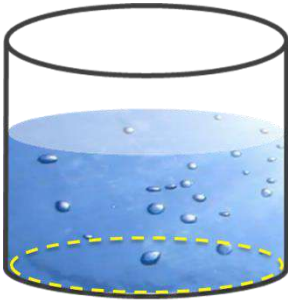
64) Sendo correta a informação de que São Joaquim se situa a uma altitude de 1353 m e que Itajaí está ao nível do mar (altitude = 1 m), podemos concluir que a pressão atmosférica é maior em São Joaquim, já que ela aumenta com a altitude.



Pressão nos líquidos

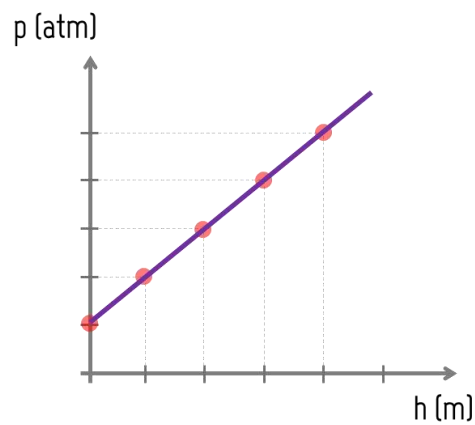
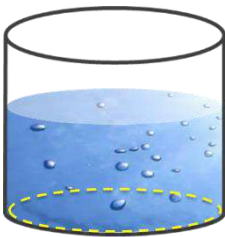
Pressão Hidrostática

É a pressão exercida por uma coluna de líquido.



Pressão Absoluta

É a pressão total exercida em um ponto do líquido. 10



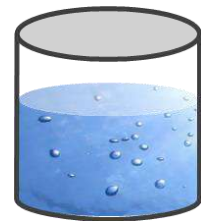
p (atm)	h (m)
	0
	10
	20
	30
	40

Pressão na superfície do líquido (p_0)

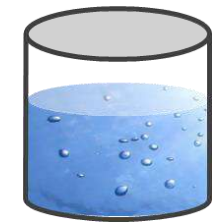
Recipiente aberto



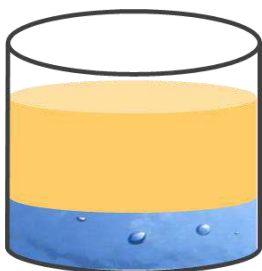
Recipiente fechado e com vácuo



Recipiente fechado contendo um gás

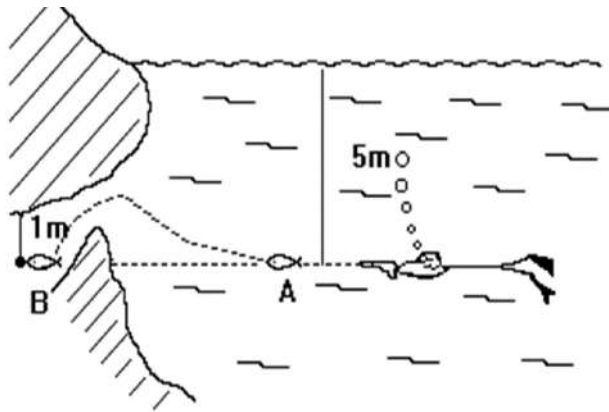


Pressão absoluta em vários líquidos não miscíveis



Exercício

(Unicamp) Um mergulhador persegue um peixe a 5,0 m abaixo da superfície de um lago. O peixe foge da posição A e se esconde em uma gruta na posição B, conforme mostra a figura a seguir. A pressão atmosférica na superfície da água é igual a $p_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.



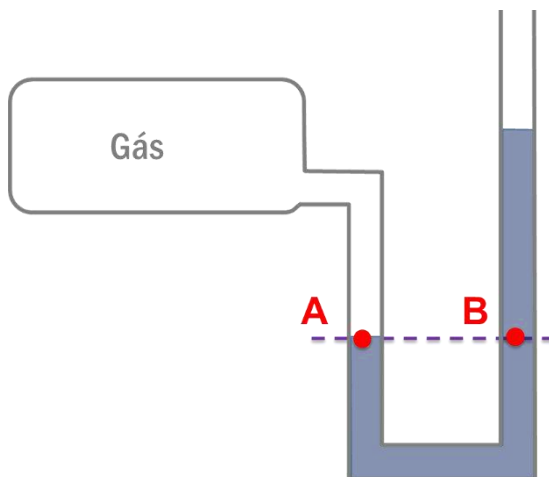
a) Qual a pressão sobre o mergulhador?

b) Qual a variação de pressão sobre o peixe nas posições A e B?



Teorema de Stevin

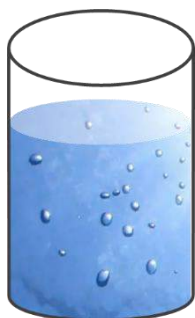
Manômetros



Exercício 01

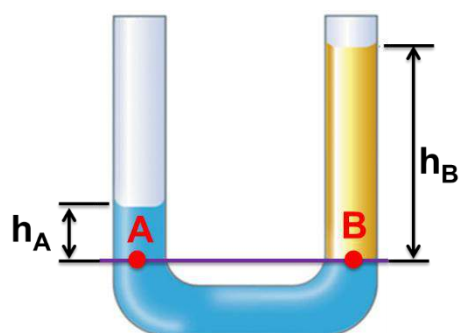
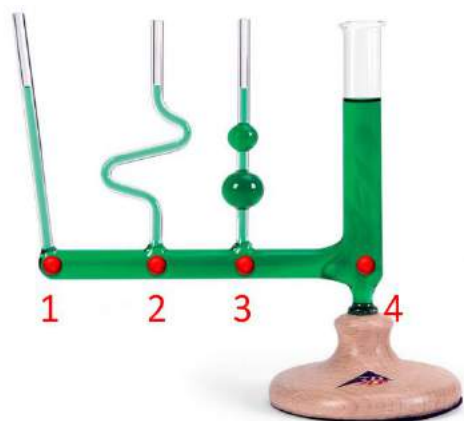
(Unesp) Uma pessoa, com o objetivo de medir a pressão interna de um botijão de gás contendo butano, conecta à válvula do botijão um manômetro em forma de U, contendo mercúrio. Ao abrir o registro R, a pressão do gás provoca um desnível de mercúrio no tubo, como ilustrado na figura. Considere a pressão atmosférica dada por 10^5 Pa, o desnível $h = 104$ cm de Hg e a seção do tubo 2 cm^2 . Adotando a massa específica do mercúrio igual a $13,6 \text{ g/cm}^3$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule a pressão do gás, em pascal.

Teorema de Stevin



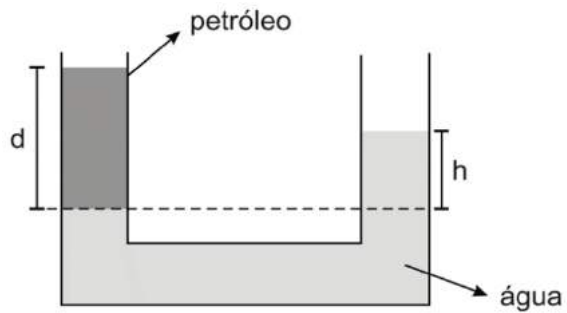
A diferença de pressão entre dois pontos de um fluido em equilíbrio é diretamente proporcional à diferença de profundidade entre eles.

Vasos comunicantes



Exercício 02

(Upe) A aparelhagem mostrada na figura abaixo é utilizada para calcular a densidade do petróleo. Ela é composta de um tubo em forma de U com água e petróleo. Dados: $\mu_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$, $h = 4 \text{ cm}$ e $d = 5 \text{ cm}$.



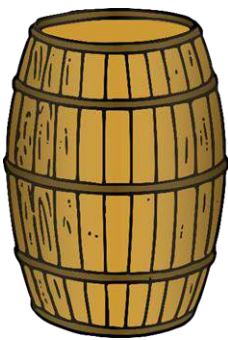
Pode-se afirmar que o valor da densidade do petróleo, em kg/m^3 , vale.

- a) 400
- b) 800
- c) 600
- d) 1200
- e) 300

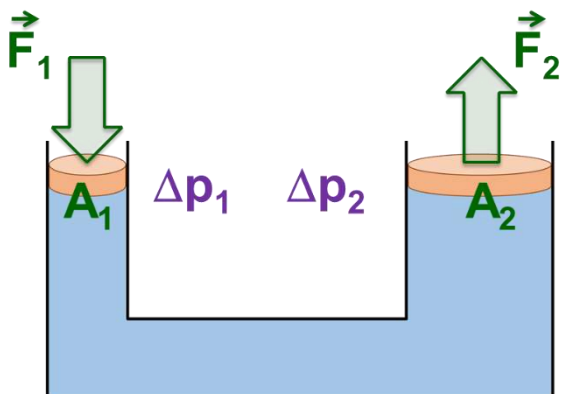


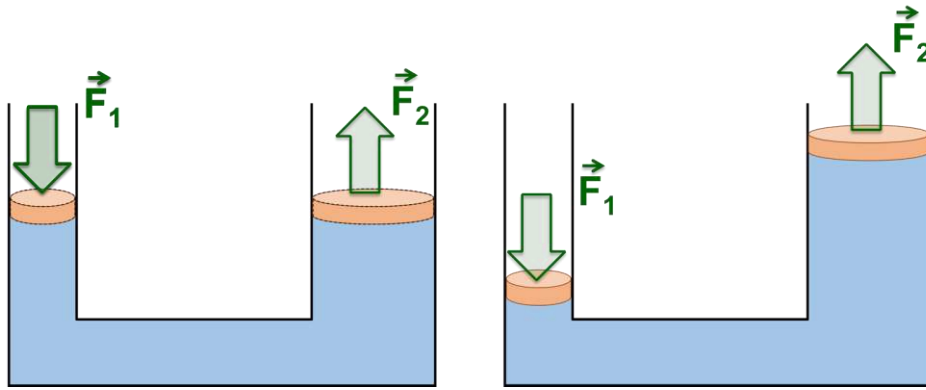
Princípio de Pascal

Princípio de Pascal



O aumento da pressão (Δp) gerado em um fluido incompressível se transmite integralmente a todos os pontos do líquido e às paredes do recipiente.

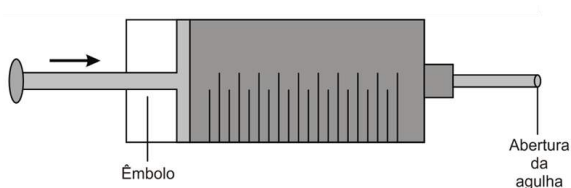




A prensa hidráulica multiplica força, mas não multiplica energia (trabalho).

Exercício 01

(Ufsm) Um certo medicamento, tratado como fluido ideal, precisa ser injetado em um paciente, empregando-se, para tanto, uma seringa.

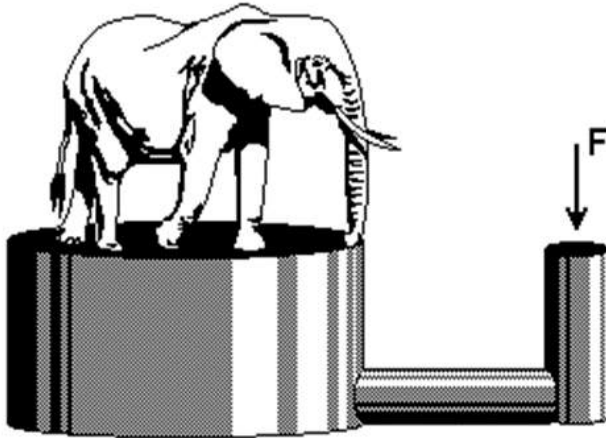


Considere que a área do êmbolo seja 400 vezes maior que a área da abertura da agulha e despreze qualquer forma de atrito. Um acréscimo de pressão igual a ΔP sobre o êmbolo corresponde a qual acréscimo na pressão do medicamento na abertura da agulha?

- a) ΔP
- b) $200 \cdot \Delta P$
- c) $\Delta P/200$
- d) $400 \cdot \Delta P$
- e) $\Delta P/400$

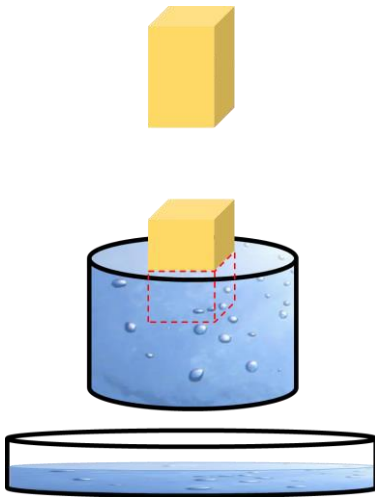
Exercício 02

[Uerj] Um adestrador quer saber o peso de um elefante. Utilizando uma prensa hidráulica, consegue equilibrar o elefante sobre um pistão de 2000cm^2 de área, exercendo uma força vertical F equivalente a 200N , de cima para baixo, sobre o outro pistão da prensa, cuja área é igual a 25cm^2 . Calcule o peso do elefante.



Empuxo - Princípio de Arquimedes

Princípio de Arquimedes



O Empuxo é uma força vertical e ascendente com módulo igual ao peso do fluido deslocado.

Corpos submersos



Corpos flutuando



Exercício 01

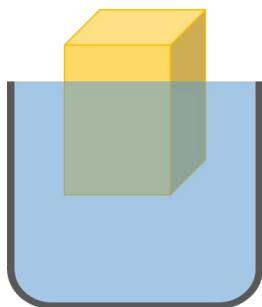
(Pucpr) A mina naval, ou mina submarina, é um artefato explosivo, em geral, estacionário, que é ativado ao toque de uma pessoa, veículo ou embarcação. Geralmente, em forma esférica ou ovalada, as minas contêm ar suficiente em seu interior para flutuar. Um cabo ancorado no leito do mar mantém a mina submersa até a profundidade desejada. Considere uma mina submarina esférica de volume 4 m^3 e massa 300 kg . A mina fica ancorada verticalmente por meio de um cabo de massa desprezível.

Determine a intensidade da força de tração aplicada pelo cabo à mina. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e a densidade absoluta da água como 1000 kg/m^3 :

- a) 32 kN
- b) 35 kN
- c) 37 kN
- d) 40 kN
- e) 43 kN

Exercício 02

(Uema) Um bloco de massa específica 800 kg/m^3 flutua em um fluido de massa específica 1200 kg/m^3 ficando parte de seu volume submerso. O bloco tem uma altura $H = 6 \text{ cm}$. Qual a altura h da parte submersa do bloco?



Hidrodinâmica - Vazão e equação da continuidade

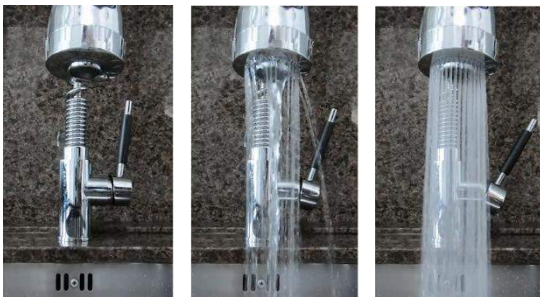
Hidrodinâmica

É a parte da física na qual estudamos os fluidos em movimento.

Líquido ideal

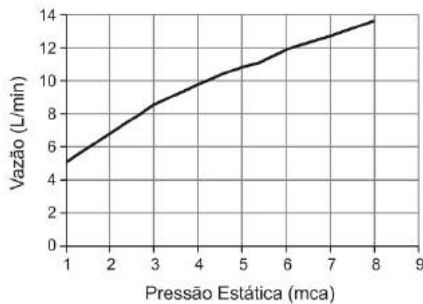
Um líquido ideal é incompressível, não viscoso e flui em um escoamento estacionário.

Vazão (ϕ ou Z)



Exercício 01

(Enem) Uma pessoa, lendo o manual de uma ducha que acabou de adquirir para a sua casa, observa o gráfico, que relaciona a vazão na ducha com a pressão, medida em metros de coluna de água (mca).

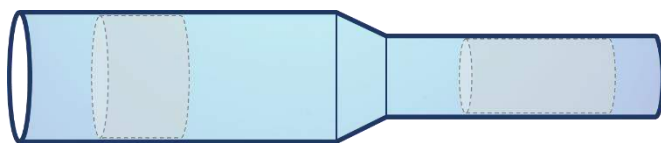


Nessa casa residem quatro pessoas. Cada uma delas toma um banho por dia, com duração média de 8 minutos, permanecendo o registro aberto com vazão máxima durante esse tempo. A ducha é instalada em um ponto seis metros abaixo do nível da lâmina de água, que se mantém constante dentro do reservatório.

Ao final de 30 dias, esses banhos consumirão um volume de água, em litros, igual a

- a) 69.120.
- b) 17.280.
- c) 11.520.
- d) 8.640.
- e) 2.880.

Equação da continuidade



Exercício 02

A figura representa uma caixa de água ligada a duas torneiras T_1 e T_2 . A superfície livre da água na caixa tem área $A = 0,8 \text{ m}^2$ e as vazões nas torneiras 5 l/min e 3 l/min , respectivamente.

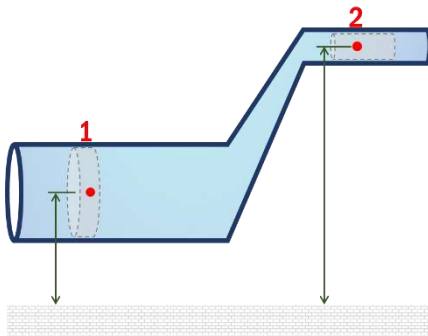


Pode-se afirmar que o módulo da velocidade V , com que a superfície da água desce, vale:

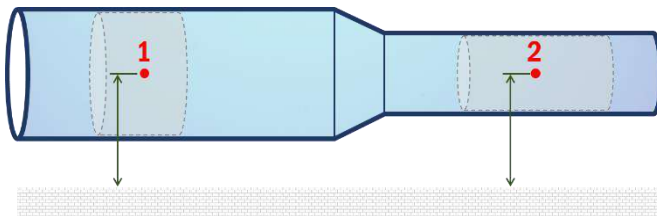
- a) 8 cm/min
- b) 5 cm/min
- c) 4 cm/min
- d) 2 cm/min
- e) 1 cm/min

Hidrodinâmica - Equação de Bernoulli

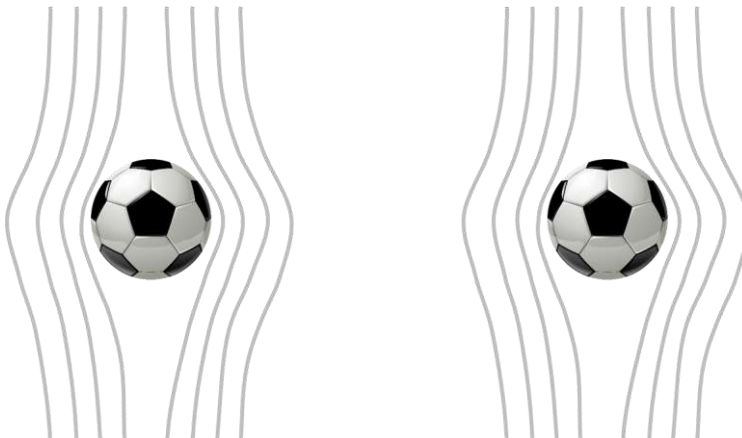
Equação de Bernoulli



Caso especial



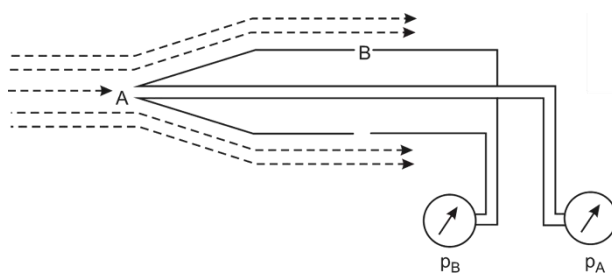
Efeito Magnus



Exercício 01

(Ufba) A tragédia de um voo entre o Rio de Janeiro e Paris pôs em evidência um dispositivo, baseado na equação de Bernoulli, que é utilizado para medir a velocidade de um fluido, o chamado tubo de Pitot. Esse dispositivo permite medir a velocidade da aeronave com relação ao ar. Um diagrama é mostrado na figura. No dispositivo, manômetros são usados para medir as pressões p_A e p_B nas aberturas A e B, respectivamente.

Considere um avião voando em uma região onde a densidade do ar é igual a $0,60 \text{ kg/m}^3$ e os manômetros indicam p_A e p_B iguais a $63630,0 \text{ N/m}^2$ e a $60000,0 \text{ N/m}^2$, respectivamente.

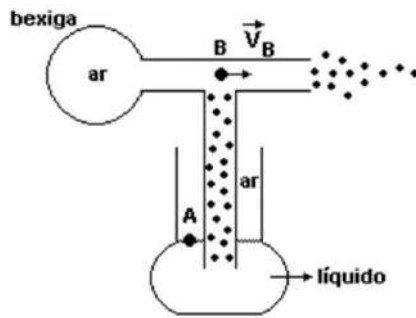


Aplique a equação de Bernoulli nessa situação e determine a velocidade do avião com relação ao ar.

Exercício 02

(Ufsm) Vaporizadores semelhantes ao da figura são usados em nebulização. Ao pressionar a bexiga do vaporizador, o ar no seu interior é projetado com velocidade de módulo $V_B > 0$, enquanto o líquido permanece em repouso em A.

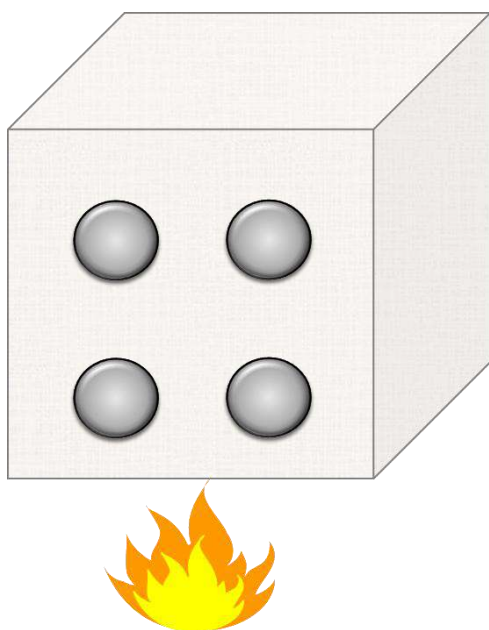
A relação entre as pressões em A e B é:



- a) $P_A = P_B$
- b) $P_A + P_B = 0$
- c) $P_A > P_B$
- d) $P_A < P_B$
- e) $P_A = P_B + 1 \text{ atmosfera}$

Fundamentos

Temperatura

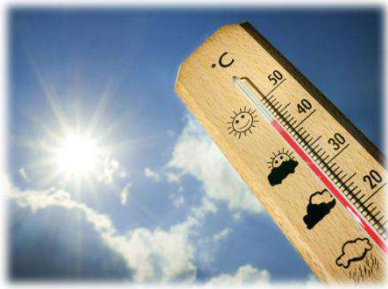


É uma medida indireta do grau de VIBRAÇÃO dos átomos e moléculas de um corpo.

Zero absoluto

É o menor estado de agitação da matéria.

Termômetros



Calor



É energia térmica em TRÂNSITO devido a uma DIFERENÇA DE TEMPERATURA.

O calor sempre flui espontaneamente da região de MAIOR temperatura para a região de MENOR temperatura.

Equilíbrio Térmico



Dois ou mais corpos estão em equilíbrio térmico quando suas temperaturas são IGUAIS.

Exercício 01

(Enem) É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta.

No contexto científico, é correto o significado de “calor” usado nessas expressões?

- a) Sim, pois o calor de um corpo depende de sua temperatura.
- b) Sim, pois calor é sinônimo de alta temperatura.
- c) Não, pois calor é energia térmica em trânsito.
- d) Não, pois calor é a quantidade de energia térmica contida em um corpo.
- e) Não, pois o calor é diretamente proporcional à temperatura, mas são conceitos diferentes.

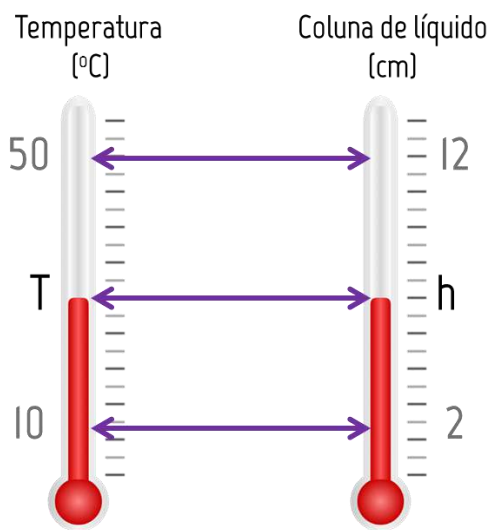
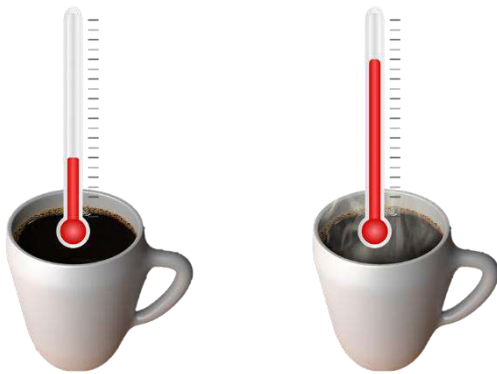
Exercício 02

(Ifmg) No senso comum, as grandezas físicas calor e temperatura geralmente são interpretadas de forma equivocada. Diante disso, a linguagem científica está corretamente empregada em:

- a) “Hoje, o dia está fazendo calor”.
- b) “O calor está fluindo do fogo para a panela”.
- c) “A temperatura está alta, por isso estou com muito calor”.
- d) “O gelo está transmitindo temperatura para água no copo”.

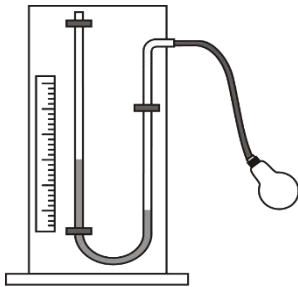
Escalas termométricas - Parte 01

Escalas termométricas



Exercício 01

(Unesp) Um termoscópio é um dispositivo experimental, como o mostrado na figura, capaz de indicar a temperatura a partir da variação da altura da coluna de um líquido que existe dentro dele. Um aluno verificou que, quando a temperatura na qual o termoscópio estava submetido era de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, ele indicava uma altura de 5 mm . Percebeu ainda que, quando a altura havia aumentado para 25 mm , a temperatura era de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

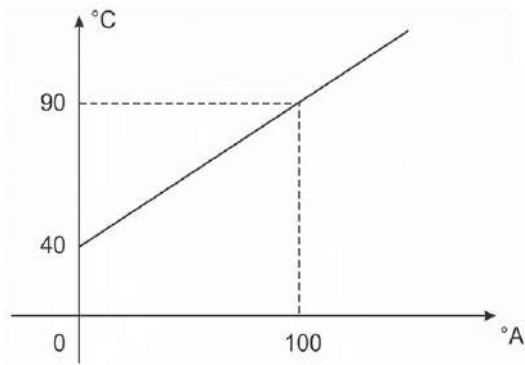


Quando a temperatura for de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, a altura da coluna de líquido, em mm, será de

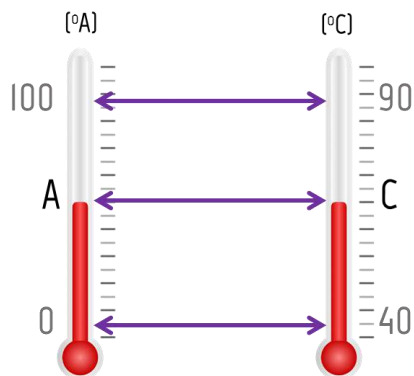
- a) 25.
- b) 30.
- c) 35.
- d) 40.
- e) 45.

Exercício 02

[Ulbra] Antônio, um estudante de Física, deseja relacionar a escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$) com a escala de seu nome ($^{\circ}\text{A}$). Para isso, ele faz leituras de duas temperaturas com termômetros graduados em $^{\circ}\text{C}$ e em $^{\circ}\text{A}$ assim, ele monta o gráfico abaixo. Qual a relação termométrica entre a temperatura da escala Antônio e da escala Celsius?



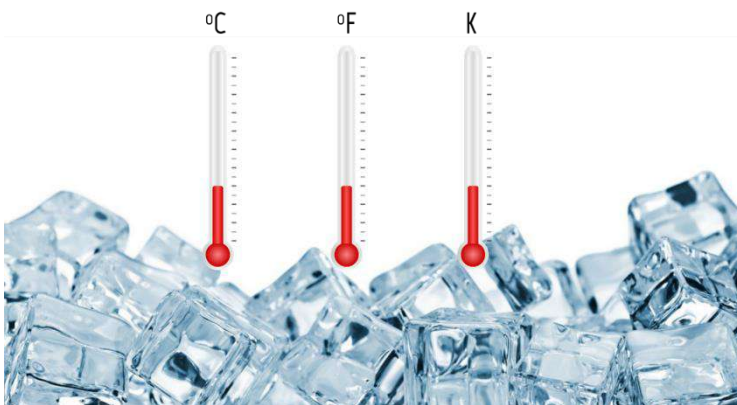
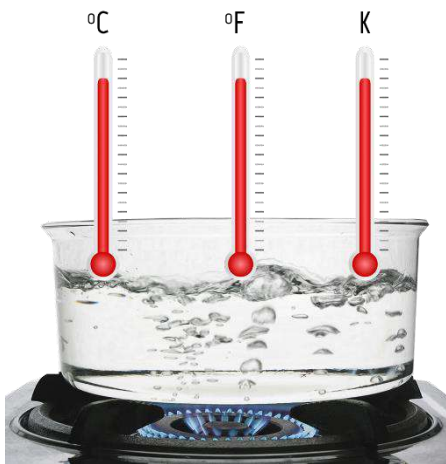
- a) $A = C + 40$
- b) $A = C/2 - 100$
- c) $A = 2C - 80$
- d) $A = C/4 + 90$
- e) $A = 10C/9 - 40$

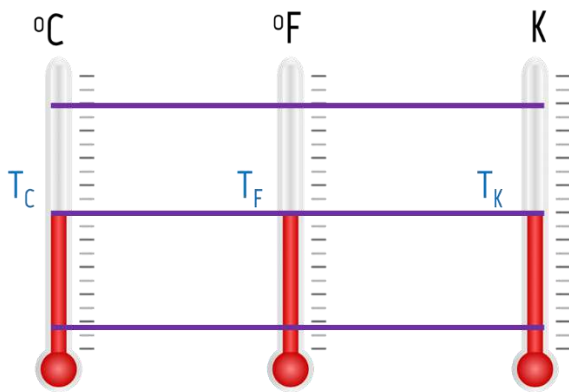
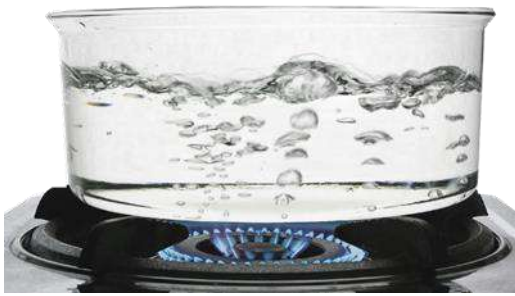




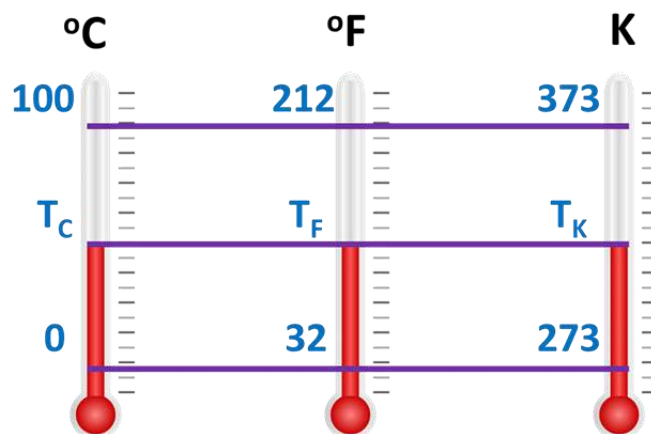
Escalas termométricas - Parte 02

Escalas termométricas





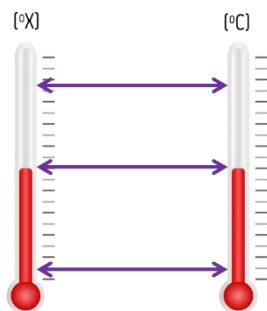
Escalas termométricas (Comparar T)



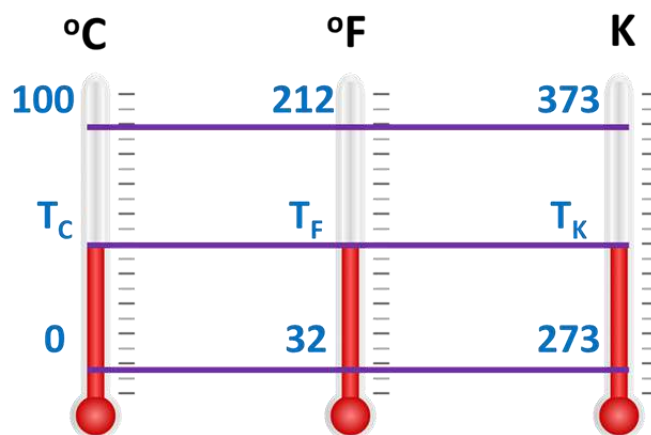
Exercício 01

[Pucrj] Temperaturas podem ser medidas em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) ou Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Elas têm uma proporção linear entre si. Temos: $32^{\circ}\text{F} = 0^{\circ}\text{C}$; $20^{\circ}\text{C} = 68^{\circ}\text{F}$. Qual a temperatura em que ambos os valores são iguais?

- a) 40
- b) -20
- c) 100
- d) -40
- e) 0



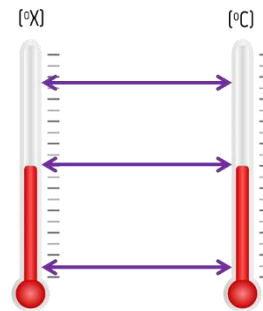
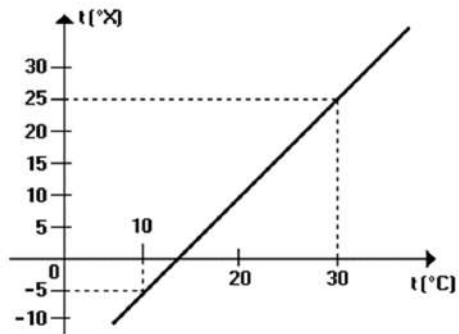
Escalas termométricas (Comparar ΔT)



Exercício 02

(Uel) O gráfico representa a relação entre a temperatura medida numa escala X e a mesma temperatura medida na escala Celsius.

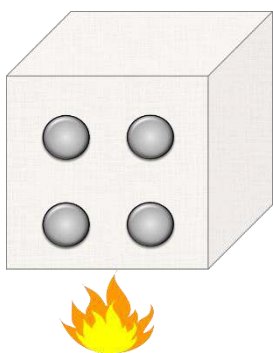
Pelo gráfico, pode-se concluir que o intervalo de temperatura de $1,0^{\circ}\text{C}$ é equivalente a:



- a) $0,50^{\circ}\text{X}$
- b) $0,80^{\circ}\text{X}$
- c) $1,0^{\circ}\text{X}$
- d) $1,5^{\circ}\text{X}$
- e) $2,0^{\circ}\text{X}$

Dilatação Linear

Dilatação



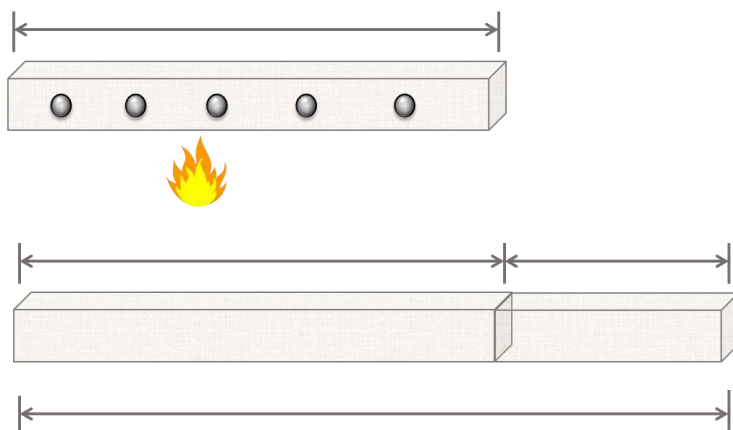
Fatores que influenciam na dilatação

- Tamanho inicial
- Material
- Variação de temperatura

Tipos de dilatação

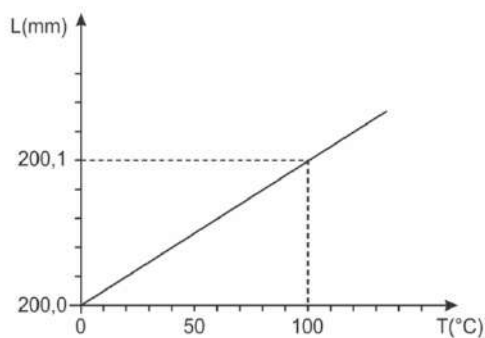
- Linear
- Superficial
- Volumétrica

Dilatação linear



Exercício 01

[Ufjf] O gráfico abaixo mostra o comprimento de um bastão feito de um material desconhecido em função da temperatura. A 0°C o comprimento inicial do bastão é 200mm. A tabela ao lado mostra os coeficientes de dilatação linear de alguns materiais.

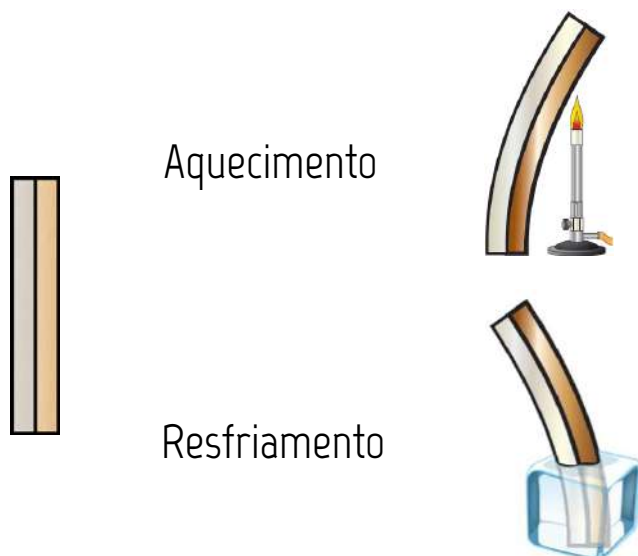


Material	Coefficiente de dilatação linear (em $^{\circ}\text{C}^{-1}$)
Latão	20×10^{-6}
Vidro comum	8×10^{-6}
Vidro pirex	5×10^{-6}
Porcelana	3×10^{-6}
Concreto	12×10^{-6}

Com base nesses dados, responda o que se pede.

- De que material o bastão é feito? Justifique sua resposta com cálculos.
- Qual é o comprimento do bastão a uma temperatura de 210°C ?

Lâmina bimetálica



Exercício 02

(Enem) Para a proteção contra curtos-circuitos em residências são utilizados disjuntores, compostos por duas lâminas de metais diferentes, com suas superfícies soldadas uma à outra, ou seja, uma lâmina bimetálica. Essa lâmina toca o contato elétrico, fechando o circuito e deixando a corrente elétrica passar. Quando da passagem de uma corrente superior à estipulada (limite), a lâmina se curva para um dos lados, afastando-se do contato elétrico e, assim, interrompendo o circuito. Isso ocorre porque os metais da lâmina possuem uma característica física cuja resposta é diferente para a mesma corrente elétrica que passa no circuito.

A característica física que deve ser observada para a escolha dos dois metais dessa lâmina bimetálica é o coeficiente de

- a) dureza.
- b) elasticidade.
- c) dilatação térmica.
- d) compressibilidade.
- e) condutividade elétrica.

Exercício 03

(Fuvest) Uma lâmina bimetálica de bronze e ferro, na temperatura ambiente, é fixada por uma de suas extremidades, como visto na figura abaixo.

Pelo gráfico, pode-se concluir que o intervalo de temperatura de $1,0^{\circ}\text{C}$ é equivalente a:



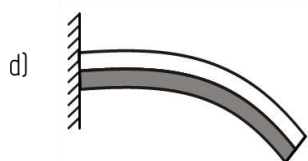
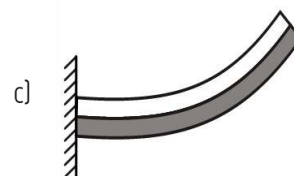
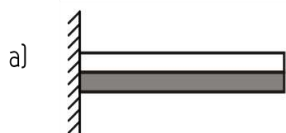
Nessa situação, a lâmina está plana e horizontal. A seguir, ela é aquecida por uma chama de gás. Após algum tempo de aquecimento, a forma assumida pela lâmina será mais adequadamente representada pela figura:

Note e adote:

O coeficiente de dilatação térmica linear do ferro é $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

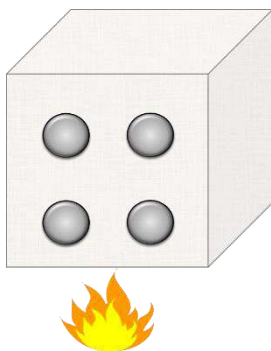
O coeficiente de dilatação térmica linear do bronze é $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Após o aquecimento, a temperatura da lâmina é uniforme.



Dilatação Superficial

Dilatação



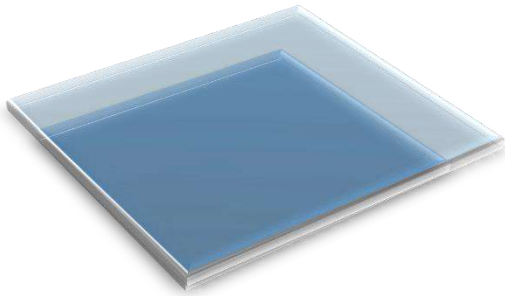
Tipos de dilatação

- Linear
- Superficial
- Volumétrica

Fatores que influenciam na dilatação

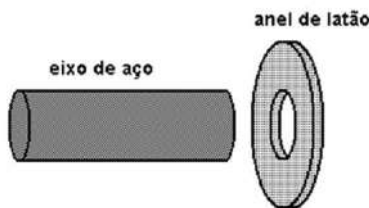
- Tamanho inicial
- Material
- Variação de temperatura

Dilatação superficial



Exercício 01

(Ufmg) João, chefe de uma oficina mecânica, precisa encaixar um eixo de aço em um anel de latão, como mostrado nesta figura:



À temperatura ambiente, o diâmetro do eixo é maior que o do orifício do anel. Sabe-se que o coeficiente de dilatação térmica do latão é maior que o do aço. Diante disso, são sugeridos a João alguns procedimentos, descritos nas alternativas a seguir, para encaixar o eixo no anel.

Assinale a alternativa que apresenta um procedimento que NÃO permite esse encaixe.

- a) Resfriar apenas o eixo.
- b) Aquecer apenas o anel.
- c) Resfriar o eixo e o anel.
- d) Aquecer o eixo e o anel.

Exercício 02

(Uern) A tabela a seguir apresenta os coeficientes de dilatação linear de alguns metais:

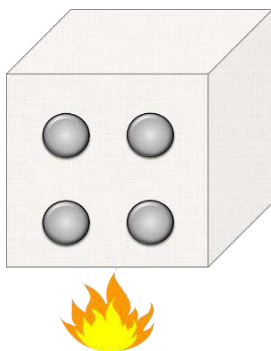
Metais	Coeficiente de dilatação linear ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
ferro	$12 \cdot 10^{-6}$
cobre	$17 \cdot 10^{-6}$
alumínio	$22 \cdot 10^{-6}$
zinco	$26 \cdot 10^{-6}$

Uma placa de metal de área 1 m^2 a 20°C é aquecida até atingir 100°C apresentando uma variação de $35,2 \text{ cm}^2$ em sua área. O metal que constitui essa placa é o:

- a) ferro.
- b) cobre.
- c) zinco.
- d) alumínio.

Dilatação Volumétrica

Dilatação



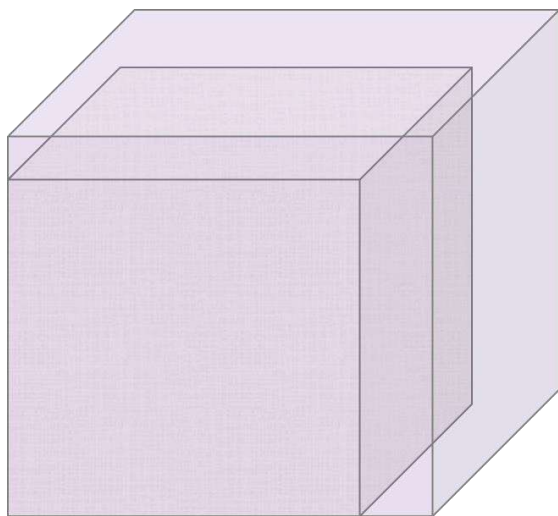
Tipos de dilatação

- Linear
- Superficial
- Volumétrica

Fatores que influenciam na dilatação

- Tamanho inicial
- Material
- Variação de temperatura

Dilatação Volumétrica



Exercício 01

Uma esfera de aço tem volume de 500 cm^3 em uma temperatura de $100 \text{ }^\circ\text{C}$. O aço possui um coeficiente de dilatação linear médio igual a $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. A esfera é aquecida até $300 \text{ }^\circ\text{C}$.

Nestas condições, a dilatação sofrida pela esfera após o aquecimento é:

- a) $1,8 \text{ cm}^3$
- b) $3,6 \text{ cm}^3$
- c) $4,8 \text{ cm}^3$
- d) $7,2 \text{ cm}^3$
- e) $8,0 \text{ cm}^3$

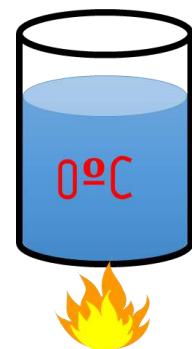
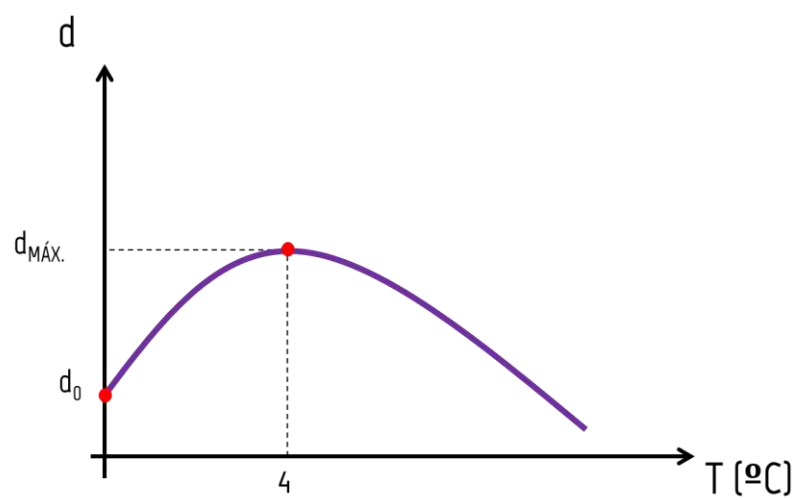
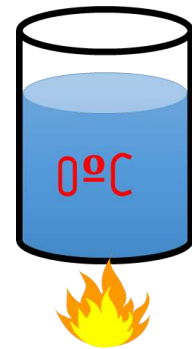
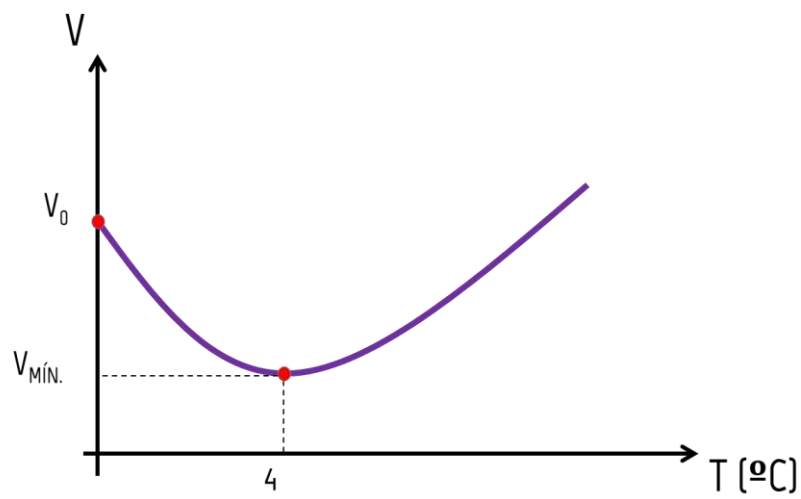
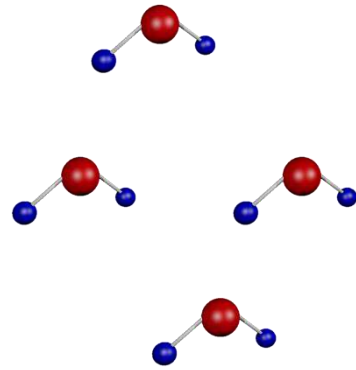
Exercício 02

(Enem) Durante uma ação de fiscalização em postos de combustíveis, foi encontrado um mecanismo inusitado para enganar o consumidor. Durante o inverno, o responsável por um posto de combustível compra álcool por R\$ 0,50/litro, a uma temperatura de 5 °C. Para revender o líquido aos motoristas, instalou um mecanismo na bomba de combustível para aquecê-lo, para que atinja a temperatura de 35 °C, sendo o litro de álcool revendido a R\$ 1,60. Diariamente o posto compra 20 mil litros de álcool a 5 °C e os revende.

Com relação à situação hipotética descrita no texto e dado que o coeficiente de dilatação volumétrica do álcool é de $1.10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, desprezando-se o custo da energia gasta no aquecimento do combustível, o ganho financeiro que o dono do posto teria obtido devido ao aquecimento do álcool após uma semana de vendas estaria entre

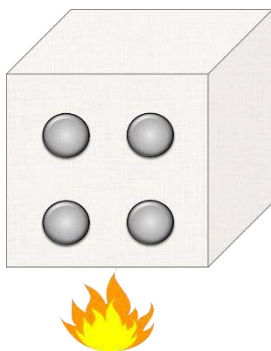
- a) R\$ 500,00 e R\$ 1.000,00.
- b) R\$ 1.050,00 e R\$ 1.250,00.
- c) R\$ 4.000,00 e R\$ 5.000,00.
- d) R\$ 6.000,00 e R\$ 6.900,00.
- e) R\$ 7.000,00 e R\$ 7.950,00.

Dilatação anômala da água



Dilatação Aplicações

Dilatação



Tipos de dilatação

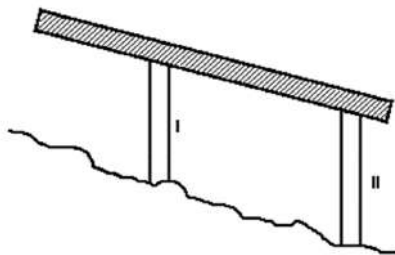
- Linear
- Superficial
- Volumétrica

Exercício 01

O piso de concreto de uma fábrica é constituído de secções de 20m separadas por juntas de dilatação. Sabe-se que o coeficiente de dilatação linear do concreto é $12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e que a variação de temperatura no local pode chegar a 50°C entre o inverno e o verão. Nessas condições, calcule o tamanho mínimo da folga que deve ser deixada entre duas placas.

Exercício 02

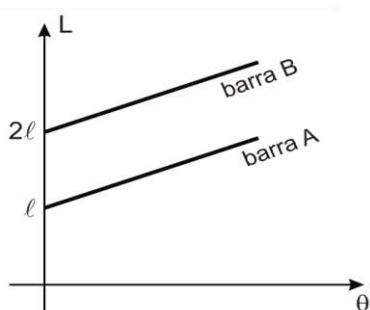
(Cesgranrio) Uma rampa para saltos de asa-delta é construída de acordo com o esquema que se segue. A pilastra de sustentação II tem, a 0°C , comprimento três vezes maior do que a I. Os coeficientes de dilatação de I e II são, respectivamente, α_1 e α_2 . Para que a rampa mantenha a mesma inclinação a 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) $\alpha_2 = 3 \alpha_1$
- e) $\alpha_2 = 2 \alpha_1$

Exercício 03

(Epcar) No gráfico a seguir, está representado o comprimento L de duas barras A e B em função da temperatura θ .



Sabendo-se que as retas que representam os comprimentos da barra A e da barra B são paralelas, pode-se afirmar que a razão entre o coeficiente de dilatação linear da barra A e o da barra B é

- a) 0,25.
- b) 0,50.
- c) 1,00.
- d) 2,00.

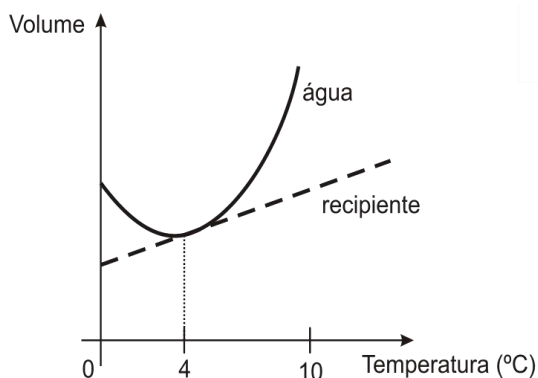
Exercício 04

(Uepg) Dilatação térmica é o fenômeno pelo qual variam as dimensões geométricas de um corpo quando este experimenta uma variação de temperatura. Sobre esse fenômeno físico, assinale o que for correto.

- 01) Em geral, as dimensões de um corpo aumentam quando a temperatura aumenta.
- 02) Um corpo oco se dilata como se fosse maciço.
- 04) A tensão térmica explica por que um recipiente de vidro grosso comum quebra quando é colocada água em ebulição em seu interior.
- 08) A dilatação térmica de um corpo é inversamente proporcional ao coeficiente de dilatação térmica do material que o constitui.

Exercício 05

(Pucrs) As variações de volume de certa quantidade de água e do volume interno de um recipiente em função da temperatura foram medidas separadamente e estão representadas no gráfico abaixo, respectivamente, pela linha contínua (água) e pela linha tracejada (recipiente).



Estudantes, analisando os dados apresentados no gráfico, e supondo que a água seja colocada dentro do recipiente, fizeram as seguintes previsões:

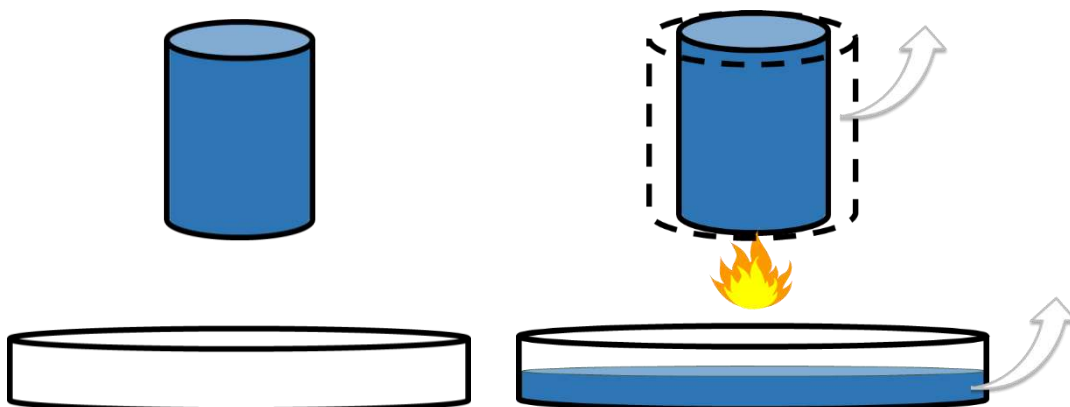
- I. O recipiente estará completamente cheio de água, sem haver derramamento, apenas quando a temperatura for 4°C .
- II. A água transbordará apenas se sua temperatura e a do recipiente assumirem simultaneamente valores acima de 4°C .
- III. A água transbordará se sua temperatura e a do recipiente assumirem simultaneamente valores acima de 4°C ou se assumirem simultaneamente valores abaixo de 4°C .

A(s) afirmativa(s) correta(s) é/são:

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

Dilatação dos Líquidos

Dilatação dos líquidos



Exercício 01

(Pucmg) Um recipiente de vidro está completamente cheio de um determinado líquido. O conjunto é aquecido fazendo com que transborde um pouco desse líquido. A quantidade de líquido transbordado representa a dilatação:

- a) do líquido, apenas.
- b) do líquido menos a dilatação do recipiente.
- c) do recipiente, apenas.
- d) do recipiente mais a dilatação do líquido.

Exercício 02

(Ufpr) Uma taça de alumínio de 120 cm^3 contém 119 cm^3 de glicerina a 21°C . Considere o coeficiente de dilatação linear do alumínio como sendo de $2,3 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ e o coeficiente de dilatação volumétrico da glicerina de $5,1 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$. Se a temperatura do sistema taça-glicerina for aumentada para 39°C a glicerina transbordará ou não? Em caso afirmativo, determine o volume transbordado; em caso negativo, determine o volume de glicerina que ainda caberia no interior da taça.

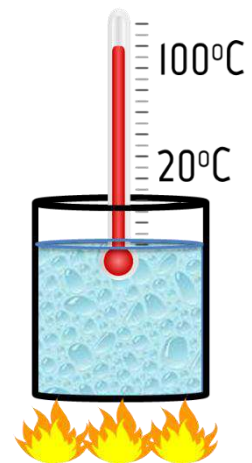


Calor - Capacidade térmica

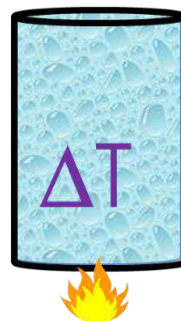
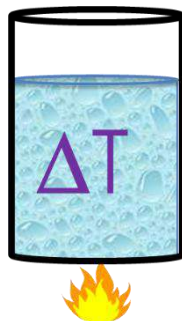
Calor

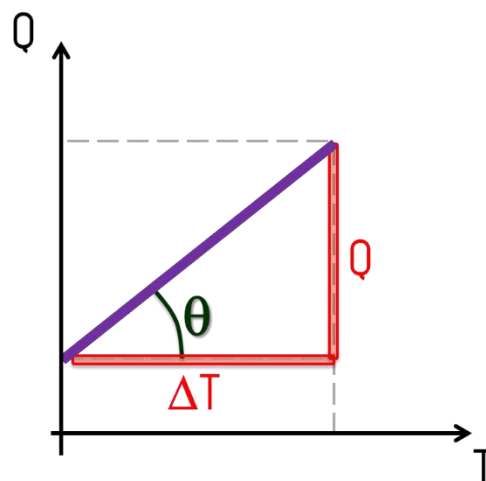
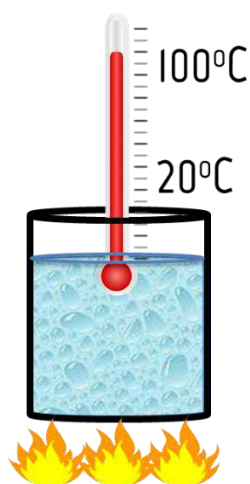
- Sensível

- Latente



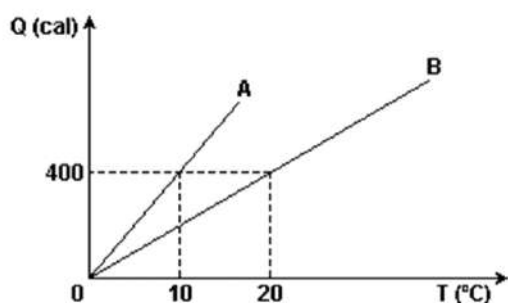
Capacidade térmica (C)





Exercício

(Ufsc - adaptada) O gráfico a seguir representa a quantidade de calor absorvida por dois objetos A e B ao serem aquecidos, em função de suas temperaturas.



Observe o gráfico e assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

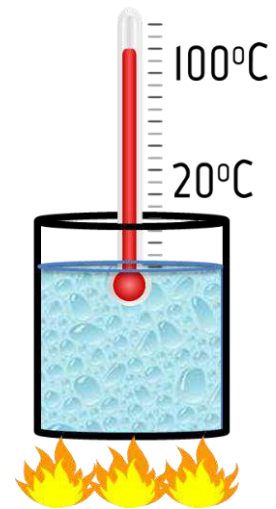
- 01) A capacidade térmica do objeto A é maior que a do objeto B.
- 02) A partir do gráfico é possível determinar as capacidades térmicas dos objetos A e B.
- 04) Pode-se afirmar que a capacidade térmica do objeto A é igual à do objeto B.
- 08) A variação de temperatura do objeto B, por caloria absorvida, é maior que a variação de temperatura do objeto A, por caloria absorvida.

Calor - Calor específico

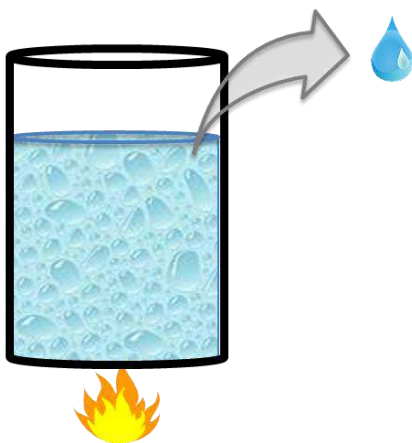
Calor

- Sensível

- Latente



Calor específico (c)



Exercício 01

(Enem) As altas temperaturas de combustão e o atrito entre suas peças móveis são alguns dos fatores que provocam o aquecimento dos motores à combustão interna. Para evitar o superaquecimento e consequentes danos a esses motores, foram desenvolvidos os atuais sistemas de refrigeração, em que um fluido arrefecedor com propriedades especiais circula pelo interior do motor, absorvendo o calor que, ao passar pelo radiador, é transferido para a atmosfera.

Qual propriedade o fluido arrefecedor deve possuir para cumprir seu objetivo com maior eficiência?

- a) Alto calor específico.
- b) Alto calor latente de fusão.
- c) Baixa condutividade térmica.
- d) Baixa temperatura de ebulição.
- e) Alto coeficiente de dilatação térmica.

Quantidade de Calor Sensível (Q)



Exercício 02

(Unesp) A energia contida nos alimentos.

Para determinar o valor energético de um alimento, podemos queimar certa quantidade desse produto e, com o calor liberado, aquecer determinada massa de água. Em seguida, mede-se a variação de temperatura sofrida pela água depois que todo o produto foi queimado, e determina-se a quantidade de energia liberada na queima do alimento. Essa é a energia que tal alimento nos fornece se for ingerido.

No rótulo de um pacote de castanha de caju, está impressa a tabela a seguir, com informações nutricionais sobre o produto.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL	
Porção	
Quantidade por porção	
Valor energético	90 kcal
Carboidratos	4,2 g
Proteínas	3 g
Gorduras totais	7,3 g
Gorduras saturadas	1,5 g
Gordura trans	0 g
Fibra alimentar	1 g
Sódio	45 g

Considere que 150 g de castanha tenham sido queimados e que determinada massa m de água, submetida à chama dessa combustão, tenha sido aquecida de 15°C para 87°C . Sabendo que o calor específico da água líquida é igual a $1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ e que apenas 60 % da energia liberada na combustão tenha efetivamente sido utilizada para aquecer a água, é correto afirmar que a massa m , em gramas, de água aquecida era igual a:

- a) 10000
- b) 5000
- c) 12500
- d) 7500
- e) 2500

Exercício 03

(Ufsc) Em um dia calmo de verão, Paula encontra-se em uma praia sob forte incidência de raios solares. Lembrando-se de que o calor específico da água é bem maior do que o da terra, ela observou atentamente alguns fenômenos, buscando relacioná-los com as explicações e comentários apresentados pelo seu professor de Física para os mesmos.

Considerando a situação descrita, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

01) Durante o dia, a temperatura da terra é maior do que a da água porque o calor específico da terra é menor do que o da água.

02) Durante a noite, a temperatura da água é menor do que a da terra porque o calor específico da água é maior do que o da terra.

04) Durante o dia, percebia-se na praia uma brisa soprando da terra para o mar. Uma possível justificativa é porque a massa de ar junto à terra estava mais aquecida do que a massa de ar junto ao mar.

08) Durante a noite, percebia-se na praia uma brisa soprando do mar para a terra. Uma possível justificativa é porque a massa de ar junto ao mar estava mais aquecida do que a massa de ar junto à terra.

16) Após o pôr-do-sol, a água se resfriou mais rapidamente do que a terra, porque o calor específico da água é maior do que o da terra.

32) Após o pôr-do-sol, a terra se resfriou mais rapidamente do que a água do mar, porque o calor específico da água é bem maior do que o da terra.

64) Foi possível observar que a água e a terra apresentaram a mesma temperatura, sempre.

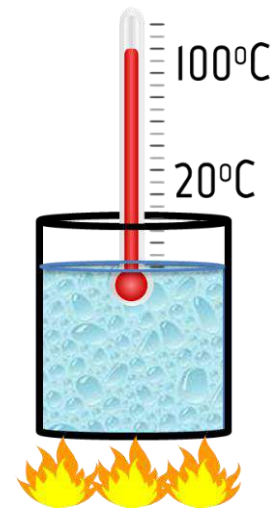


Calor - Mudança de estado

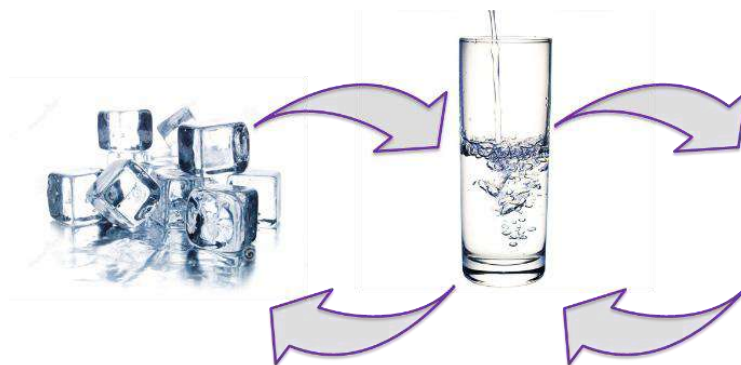
Calor

- Sensível

- Latente



Mudança de estado





Vaporização

- Evaporação



- Ebulição



- Calefação



Sublimação



Gelo seco (CO_2)

Iodo

Canfora

Mudança de estado



Exercício 01

(Enem) A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do oxigênio, pondo em risco as diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meios artificiais, dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição.

Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?

- a) Fissão do material radioativo.
- b) Condensação do vapor d'água no final do processo.
- c) Conversão de energia das turbinas pelos geradores.
- d) Aquecimento da água líquida para gerar vapor d'água.
- e) Lançamento do vapor d'água sobre as pás das turbinas.

Exercício 02

(Uea) É possível passar a matéria do estado sólido diretamente para o gasoso, evitando a fase líquida. Tal fenômeno físico se verifica comumente no gelo seco e na naftalina, mas também pode ocorrer com a água, dependendo das condições de temperatura e pressão. A essa passagem dá-se o nome de:

- a) condensação.
- b) sublimação.
- c) fusão.
- d) vaporização.
- e) calefação.

Calor - Diagrama de fases

Mudança de estado



Diagrama de fases

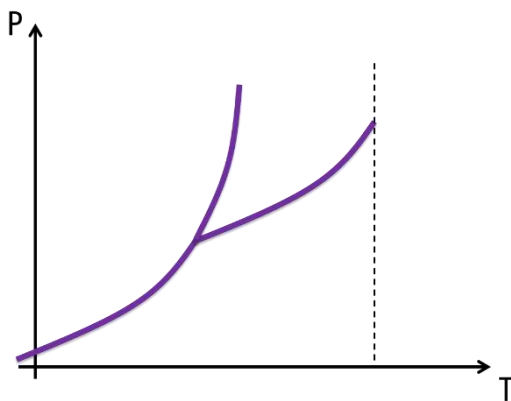


Diagrama de fases para as substâncias que aumentam de volume durante a fusão.

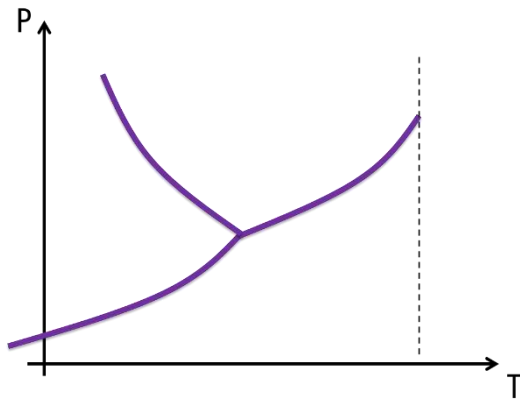
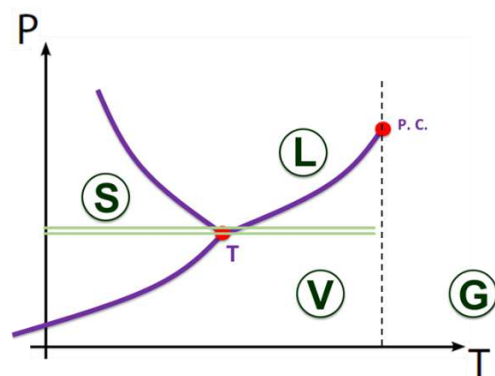
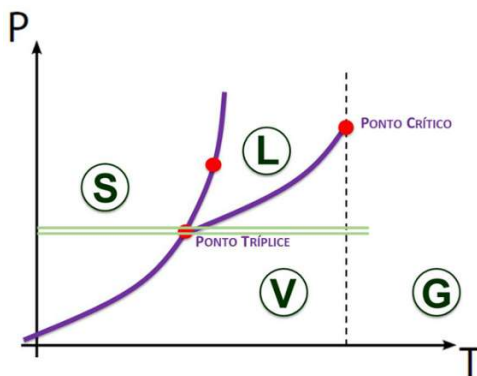


Diagrama de fases para as substâncias que diminuem de volume durante a fusão.



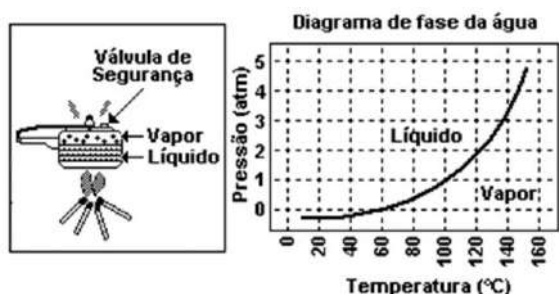
Não existe estado líquido para pressões menores do que a do ponto tríplice.
A sublimação nunca ocorre para pressões maiores do que a do ponto tríplice.

Exercício 01

(Enem) A panela de pressão permite que os alimentos sejam cozidos em água muito mais rapidamente do que em panelas convencionais. Sua tampa possui uma borracha de vedação que não deixa o vapor escapar, a não ser através de um orifício central sobre o qual assenta um peso que controla a pressão. Quando em uso, desenvolve-se uma pressão elevada no seu interior. Para a sua operação segura, é necessário observar a

limpeza do orifício central e a existência de uma válvula de segurança, normalmente situada na tampa.

O esquema da panela de pressão e um diagrama de fase da água são apresentados a seguir.



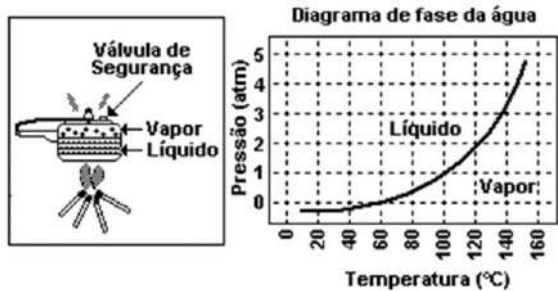
A vantagem do uso de panela de pressão é a rapidez para o cozimento de alimentos e isto se deve:

- a) à pressão no seu interior, que é igual à pressão externa.
- b) à temperatura de seu interior, que está acima da temperatura de ebulição da água no local.
- c) à quantidade de calor adicional que é transferida à panela.
- d) à quantidade de vapor que está sendo liberada pela válvula.
- e) à espessura da sua parede, que é maior que a das panelas comuns.

Exercício 02

(Enem) A panela de pressão permite que os alimentos sejam cozidos em água muito mais rapidamente do que em panelas convencionais. Sua tampa possui uma borracha de vedação que não deixa o vapor escapar, a não ser através de um orifício central sobre o qual assenta um peso que controla a pressão. Quando em uso, desenvolve-se uma pressão elevada no seu interior. Para a sua operação segura, é necessário observar a limpeza do orifício central e a existência de uma válvula de segurança, normalmente situada na tampa.

O esquema da panela de pressão e um diagrama de fase da água são apresentados a seguir.



Se, por economia, abaixarmos o fogo sob uma panela de pressão logo que se inicia a saída de vapor pela válvula, de forma simplesmente a manter a fervura, o tempo de cozimento

- será maior porque a panela "esfria".
- será menor, pois diminui a perda de água.
- será maior, pois a pressão diminui.
- será maior, pois a evaporação diminui.
- não será alterado, pois a temperatura não varia.

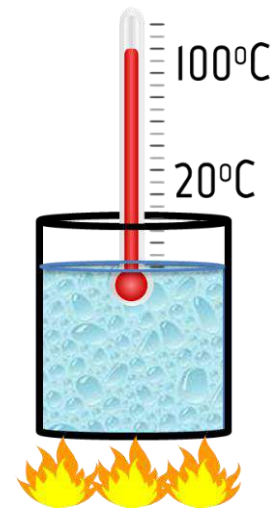


Calor - Calor Latente

Calor

- Sensível

- Latente

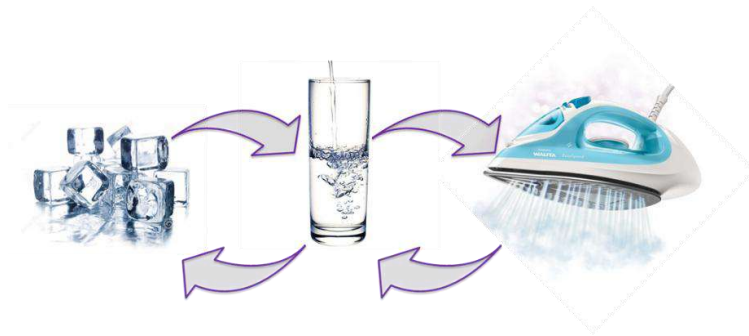


Quantidade de calor latente (Q)





Calor latente (L)



Exercício 01

(Ufrgs) Materiais com mudança de fase são bastante utilizados na fabricação de tecidos para roupas termorreguladoras, ou seja, que regulam sua temperatura em função da temperatura da pele com a qual estão em contato. Entre as fibras do tecido, são incluídas microcápsulas contendo, por exemplo, parafina, cuja temperatura de fusão está próxima da temperatura de conforto da pele, 31°C . Considere que um atleta, para manter sua temperatura interna constante enquanto se exercita, libere $1,5 \cdot 10^4$ J de calor através da pele em contato com a roupa termorreguladora e que o calor de fusão da parafina é $L_F = 2 \cdot 10^5$ J/kg. Para manter a temperatura de conforto da pele, a massa de parafina encapsulada deve ser de, no mínimo,

- a) 500 g
- b) 450 g
- c) 80 g
- d) 75 g
- e) 13 g

Diagrama de aquecimento

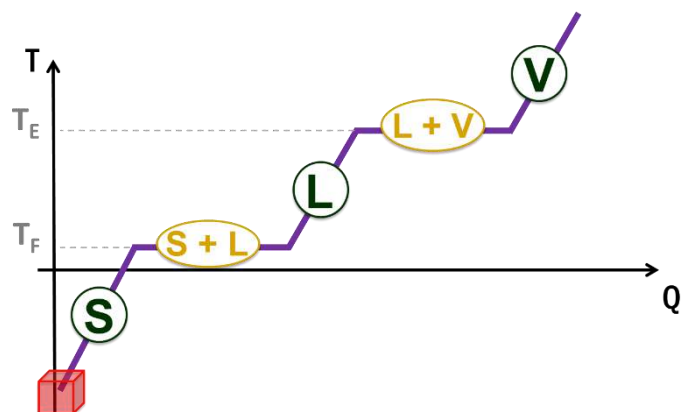
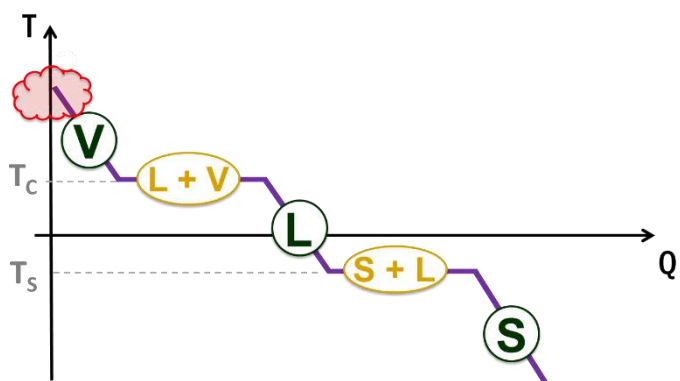
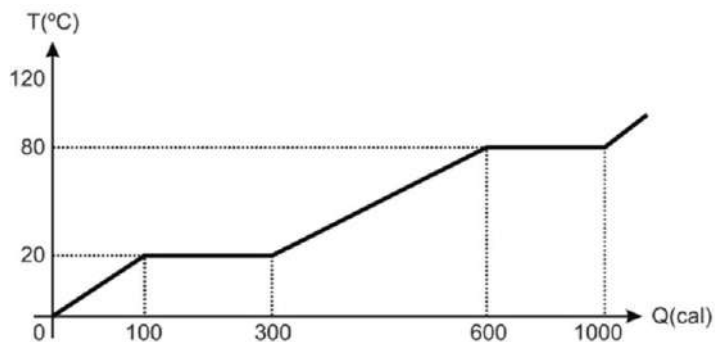


Diagrama de resfriamento



Exercício 02

(Uepg) O gráfico abaixo mostra a evolução da temperatura de um corpo de massa m , constituído por uma substância pura, em função da quantidade de calor que lhe é fornecida. Com base nas informações desse gráfico, assinale o que for correto.



- 01) Em $T = 20^{\circ}\text{C}$ e $T = 80^{\circ}\text{C}$ o corpo sofre mudanças de fases.
- 02) A quantidade de calor cedido ao corpo enquanto a sua temperatura variou entre 20°C e 80°C é denominado calor sensível.
- 04) Em $T = 0^{\circ}\text{C}$ o corpo se encontra na fase sólida.
- 08) O calor cedido ao corpo durante as mudanças de fase é denominado calor latente.



Princípio geral das trocas de calor

Princípio geral das trocas de calor



Exercício 01

O professor Coelho resolve preparar uma xícara de café com leite, para isso ele utiliza 100g de café a 80 °C, 40 g de leite a 20°C e 5 g de adoçante também a 20° C.

Desprezando as trocas de calor com a xícara e com o ambiente calcule a temperatura da mistura do café com leite e adoçante.

(Dados: $c_{\text{leite}} = 1 \text{ cal/g. } ^\circ\text{C}$, $c_{\text{café}} = 1 \text{ cal/g. } ^\circ\text{C}$ e $c_{\text{adoçante}} = 2 \text{ cal/g. } ^\circ\text{C}$)

Exercício 02

(Ifsul) Muitas pessoas gostam de café, mas não o apreciam muito quente e têm o hábito de adicionar um pequeno cubo de gelo para resfriá-lo rapidamente. Deve-se considerar que a xícara tem capacidade térmica igual a 30 cal/°C e contém inicialmente 120 g de café (cujo calor específico é igual ao da água, 1 cal/g.°C) a 100 °C, e que essa xícara encontra-se em equilíbrio térmico com o líquido. Acrescentando-se uma pedra de gelo de 10 g, inicialmente a 0 °C, sendo que o calor latente de fusão do gelo vale 80 cal/g, após o gelo derreter e todo o sistema entrar em equilíbrio térmico, desprezando-se as perdas de calor para o ambiente, a temperatura do café será igual a:

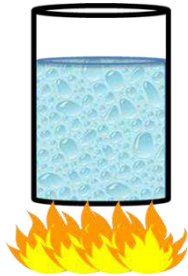
- a) 86,15 °C.
- b) 88,75 °C.
- c) 93,75 °C.
- d) 95,35 °C.

Potência

Potência

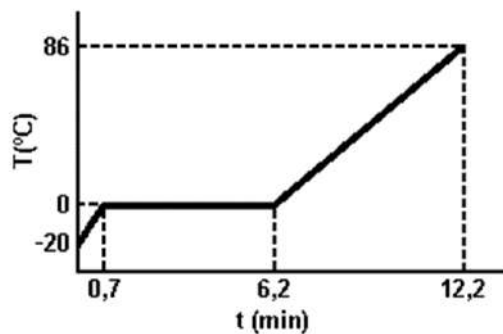
$$P = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo}}$$

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



Exercício 01

(Unesp) Uma quantidade de 1,5 kg de certa substância encontra-se inicialmente na fase sólida, à temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Em um processo a pressão constante de 1,0 atm, ela é levada à fase líquida a $86\text{ }^{\circ}\text{C}$. A potência necessária nessa transformação foi de 1,5 kJ/s. O gráfico na figura mostra a temperatura de cada etapa em função do tempo.



Calcule:

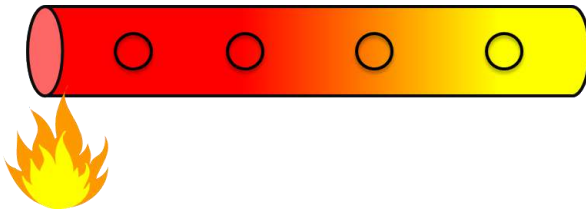
- o calor latente de fusão $L(f)$.
- o calor necessário para elevar a temperatura de $1,5$ kg dessa substância de 0 a 86 °C.

Exercício 02

No anúncio promocional de um ferro de passar roupas a vapor, é explicado que, em funcionamento, o aparelho borrifa constantemente 20 g de vapor de água a cada minuto, o que torna mais fácil o ato de passar roupas. Da energia utilizada pelo ferro de passar roupas, uma parte é empregada na transformação constante de água à temperatura de 25 °C em vapor de água. A potência dissipada pelo ferro para essa finalidade é, em watts. Dados: $c_{\text{água}} = 1 \text{ cal/(g } ^\circ\text{C)}$, $L_v = 540 \text{ cal/g}$, $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$

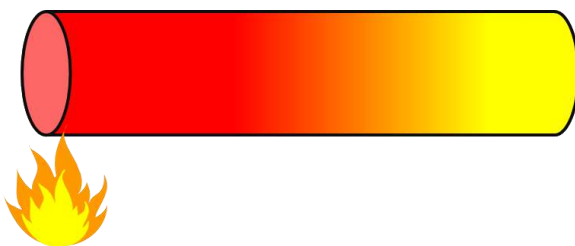
Transferência da calor (parte 01)

Condução



É a transferência de calor devido à vibração dos átomos e moléculas de um corpo onde a vibração passa de átomo para átomo e de molécula para molécula.

Fluxo de calor (ϕ) – Equação de Fourier



Exercício 01

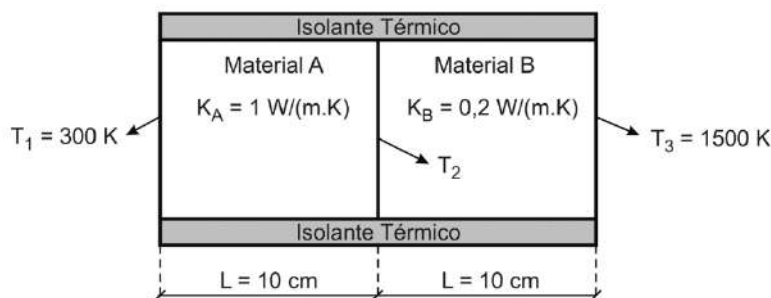
(Enem) Em dias com baixas temperaturas, as pessoas utilizam casacos ou blusas de lã com o intuito de minimizar a sensação de frio. Fisicamente, esta sensação ocorre pelo fato de o corpo humano liberar calor, que é a energia transferida de um corpo para outro em virtude da diferença de temperatura entre eles.

A utilização de vestimenta de lã diminui a sensação de frio, porque:

- a) possui a propriedade de gerar calor.
- b) é constituída de material denso, o que não permite a entrada do ar frio.
- c) diminui a taxa de transferência de calor do corpo humano para o meio externo.
- d) tem como principal característica a absorção de calor, facilitando o equilíbrio térmico.
- e) está em contato direto com o corpo humano, facilitando a transferência de calor por condução.

Exercício 02

(Ime) A figura composta por dois materiais sólidos diferentes e apresenta um processo de condução de calor, cujas temperaturas não variam com o tempo. É correto afirmar que a temperatura da interface desses materiais, em kelvin, é:

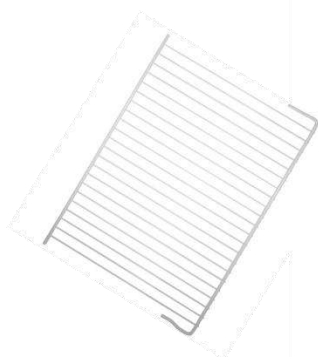


- a) 400
- b) 500
- c) 600
- d) 700
- e) 800

Transferência da calor (parte 02)

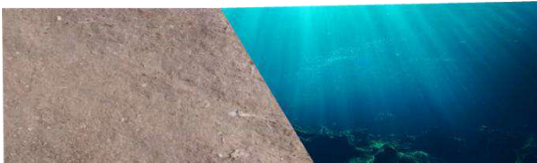
Convecção

É a transferência de calor devido ao deslocamento de matéria.

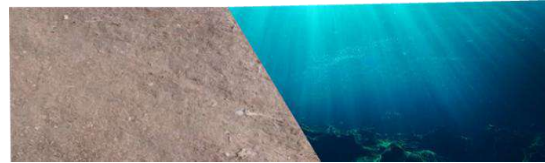


Brisas

- Durante o dia

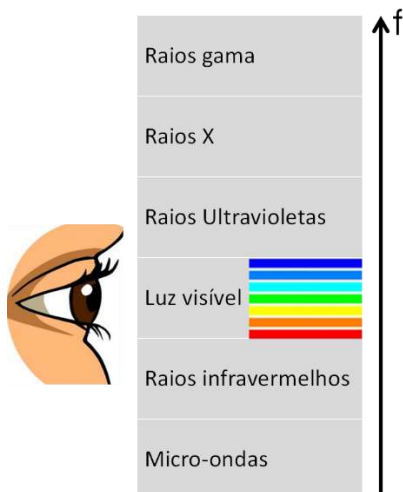


- Durante a noite



Radiação ou irradiação

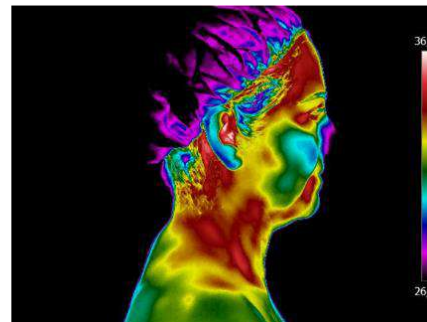
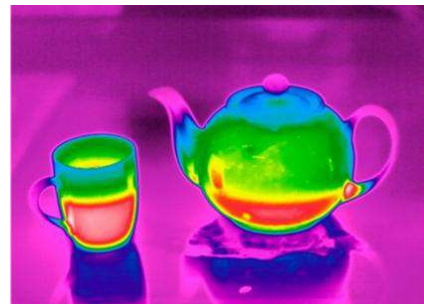
É a transferência de calor por ondas eletromagnéticas (raios infravermelhos).



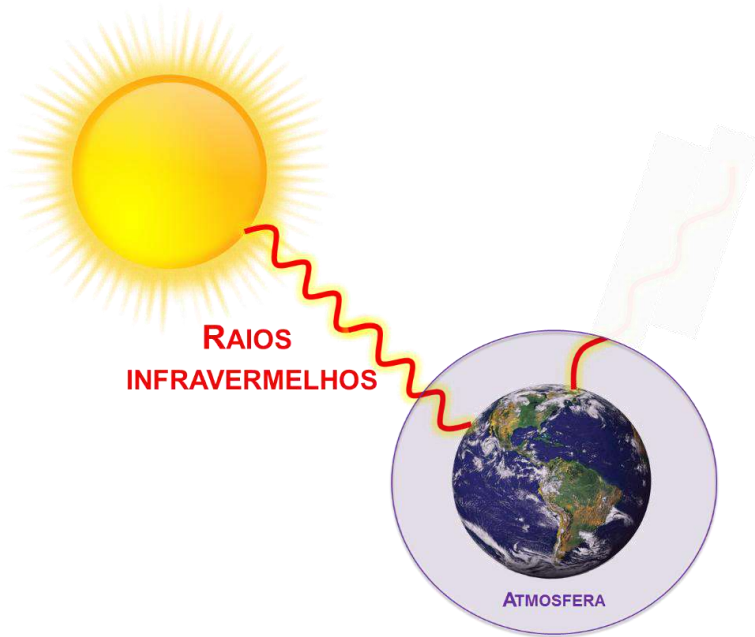
Visão noturna



Termografia



Efeito estufa



Aquecimento solar



Garrafa térmica



Exercício 01

(Unicamp) Um isolamento térmico eficiente é um constante desafio a ser superado para que o homem possa viver em condições extremas de temperatura. Para isso, o entendimento completo dos mecanismos de troca de calor é imprescindível.

Em cada uma das situações descritas a seguir, você deve reconhecer o processo de troca de calor envolvido.

Na ordem, os processos de troca de calor utilizados para preencher as lacunas corretamente são:

I. As prateleiras de uma geladeira doméstica são grades vazadas, para facilitar fluxo de energia térmica até o congelador por _____.

II. O único processo de troca de calor que pode ocorrer no vácuo é por _____.

III. Em uma garrafa térmica, é mantido vácuo entre as paredes duplas de vidro para evitar que o calor saia ou entre por _____.

- a) condução, convecção e radiação.
- b) condução, radiação e convecção.
- c) convecção, condução e radiação.
- d) convecção, radiação e condução.

Exercício 02

(Enem) Quais são os processos de propagação de calor relacionados à fala de cada personagem?



Disponível em: <http://casadosnoopy.blogspot.com>. Acesso em: 14 jun. 2011.

- a) Convecção e condução.
- b) Convecção e irradiação.
- c) Condução e convecção.
- d) Irradiação e convecção.
- e) Irradiação e condução.

Gases

Gases

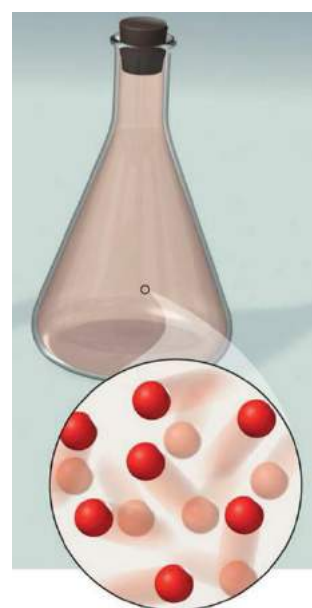
Equação de Clapeyron

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

p: 1 atm = 10^5 Pa = 760 mmHg

V: 1 m³ = 10³ L = 10⁶ cm³

T: kelvin [K]



Exercício 01

[Ufsm] As variáveis que podem definir os estados possíveis para 1 mol de gás ideal são:

- a) calor, massa e volume.
- b) temperatura, densidade e pressão.
- c) temperatura, pressão e volume.
- d) densidade, pressão e calor.
- e) densidade, massa e calor.

Exercício 02

(Ufsm) Considere que uma bola tenha um volume de $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ e que a pressão do ar, no seu interior, seja de $5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, quando a temperatura for de 27°C . Sabendo que o valor da constante universal dos gases é $R = 8,31 \text{ J/mol K}$ e que o ar, nessas condições, comporta-se, aproximadamente, como gás ideal, a quantidade de ar dentro da bola, em mol, é de, aproximadamente,

- a) 0,8
- b) 1,25
- c) 8,8
- d) 80
- e) 160

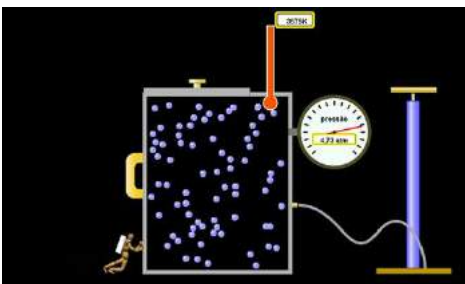
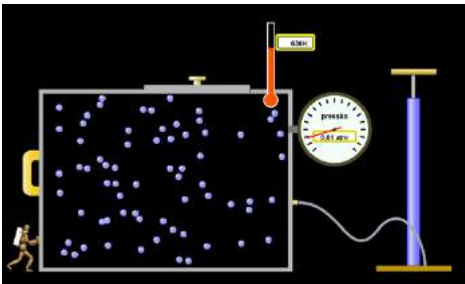
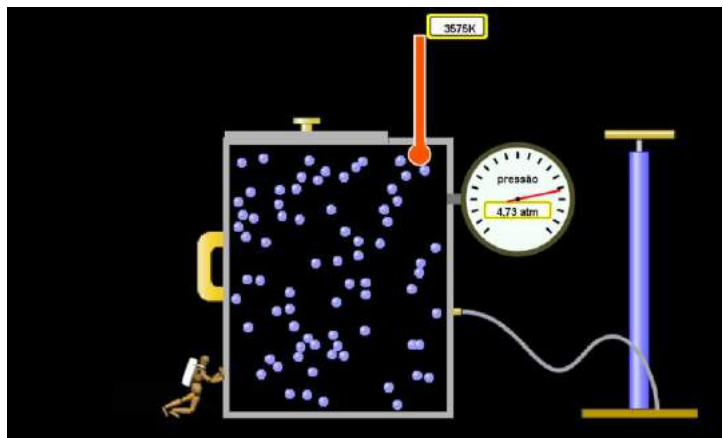
Exercício 03

(Pucrj) 0,5 moles de um gás ocupam um volume V de $0,1 \text{ m}^3$ quando a uma temperatura de 300 K . Qual é a pressão do gás a 300 K ? Considere $R = 8,3 \text{ J/mol K}$.

- a) 830 Pa
- b) 1245 Pa
- c) 1830 Pa
- d) 12450 Pa
- e) 18300 Pa

Transformações gasosas (parte 01)

Transformações gasosas



Exercício 01

(Enem) Uma pessoa abre sua geladeira, verifica o que há dentro e depois fecha a porta dessa geladeira. Em seguida, ela tenta abrir a geladeira novamente, mas só consegue fazer isso depois de exercer uma força mais intensa do que a habitual. A dificuldade extra para reabrir a geladeira ocorre porque o (a):

- a) volume de ar dentro da geladeira diminuiu.
- b) motor da geladeira está funcionando com potência máxima.
- c) força exercida pelo ímã fixado na porta da geladeira aumenta.
- d) pressão no interior da geladeira está abaixo da pressão externa.
- e) temperatura no interior da geladeira é inferior ao valor existente antes de ela ser aberta.

Exercício 02

Um gás ideal inicialmente à temperatura de $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ e volume de $0,02\text{ m}^3$ é submetido a uma transformação na qual sua pressão permanece constante e seu volume aumenta para $0,06\text{ m}^3$. Nessas condições, é possível afirmar que sua temperatura final é, em $^{\circ}\text{C}$ de:

- a) 627
- b) 81
- c) 900
- d) 1173
- e) 300

Exercício 03

(Ufpr) Considere que num recipiente cilíndrico com êmbolo móvel existem 2 mols de moléculas de um gás A à temperatura inicial de 200 K. Este gás é aquecido até a temperatura de 400 K numa transformação com pressão constante. Durante este aquecimento ocorre uma reação química e cada molécula do gás A se transforma em duas moléculas de um gás B. Com base nesses dados e nos conceitos de termodinâmica, é correto afirmar que o volume final do recipiente na temperatura de 400 K é:

- a) 3 vezes menor que o valor do volume inicial.
- b) de valor igual ao volume inicial.
- c) 2 vezes maior que o valor do volume inicial.
- d) 3 vezes maior que o valor do volume inicial.
- e) 4 vezes maior que o valor do volume inicial.

Transformações gasosas - parte 02

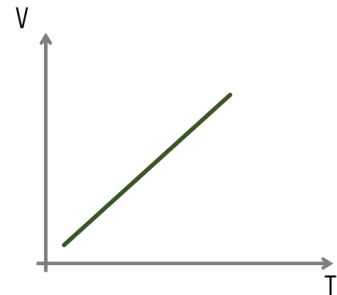
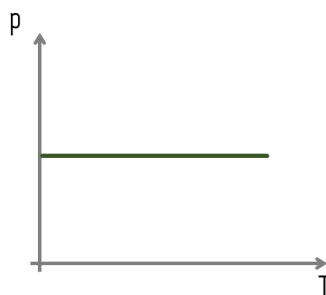
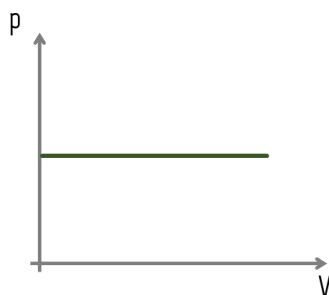
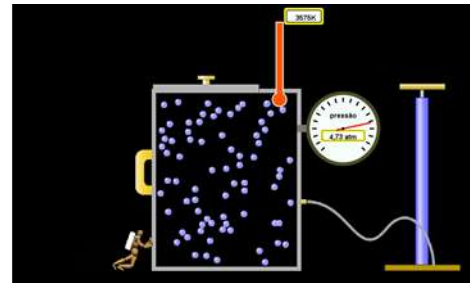
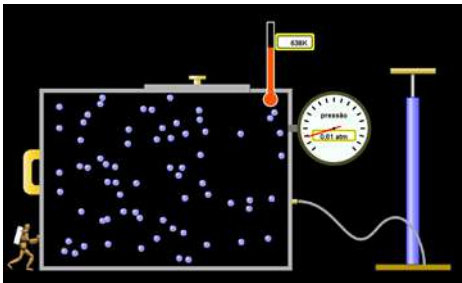
Transformações gasosas (em sistemas fechados)

Transformação isobárica

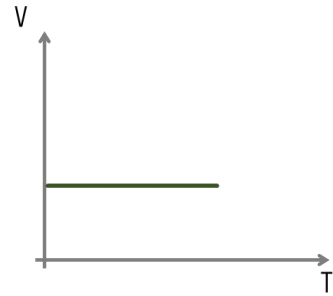
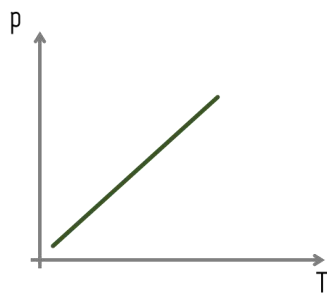
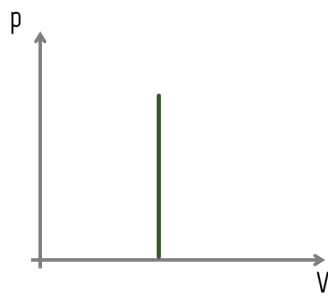
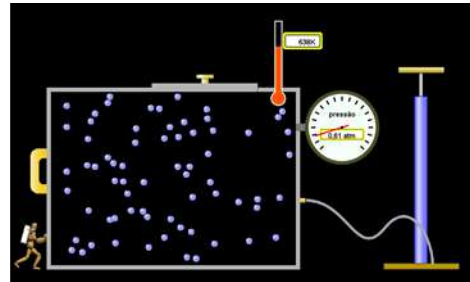
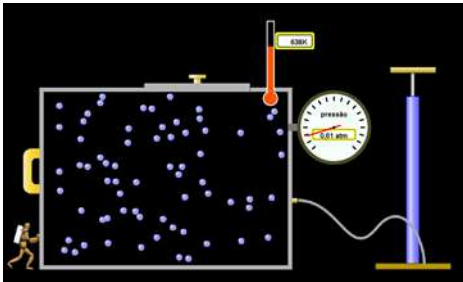
Transformação isovolumétrica (isométrica ou isocórica)

Transformação isotérmica

Transformação isobárica



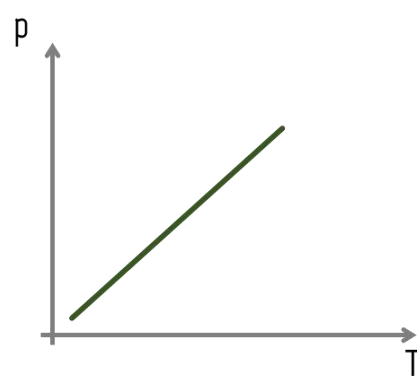
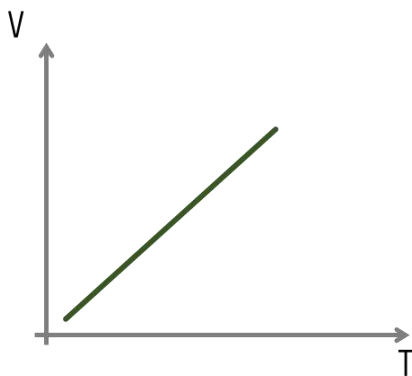
Transformação isovolumétrica (isométrica ou isocórica)



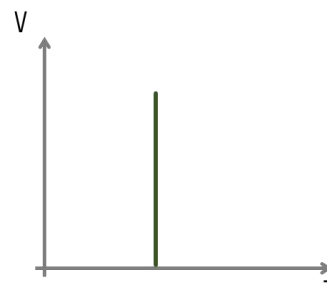
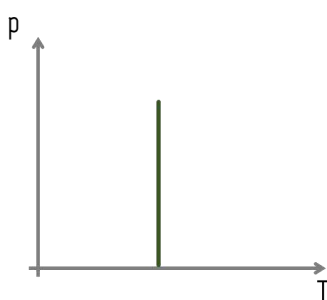
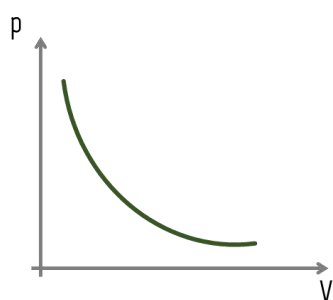
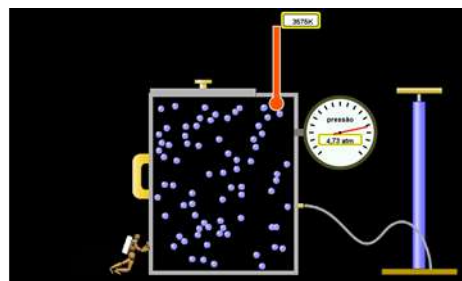
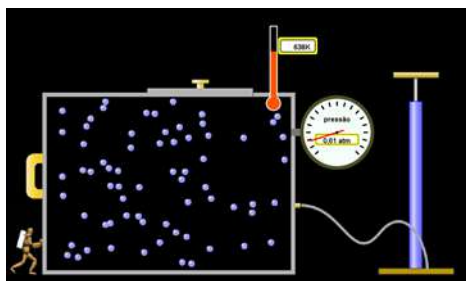
Comparando gráficos

Isobárica

Isovolumétrica

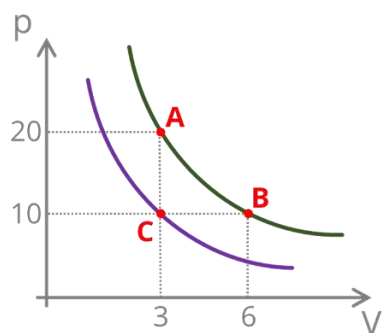


Transformação isotérmica



Exercício 01

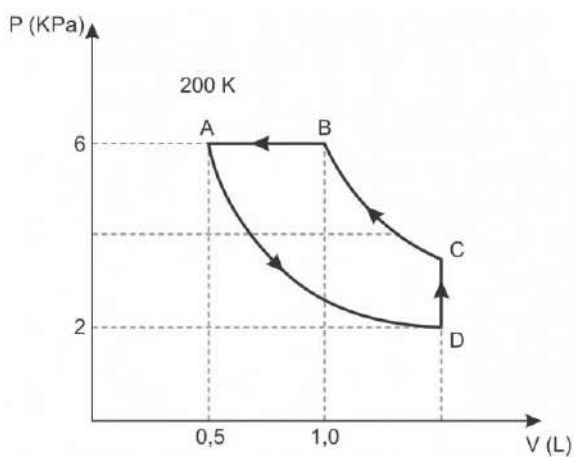
Uma amostra de gás passa por transformações isotérmicas. Com base no gráfico a seguir compare as temperaturas dos pontos A, B e C.



Exercício 02

Um gás ideal, contido num recipiente dotado de êmbolo móvel, descreve um ciclo térmico como mostra o gráfico. O processo entre A e D e entre C e B são isotérmicos. Com base no gráfico e sabendo que a temperatura em A é 200 K determine:

- os trechos do ciclo ABCDA onde o processo é isocórico e onde é isobárico.
- o volume do gás ideal no ponto D e a temperatura da isoterma que liga os pontos B e C em Kelvin.





Teoria cinética dos gases

Teoria cinética dos gases

Pressão de um gás

$$p = \frac{m \cdot v^2}{3 \cdot V}$$

Energia cinética total

$$E_c = \frac{3}{2} p \cdot V$$

$$E_c = \frac{3}{2} n \cdot R \cdot T$$

Energia cinética por molécula

$$E_c = \frac{3}{2} k \cdot T$$

Velocidade média quadrática

$$V = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{M}}$$

Exercício

(Ufrgs) A seguir, e_{H_2} e e_{O_2} e v_{H_2} e v_{O_2} são, respectivamente, as energias cinéticas médias e as velocidades médias das moléculas de uma amostra de gás H_2 e de outra, de gás O_2 ambas em temperatura de $27^\circ C$.

Assinale a alternativa que relaciona corretamente os valores das energias cinéticas médias e das velocidades médias das moléculas de H_2 e de O_2

- a) $e_{H_2} > e_{O_2}$ e $v_{H_2} > v_{O_2}$
- b) $e_{H_2} < e_{O_2}$ e $v_{H_2} < v_{O_2}$
- c) $e_{H_2} = e_{O_2}$ e $v_{H_2} > v_{O_2}$
- d) $e_{H_2} = e_{O_2}$ e $v_{H_2} = v_{O_2}$
- e) $e_{H_2} = e_{O_2}$ e $v_{H_2} < v_{O_2}$



Energia interna

Energia interna

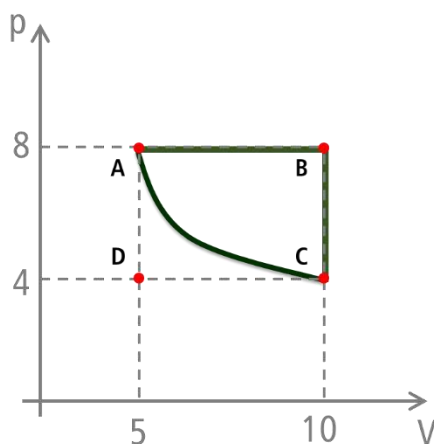
$$U = \frac{3}{2} p \cdot V$$

$$U = \frac{3}{2} n \cdot R \cdot T$$

$$\Delta U \begin{cases} \oplus \quad \uparrow U \quad \Rightarrow \quad \uparrow T & p \cdot V \uparrow \\ \ominus \quad \downarrow U \quad \Rightarrow \quad \downarrow T & p \cdot V \downarrow \\ \text{ZERO} \quad U_1 = U_2 \quad \Rightarrow \quad T_1 = T_2 & p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \end{cases}$$

Exercício

Complete a tabela com base no gráfico a seguir:

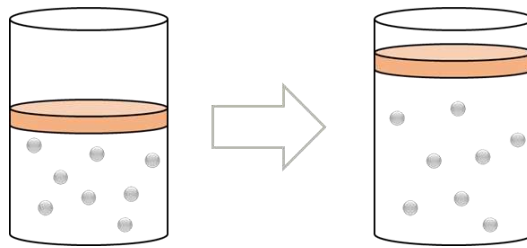


	P.V	T e U	ΔU
AB	↑	↑	POSITIVA
BC			
CD			
DA			
AC1			
AC2			
BD			
DB			

Trabalho termodinâmico

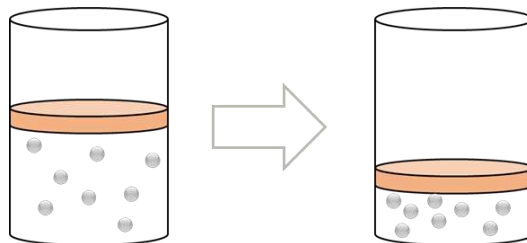
Trabalho termodinâmico

Expansão ($V \uparrow$)



Na expansão o gás realiza trabalho sobre o meio externo.

Compressão ($V \downarrow$)



Na compressão o gás recebe trabalho do meio externo.

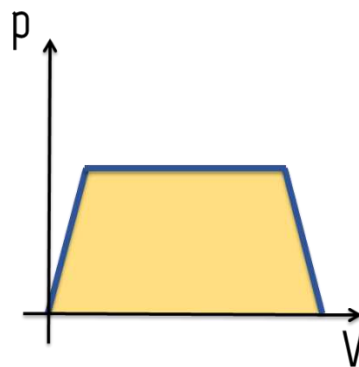
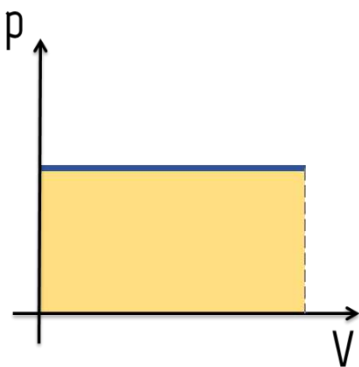
Trabalho termodinâmico

$$W = F \cdot d$$

Somente para F constante

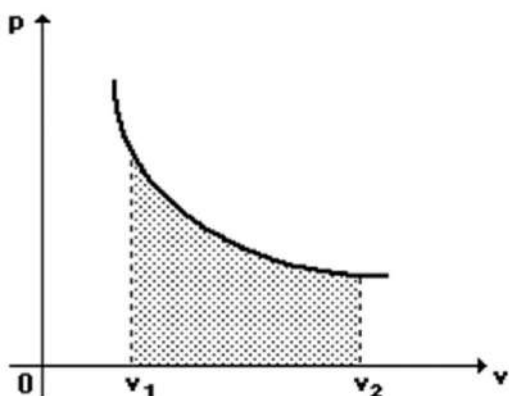
$$W = p \cdot \Delta V$$

Somente para p constante



Exercício 01

(Uece) A figura a seguir representa o gráfico pressão versus volume da expansão isotérmica de um gás perfeito. É correto afirmar que:



- a) a curva apresentada é uma isobárica
- b) a área sombreada do gráfico representa numericamente o trabalho realizado pelo gás ao se expandir
- c) a área sombreada é numericamente igual ao trabalho realizado sobre o gás para sua expansão
- d) a curva do gráfico é uma isocórica

Exercício 02

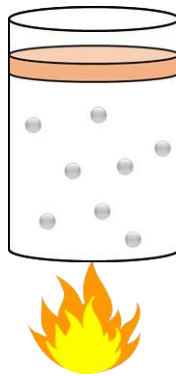
(Unesp) Uma bexiga vazia tem volume desprezível; cheia, o seu volume pode atingir $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. O trabalho realizado pelo ar para encher essa bexiga, à temperatura ambiente, realizado contra a pressão atmosférica, num lugar onde o seu valor é constante e vale $1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, é no mínimo de

- a) 4 J.
- b) 40 J.
- c) 400 J.
- d) 4000 J.
- e) 40000 J.



Primeira lei da termodinâmica

1ª Lei da termodinâmica



$$Q = \Delta U + W$$

Q {
+
-
zero

ΔU {
+
-
zero

W {
+
-
zero

Exercício 01

(Unesp) Transfere-se calor a um sistema, num total de 200 calorias. Verifica-se que o sistema se expande, realizando um trabalho de 150 joules, e que sua energia interna aumenta.

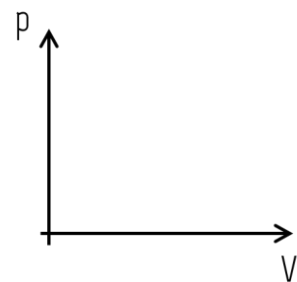
a) Considerando $1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$ calcule a quantidade de energia transferida ao sistema, em joules.

b) Utilizando a primeira lei da termodinâmica, calcule a variação de energia interna desse sistema.

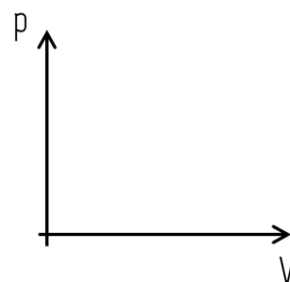
Exercício 02

Determine o que acontece com o gás em cada um dos casos a seguir e represente a transformação em um gráfico $p \times V$.

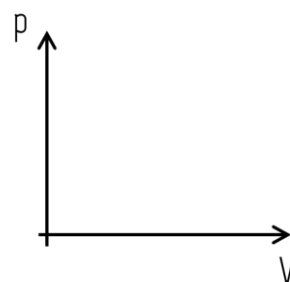
a) Expansão adiabática



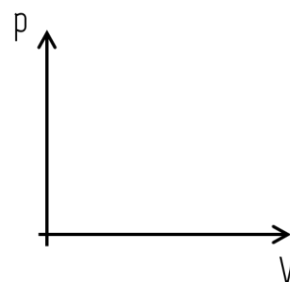
b) Compressão adiabática



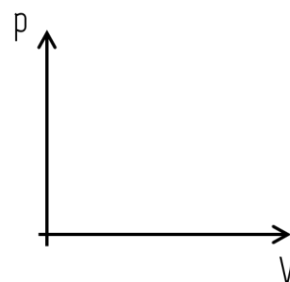
c) Expansão isotérmica



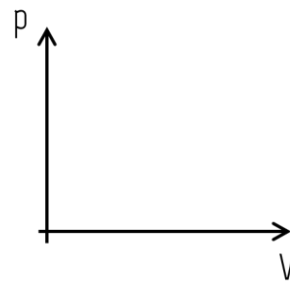
d) Compressão isotérmica



e) Expansão isobárica

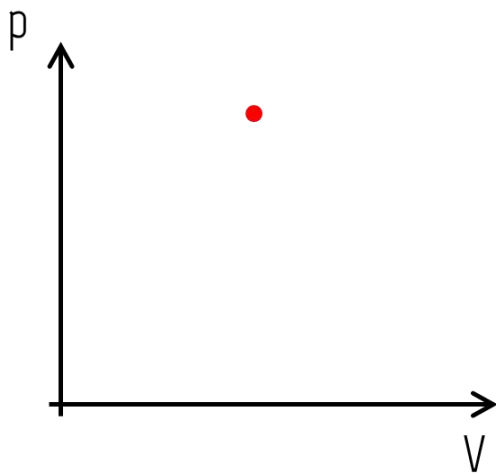


f) Compressão isobárica

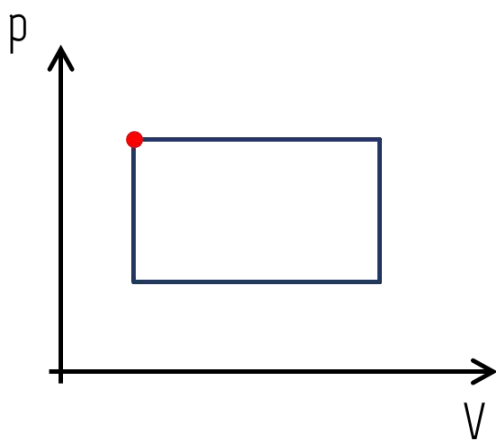


Transformações cíclicas

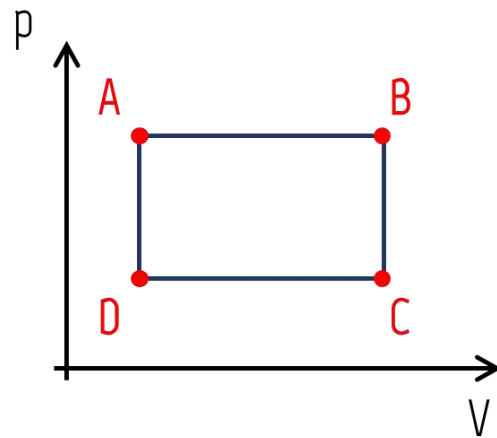
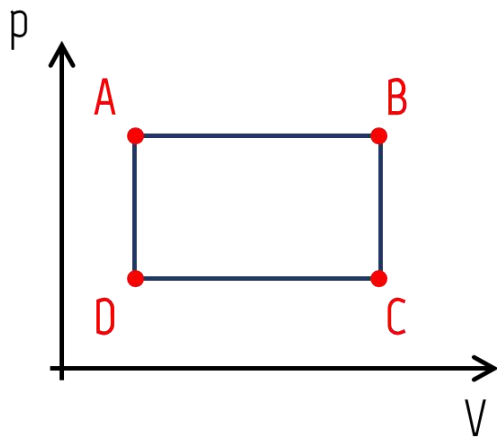
Transformações cíclicas



Varição da energia interna (ΔU)

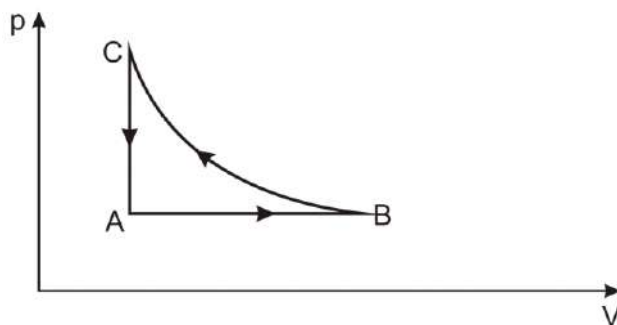


Trabalho (W)



Exercício 01

(Fuvest) Certa quantidade de gás sofre três transformações sucessivas AB, BC e CA conforme o diagrama $p \times V$ apresentado na figura abaixo.



A respeito dessas transformações, afirmou-se o seguinte:

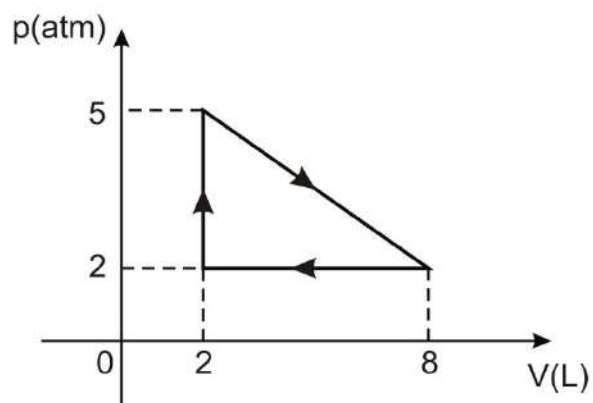
- I. O trabalho total realizado no ciclo ABCA é nulo.
- II. A energia interna do gás no estado C é maior que no estado A.
- III. Durante a transformação AB o gás recebe calor e realiza trabalho.

Está correto o que se afirma em:

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

Exercício 02

[Uern] Considere a transformação cíclica de um gás perfeito representada no gráfico.

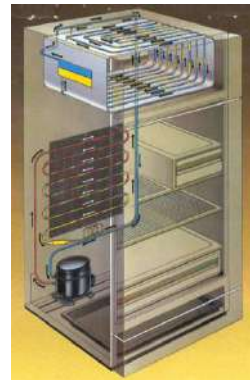


A variação da energia interna e o trabalho em cada ciclo são, respectivamente, iguais a:

- a) 0 e 900 J.
- b) 900 J e 0.
- c) - 900 J e 0.
- d) 0 e - 900 J.

Segunda lei da termodinâmica

Segunda lei da Termodinâmica



Motor

Fonte
quente

$$Q_1 = Q_2 + W$$

MOTOR

Fonte
fria

Não existe, em hipótese alguma, um motor que transforme todo o calor em trabalho.

Rendimento (R ou η)

Fonte quente

$$R(\eta) = \frac{\text{Energia útil}}{\text{Energia consumida}}$$

MOTOR

$$R(\eta) = \frac{W}{Q_1}$$

Fonte fria

$$R(\eta) = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Não existe motor com rendimento de 100 %.

Refrigerador

Fonte quente

$$Q_1 = Q_2 + W$$

REFRIGERADOR

Eficiência (e)

$$e = \frac{\text{Energia útil}}{\text{Energia consumida}}$$

Fonte fria

$$e = \frac{Q_2}{W}$$

Exercício 01

(ifsul) Durante cada ciclo, uma máquina térmica absorve 500 J de calor de um reservatório térmico, realiza trabalho e rejeita 420 J para um reservatório frio. Para cada ciclo, o trabalho realizado e o rendimento da máquina térmica são, respectivamente, iguais a:

- a) 80 J e 16 %
- b) 420 J e 8 %
- c) 420 J e 84 %
- d) 80 J e 84 %

Exercício 02

(Upe) Com base nas Leis da Termodinâmica, analise as afirmativas a seguir:

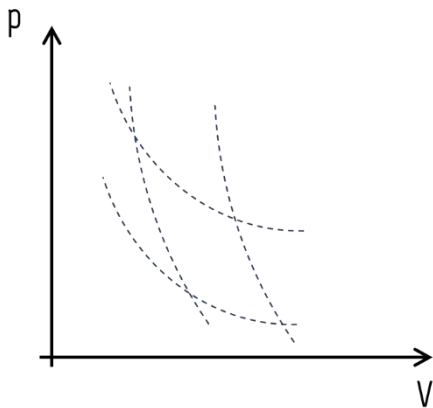
- I. Existem algumas máquinas térmicas que, operando em ciclos, retiram energia, na forma de calor, de uma fonte, transformando-a integralmente em trabalho.
- II. Não existe transferência de calor de forma espontânea de um corpo de temperatura menor para outro de temperatura maior.
- III. Refrigeradores são dispositivos, que transferem energia na forma de calor de um sistema de menor temperatura para outro de maior temperatura.

Está(ão) CORRETA(S)

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

Ciclo de Carnot e Ciclo Otto

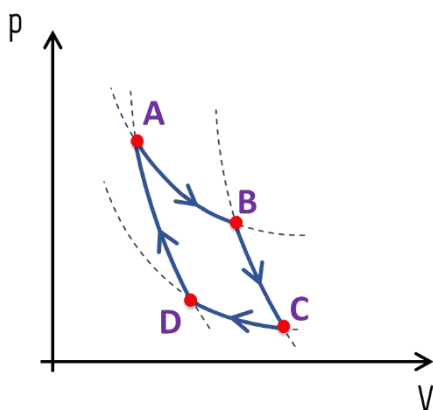
Ciclo de Carnot



Fonte quente

Máquina térmica

Fonte fria

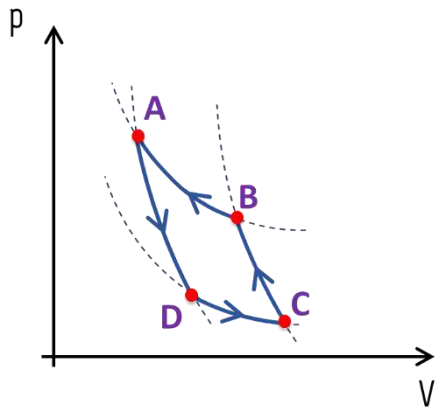


Rendimento (R ou η)

$$R(\eta) = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$R(\eta) = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Um motor de Carnot apresenta rendimento máximo, porém nunca igual a 100%.



O ciclo de Carnot é um ciclo reversível.

Exercício 01

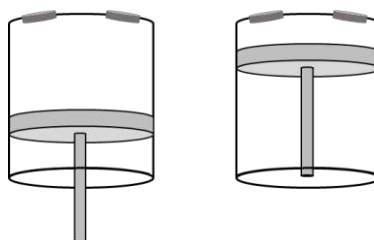
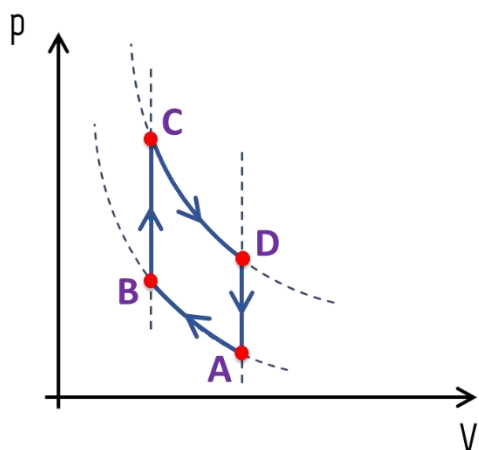
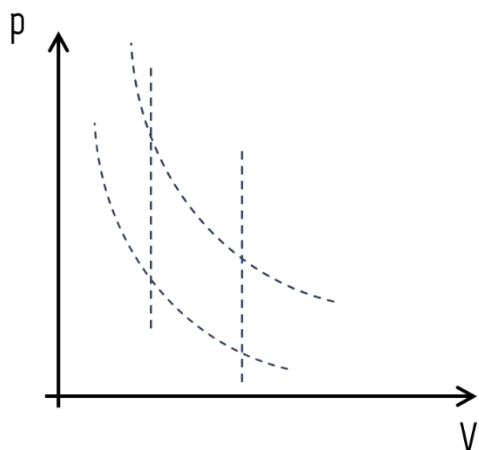
(Pucpr) Uma máquina térmica, operando em um ciclo de Carnot, trabalha entre as temperaturas de -73°C e 227°C . Em cada ciclo, a máquina recebe 500 J de calor da fonte quente. Analise as seguintes afirmativas:

- I. O rendimento dessa máquina é de 40%.
- II. O trabalho realizado pela máquina é de 300 J .
- III. O calor rejeitado, por ciclo, para a fonte fria é de 200 J .

Está correta ou estão corretas:

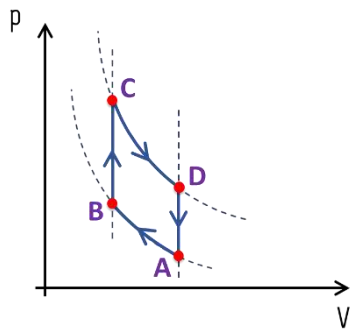
- a) I e II.
- b) II e III.
- c) I e III.
- d) somente II.
- e) somente III.

Ciclo de Otto



Exercício 02

Responsável pelo projeto do motor a 4 tempos em 1876, Nikolaus August Otto (1832-1891), engenheiro alemão, teve sua patente revogada em 1886 porque alguém já tinha tido essa ideia. Porém Otto e seus dois irmãos não se deram por satisfeitos e construíram os primeiros protótipos do seu motor, onde obtiveram grande aceitação por ter um rendimento maior e ser mais silencioso que os modelos concorrentes. A figura a seguir apresenta um modelo teórico do ciclo Otto.



- Determine o que acontece com o gás na transformação AB.
- Determine o que acontece com o gás na transformação BC.
- Determine o que acontece com o gás na transformação CD.
- Determine o que acontece com o gás na transformação DA.

ONDAS - Fundamentos

Ondas

As ONDAS são uma forma de transporte de ENERGIA.

Pulso



Trem de ondas



Classificação das ondas

1) Natureza

a) Mecânica:

As ondas MECÂNICAS precisam de um meio para se propagar.

b) Eletromagnética

As ondas ELETROMAGNÉTICAS NÃO precisam de um meio para se propagar.

2) Propagação e vibração

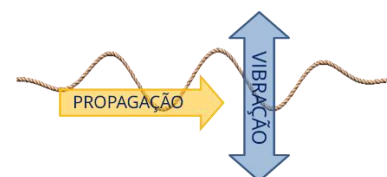
a) Longitudinal

A VIBRAÇÃO e a PROPAGAÇÃO possuem a mesma direção.



b) Transversal

A VIBRAÇÃO e a PROPAGAÇÃO possuem a direções perpendiculares.



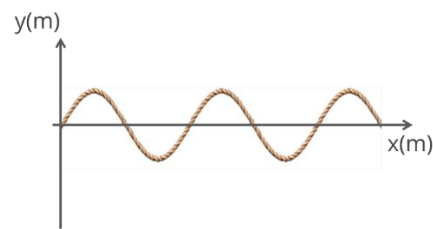
ONDAS - Fundamentos

Elementos de uma onda

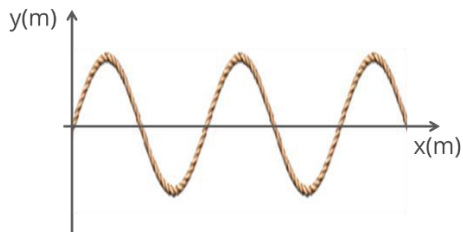
Cristas e vales



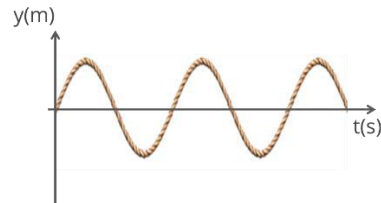
Comprimento de onda (λ)



Amplitude (A)



Período (T)

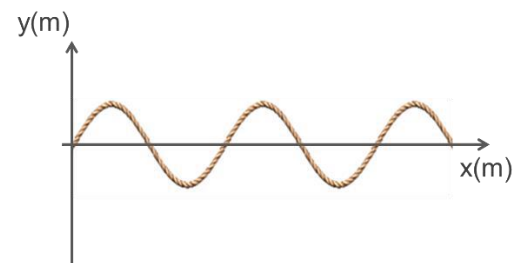


Frequência (f)

$$f = \frac{\text{nº de repetições}}{\text{tempo}}$$



Velocidade (v)



Exercício 01

(Ufpel) No mundo em que vivemos, estamos rodeados de fenômenos físicos. Um desses fenômenos são as ondas, nas quais vivemos imersos, seja através do som, da luz, dos sinais de rádio e televisão etc... Com base nos seus conhecimentos sobre Ondas e sobre a propagação delas em meios elásticos, analise as afirmativas a seguir.

- I. A velocidade de propagação de uma onda não se altera quando ela passa de um meio para outro.
- II. Nas ondas longitudinais, as partículas do meio vibram na mesma direção de propagação da onda.
- III. A frequência de uma onda não se altera quando ela passa de um meio para outro.
- IV. O som é uma onda eletromagnética, pois, se propaga no vácuo.
- V. As ondas eletromagnéticas são sempre do tipo transversal.

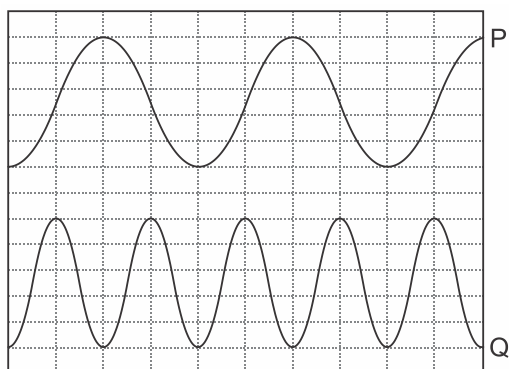
Dessas afirmativas estão corretas apenas

- a) I, II, III e V. b) I, II e IV. c) II, III e V. d) III e IV. e) III, IV e V.

Exercício 02

(Ufrgs) Na figura abaixo, estão representadas duas ondas transversais P e Q em um dado instante de tempo. Considere que as velocidades de propagação das ondas são iguais.

Sobre essa representação das ondas P e Q são feitas as seguintes afirmações.



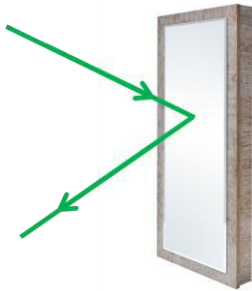
- I. A onda P tem o dobro da amplitude da onda Q.
- II. A onda P tem o dobro do comprimento de onda da onda Q.
- III. A onda P tem o dobro de frequência da onda Q.

Quais estão corretas?

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

Reflexão

Reflexão



Na reflexão a onda incide em uma separação de meios e retorna.

A velocidade (v), o comprimento de onda (λ) e a frequência (f) permanecem constantes..

Reflexão em cordas

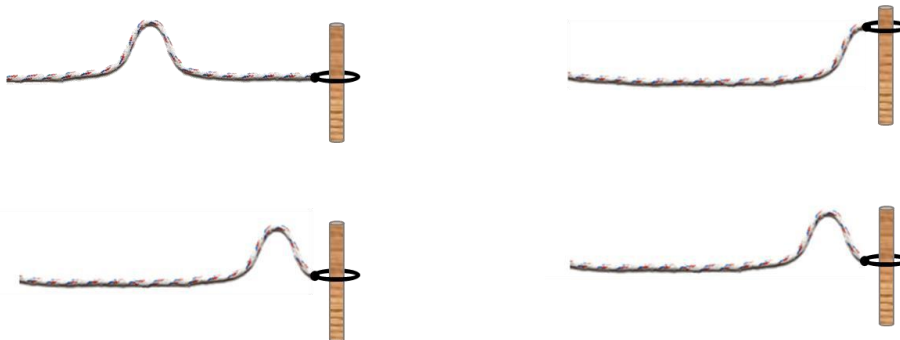
1) Extremidade fixa

Reflexão COM inversão de fase.

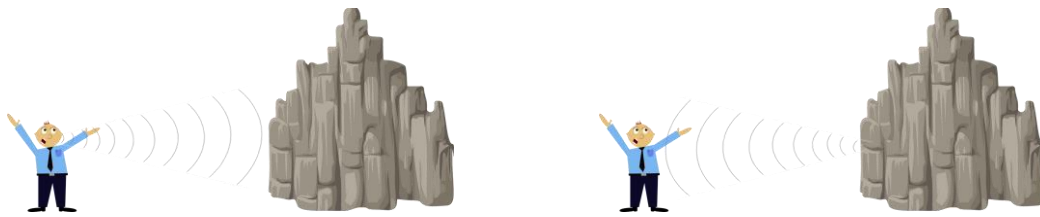


2) Extremidade livre

Reflexão SEM inversão de fase.



Reflexão de ondas sonoras



ANOTAÇÕES:

Exercício 01

(CPS) Quem viaja para a Amazônia poderá ver o boto cor-de-rosa que, de acordo com famosa lenda local, se transforma em um belo e sedutor rapaz.

Botos e golfinhos são capazes de captar o reflexo de sons emitidos por eles mesmos, o que lhes permite a percepção do ambiente que os cerca, mesmo em águas escuras.

O fenômeno ondulatório aplicado por esses animais é denominado

- a) eco e utiliza ondas mecânicas.
- b) eco e utiliza ondas eletromagnéticas.
- c) radar e utiliza ondas elétricas.
- d) radar e utiliza ondas magnéticas.
- e) radar e utiliza ondas eletromagnéticas.

Exercício 02

(ENEM) O sonar é um equipamento eletrônico que permite a localização de objetos e a medida de distâncias no fundo do mar, pela emissão de sinais sônicos e ultrassônicos e a recepção dos respectivos ecos. O fenômeno do eco corresponde à reflexão de uma onda sonora por um objeto, a qual volta ao receptor pouco tempo depois de o som ser emitido. No caso do ser humano, o ouvido é capaz de distinguir sons separados por, no mínimo, 0,1 segundo.

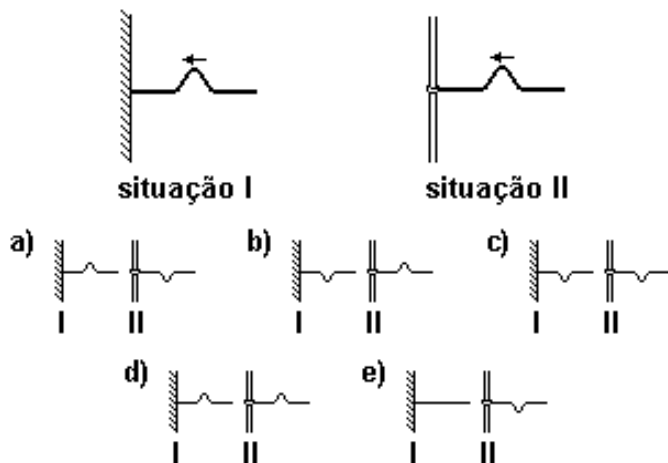
Considerando uma condição em que a velocidade do som no ar é 340 m/s qual é a distância mínima a que uma pessoa deve estar de um anteparo refletor para que se possa distinguir o eco do som emitido?

- a) 17 m
- b) 34 m
- c) 68 m
- d) 1700 m
- e) 3400 m

Exercício 03

(UFF) A figura representa a propagação de dois pulsos em cordas idênticas e homogêneas. A extremidade esquerda da corda, na situação I, está fixa na parede e, na situação II, está livre para deslizar, com atrito desprezível, ao longo de uma haste.

Identifique a opção em que estão mais bem representados os pulsos refletidos nas situações I e II:



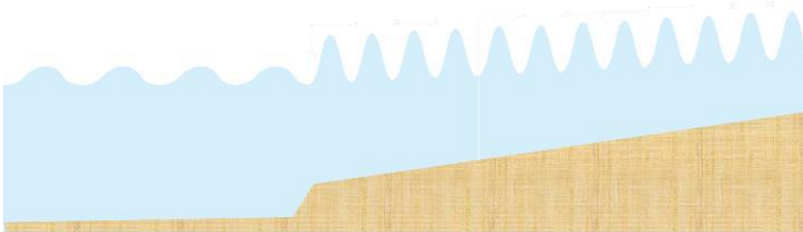


Refração

Refração



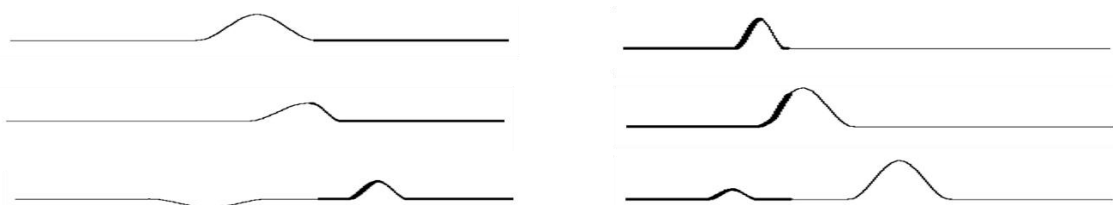
Na refração a onda incide em uma separação de meios e passa de um meio para o outro.



A velocidade (v) e o comprimento de onda (λ) variam, porém, a frequência (f) permanece constante.

Refração em cordas

Na refração a onda nunca sofre inversão de fase.



Exercício 01

(Uece) Um apontador laser, também conhecido como “laser pointer”, é direcionado não perpendicularmente para a superfície da água de um tanque, com o líquido em repouso. O raio de luz monocromático incide sobre a superfície, sendo parcialmente refletido e parcialmente refratado. Em relação ao raio incidente, o refratado muda:

- a) a frequência.
- b) o índice de refração.
- c) a velocidade de propagação.
- d) a densidade.

Exercício 02

(Udesc) Uma onda de rádio que se propaga no vácuo possui uma frequência f , velocidade de $3 \cdot 10^8$ m/s e um comprimento de onda igual a 5 m. Quando ela penetra na água, a velocidade desta onda vale $2,1 \cdot 10^8$ m/s. Na água, a frequência e o comprimento de onda valem, respectivamente:

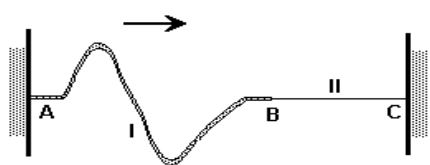
- a) $4,2 \cdot 10^7$ Hz, 1,5 m
- b) $6,0 \cdot 10^7$ Hz, 5,0 m
- c) $6,0 \cdot 10^7$ Hz, 3,5 m
- d) $4,2 \cdot 10^7$ Hz, 5,0 m
- e) $4,2 \cdot 10^7$ Hz, 3,5 m

Exercício 03

(Ufv) Duas cordas, de densidades lineares diferentes, são unidas conforme indica a figura.

As extremidades A e C estão fixas e a corda I é mais densa que a corda II. Admitindo-se

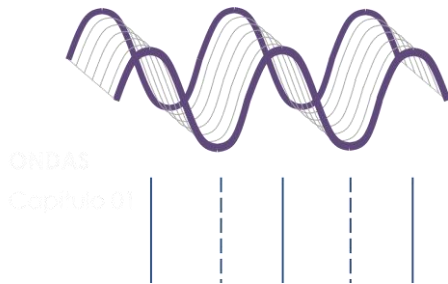
que as cordas não absorvam energia, em relação à onda que se propaga no sentido indicado, pode-se afirmar que:



- a) o comprimento de onda é o mesmo nas duas cordas.
- b) a velocidade é a mesma nas duas cordas.
- c) a frequência é maior na corda I.
- d) a frequência é maior na corda II.
- e) a frequência é a mesma nas duas cordas.

Difração

Representação de uma onda

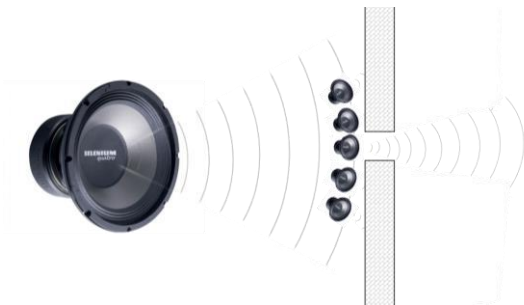


Princípio de Huygens

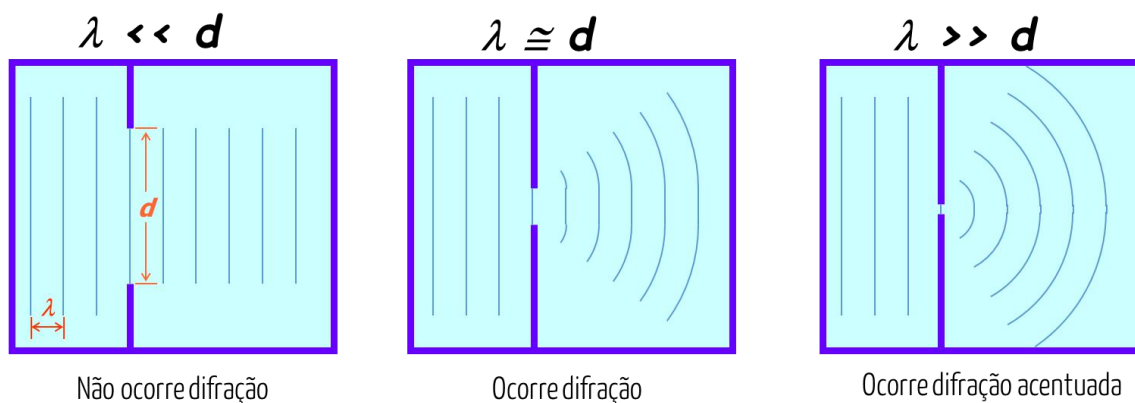


Cada ponto de uma frente de onda se comporta como se fosse uma nova fonte emissora de onda

Difração



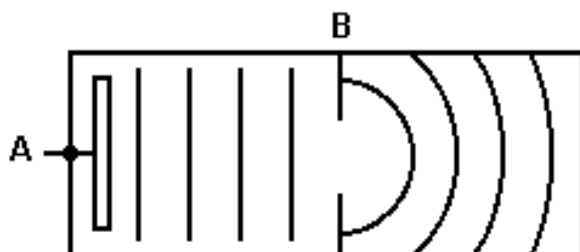
Na difração a onda contorna o obstáculo



Quanto maior o comprimento de onda (λ) em relação ao tamanho de fenda (d), mais intensa é a difração.

Exercício 01

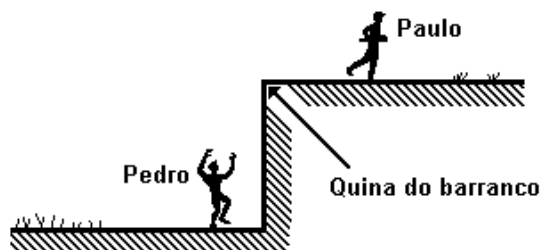
(UFSM) A figura representa uma cuba com água onde o dispositivo A produz uma onda plana que chega ao anteparo B, o qual possui uma abertura. O fenômeno representado após a abertura é conhecido como:



- a) difração.
- b) refração.
- c) polarização.
- d) reflexão.
- e) interferência.

Exercício 02

(UFRN) Pedro está trabalhando na base de um barranco e pede uma ferramenta a Paulo, que está na parte de cima (ver figura). Além do barranco, não existe, nas proximidades, nenhum outro obstáculo.

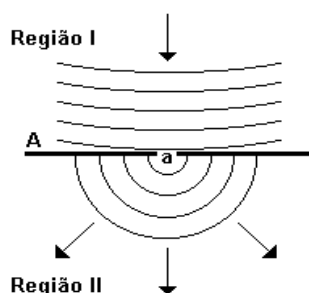


Do local onde está, Paulo não vê Pedro, mas escuta-o muito bem porque, ao passarem pela quina do barranco, as ondas sonoras sofrem

- a) convecção.
- b) reflexão.
- c) polarização.
- d) difração.

Exercício 03

(PUCMG) A figura mostra uma onda que, ao se propagar no sentido da seta superior, atinge o anteparo A onde há um orifício a, prosseguindo conforme indicam as setas inferiores. O meio de propagação é o mesmo, antes do anteparo (Região I) e depois do anteparo (Região II). Sobre tal situação, é FALSO afirmar que:



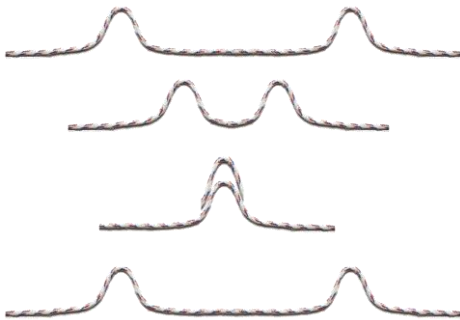
- a) o comprimento de onda na Região I é maior que o comprimento de onda na Região II.
- b) o fenômeno que ocorre na passagem da Região I para a Região II é a difração.
- c) o módulo da velocidade de propagação da onda na Região I é igual ao módulo da velocidade de propagação da onda na Região II.
- d) o período da onda na Região I é igual ao período da onda na Região II.

Interferência

Interferência

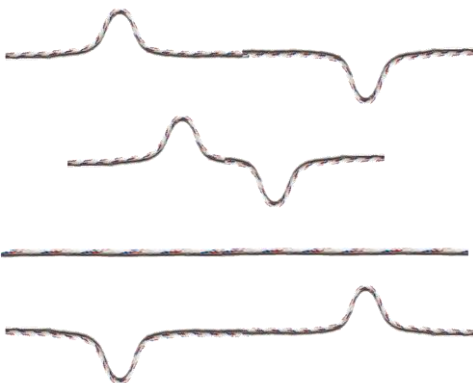
A interferência só acontece entre ondas de mesma frequência ou de frequências muito próximas.

Interferência construtiva



A interferência construtiva ocorre quando há a superposição de ondas em concordância de fase. Nesse caso suas amplitudes se somam. Depois da interferência cada onda segue seu caminho com as mesmas características iniciais.

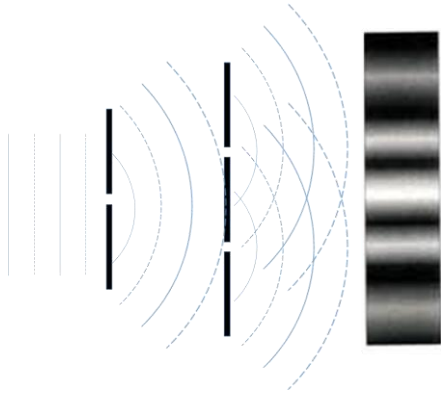
Interferência destrutiva



A interferência destrutiva ocorre quando há a superposição de ondas em oposição de fase. Nesse caso suas amplitudes se subtraem. Depois da interferência cada onda segue seu caminho com as mesmas características iniciais.

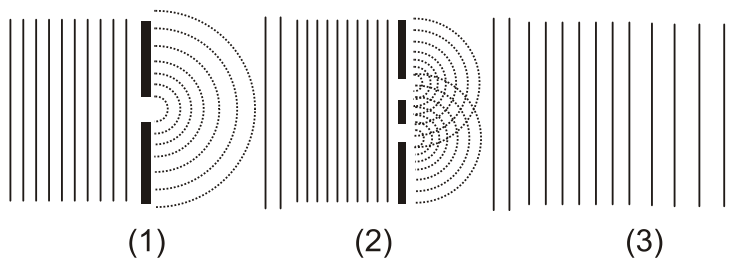
Experimento de Young

Comprovou a natureza ondulatória da luz



Exercício 01

(UGRGS) Em cada uma das imagens abaixo, um trem de ondas planas move-se a partir da esquerda.



Os fenômenos ondulatórios apresentados nas figuras 1, 2 e 3 são, respectivamente,

- a) refração - interferência - difração.
- b) difração - interferência - refração.
- c) interferência - difração - refração.
- d) difração - refração - interferência.
- e) interferência - refração - difração.

Exercício 02

[UEM] Sobre os fenômenos de interferência e difração de ondas, assinale o que for correto.

01) Em uma interferência de duas ondas mecânicas se propagando em uma corda, os pontos que permanecem em repouso são chamados de antinodos.

02) O fenômeno da interferência de ondas pode ser entendido como consequência do princípio da superposição de ondas e este, por sua vez, como consequência do princípio da conservação da energia.

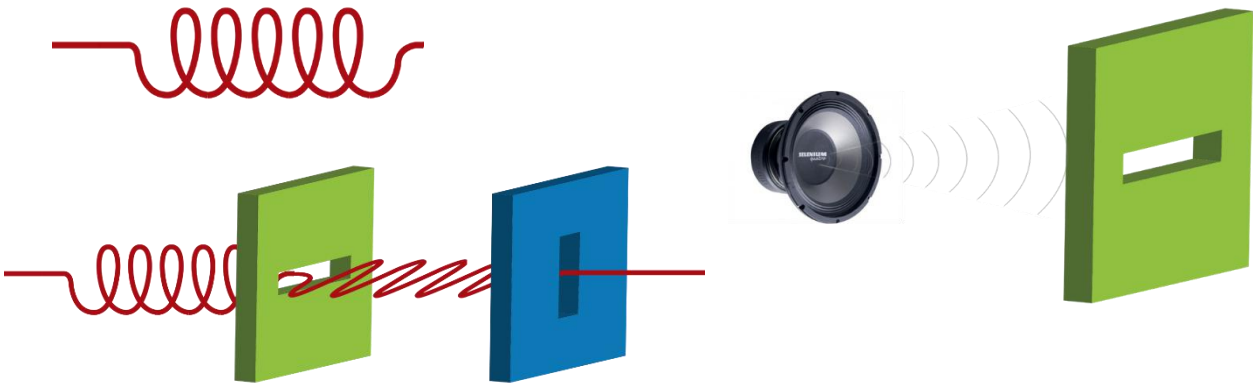
04) O experimento de difração em fenda dupla comprova a natureza ondulatória da luz.

08) Duas ondas que se interferem construtivamente têm suas características físicas individuais alteradas.

16) A difração é a propriedade que uma onda possui de contornar um obstáculo, ao ser parcialmente interrompida por ele.

Polarização - Como funciona o 3D

Polarização



Somente ondas transversais podem ser polarizadas. O som não pode ser polarizado pois ele é uma onda longitudinal.

Exercício 01

(Ufrgs) Considere as seguintes afirmações sobre fenômenos ondulatórios e suas características.

- I. A difração ocorre apenas com ondas sonoras.
- II. A interferência ocorre apenas com ondas eletromagnéticas.
- III. A polarização ocorre apenas com ondas transversais.

Quais estão corretas?

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

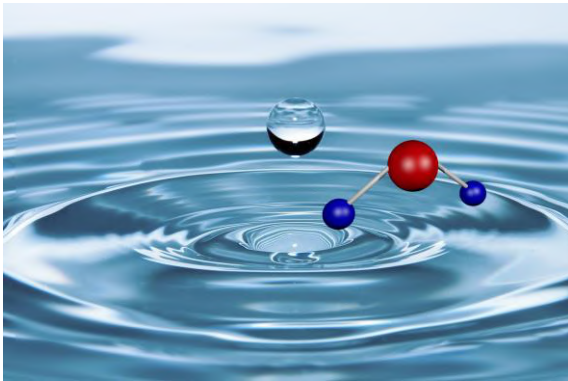
Exercício 02

(Uepg) Quando uma pedra é jogada na água é possível observar que a perturbação que ela produz se propaga em toda a superfície livre da água por meio de ondas. O movimento ondulatório apresenta fenômenos, tais como reflexão, refração, difração, polarização, entre outros. Sobre esses fenômenos ondulatórios, assinale o que for correto.

- 01) Uma onda quando muda de velocidade ao passar de um meio para outro meio pode sofrer reflexão e refração.
- 02) Ondas sonoras não sofrem o fenômeno de polarização.
- 04) A difração, através de uma fenda, somente é observada quando a fenda é menor ou da mesma ordem de grandeza do comprimento de onda.
- 08) Numa onda polarizada todas as partículas do meio vibram numa única direção perpendicular à direção de propagação da onda.
- 16) O fenômeno de difração ocorre quando uma onda contorna um obstáculo que, parcialmente, a interrompe.

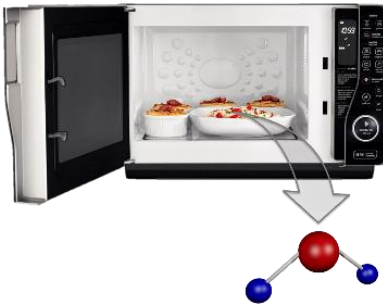
Ressonância (parte 01)

Frequência natural



É frequência na qual cada corpo mais consegue absorver energia na forma de vibração (é a frequência que cada corpo “gosta” de vibrar).

Ressonância



Quando a frequência externa é igual a frequência natural do corpo (estrutura) o mesmo entra em ressonância.



Exercício 01

(ENEM) As moléculas de água são dipolos elétricos que podem se alinhar com o campo elétrico, da mesma forma que uma bússola se alinha com um campo magnético. Quando o campo elétrico oscila, as moléculas de água fazem o mesmo. No forno de micro-ondas, a frequência de oscilação do campo elétrico é igual à frequência natural de rotação das moléculas de água. Assim, a comida é cozida quando o movimento giratório das moléculas de água transfere a energia térmica às moléculas circundantes.

HEWITT, P. Física conceitual. Porto Alegre: Bookman, 2002 [adaptado].

A propriedade das ondas que permite, nesse caso, um aumento da energia de rotação das moléculas de água é a

- a) reflexão.
- b) refração.
- c) ressonância.
- d) superposição.
- e) difração.

Exercício 02

(UFG) As ondas eletromagnéticas geradas pela fonte de um forno de micro-ondas têm uma frequência bem característica, e, ao serem refletidas pelas paredes internas do forno, criam um ambiente de ondas estacionárias. O cozimento (ou esquentamento) ocorre devido ao fato de as moléculas constituintes do alimento, sendo a de água a principal delas, absorverem energia dessas ondas e passarem a vibrar com a mesma frequência das ondas emitidas pelo tubo gerador do forno. O fenômeno físico que explica o funcionamento do forno de micro-ondas é a

- a) ressonância.
- b) interferência.
- c) difração.
- d) polarização.
- e) absorção.

Ressonância (parte 02)

Exercício 01

(ENEM) Ao sintonizarmos uma estação de rádio ou um canal de TV em um aparelho, estamos alterando algumas características elétricas de seu circuito receptor. Das inúmeras ondas eletromagnéticas que chegam simultaneamente ao receptor, somente aquelas que oscilam com determinada frequência resultarão em máxima absorção de energia.

O fenômeno descrito é a

- a) difração. b) refração. c) polarização. d) interferência. e) ressonância.

Exercício 02

Os fenômenos ondulatórios explicam diversos fatos relacionados ao nosso cotidiano como, por exemplo, o funcionamento do nosso sistema auditivo, o funcionamento de um forno micro-ondas, os exames de ressonância magnética, dentre outros.

Com relação a esses fenômenos analise as afirmativas a seguir.

I. A superposição de duas ondas transversais idênticas em fase produz uma onda com amplitude aumentada.

II. A superposição de duas ondas longitudinais idênticas fora de fase produz o cancelamento mútuo.

III. Quando a frequência de vibração forçada de um objeto se iguala à sua frequência natural ocorre um dramático aumento da amplitude. Esse fenômeno é denominado ressonância.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) Apenas as afirmações I e II são verdadeiras.
b) Apenas as afirmações I e III são verdadeiras.
c) Apenas as afirmações II e III são verdadeiras.
d) Todas as afirmações são verdadeiras.



Som - propriedades fisiológicas (parte 01)

SOM



As ondas sonoras são ondas mecânicas e longitudinais. Classificamos como SOM as ondas sonoras que possuem frequência entre 20 Hz e 20.000 Hz.

Propriedades fisiológicas do som

1) Altura

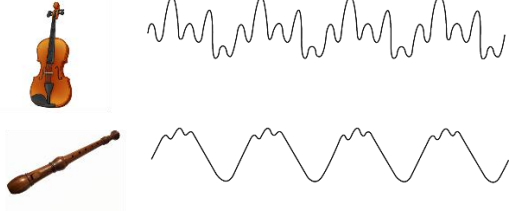
ANOTAÇÕES:

Som alto

Som baixo

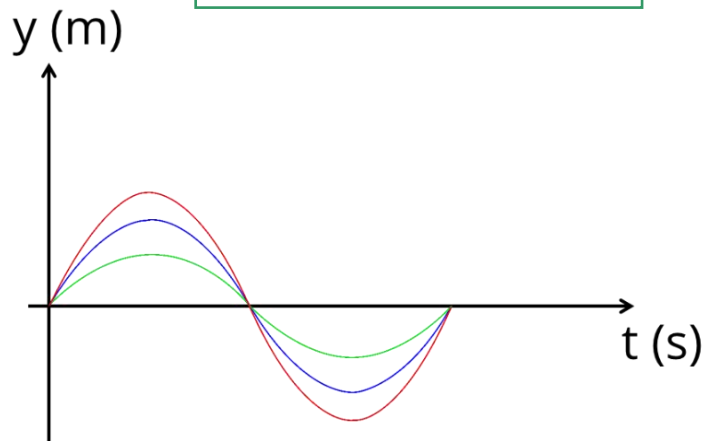
	Dó	Ré	Mi	Fá	Sol	Lá	Si
0	–	–	–	–	–	27,5	30,8677
1	32,7032	36,7081	41,2035	43,6535	48,9993	55	123,470
2	65,4065	73,4162	82,407	87,307	97,9987	110	123,470
3	130,813	146,832	164,814	174,614	195,997	220	246,941
4	261,62	293,665	329,628	349,228	391,995	440	493,883
5	523,25	587,33	659,256	698,456	783,99	880	987,766
6	1046,5	1174,66	1318,51	1396,91	1567,98	1760	1975,53
7	2093,0	2349,32	2637,02	2793,82	3135,96	3520	3951,06
8	4186,0	–	–	–	–	–	–

2) Timbre



O timbre está relacionado com o formato da onda. Instrumentos (fontes sonoras) diferentes emitem sons com timbres diferentes.

3) Intensidade



A intensidade de uma onda sonora está relacionada com a amplitude da onda.

Exercício 01

(ENEM) Ao ouvir uma flauta e um piano emitindo a mesma nota musical, consegue-se diferenciar esses instrumentos um do outro.

Essa diferenciação se deve principalmente ao(a)

- intensidade sonora do som de cada instrumento musical.
- potência sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais.
- diferente velocidade de propagação do som emitido por cada instrumento musical
- timbre do som, que faz com que os formatos das ondas de cada instrumento sejam diferentes.
- altura do som, que possui diferentes frequências para diferentes instrumentos musicais.

Exercício 02

(PUC-RS) Nossos sentidos percebem de forma distinta características das ondas sonoras, como: frequência, timbre e amplitude. Observações em laboratório, com auxílio de um gerador de áudio, permitem verificar o comportamento dessas características em tela de vídeo e confrontá-las com nossa percepção. Após atenta observação, é correto concluir que as características que determinam a altura do som e a sua intensidade são, respectivamente,

- a) frequência e timbre.
- b) frequência e amplitude.
- c) amplitude e frequência.
- d) amplitude e timbre.
- e) timbre e amplitude.

Exercício 03

(UFSCAR) Sabemos que, em relação ao som, quando se fala em altura, o som pode ser agudo ou grave, conforme a sua frequência. Portanto, é certo afirmar que:

- a) o que determina a altura e a frequência do som é a sua amplitude.
- b) quanto maior a frequência da fonte geradora, mais agudo é o som.
- c) o som é mais grave de acordo com a intensidade ou nível sonoros emitidos.
- d) sons mais agudos possuem menor velocidade de propagação que sons mais graves.
- e) sons graves ou agudos propagam-se com mesma velocidade no ar e no vácuo.

Som - propriedades fisiológicas (parte 02)

Intensidade sonora



$$A = 4 \cdot \pi \cdot r^2$$

Exercício 01

Um alto-falante com potência de 3.000 W emite uma onda esférica em um local aberto. Qual é a intensidade da onda a uma distância de 10 m e de 100 m?
(Considere $\pi=3$)

Exercício 02

Duas fontes puntiformes, separadas por uma distância 12 m, emitem ondas esféricas em um meio homogêneo isotrópico, com potências P_1 e P_2 . Suponha que o meio não absorva energia. Em um ponto Q, situado entre as duas fontes sobre a linha que as une, as intensidades das duas ondas são iguais. Assinale a alternativa que contém a distância do ponto Q à fonte de potência P_1 , se $P_1 = 4P_2$.

- a) 3 m
- b) 5 m
- c) 8 m
- d) 9 m
- e) 10 m

Som - propriedades fisiológicas (parte 02)

Nível de intensidade sonora (N, β)

$$N = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

Situação	Intensidade I (W/m ²)	Nível sonoro N (dB)
 Limiar de audibilidade	10 ⁻¹²	0
 Cochicho	10 ⁻¹⁰	20
 No lar	10 ⁻⁸	40
 Em uma festa barulhenta	10 ⁻⁶	60
 Barulho do tráfego intenso	10 ⁻⁴	80
 Máquina agrícola potente	10 ⁻²	100
 Conjunto de rock	10 ⁻¹	110
 Avião a jato decolando a 30 m de distância	10 ²	140

Nível de ruído dB(A)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Exercício 01

A intensidade do som em um jardim sossegado é da ordem de 10^{-9} W/m^2 , em um restaurante é de 10^{-7} W/m^2 . O limiar da audição se dá a 10^{-12} W/m^2 .

Calcule o nível sonoro, em dB, no jardim e no restaurante.

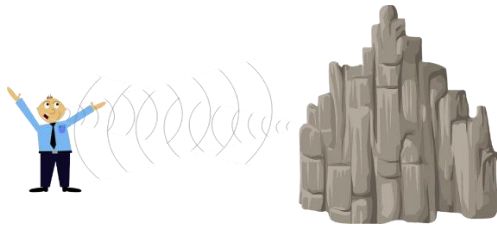
Exercício 02

Um equipamento foi usado para medir o nível de ruído de uma rua de uma grande cidade em dB. A leitura no aparelho foi de 90 dB às 18h.

Calcule a intensidade da onda sonora no local onde foi realizada a medição.

Fenômenos sonoros

Eco (Reflexão)



Reforço (Reflexão)-



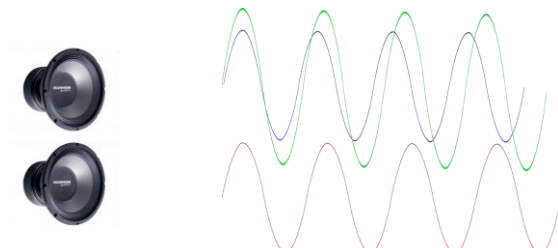
ANOTAÇÕES:

ANOTAÇÕES:

Reverberação (Reflexão)



Batimento (Interferência)



ANOTAÇÕES:

ANOTAÇÕES:

Exercício 01

Um fenômeno bastante interessante ocorre quando duas ondas periódicas de frequências muito próximas, por exemplo, $f_1 = 100 \text{ Hz}$ e $f_2 = 102 \text{ Hz}$, interferem entre si. A onda resultante tem uma frequência diferente daquelas que interferem entre si. Além disso, ocorre também uma modulação na amplitude da onda resultante, modulação esta que apresenta uma frequência característica f_0 . Essa oscilação na amplitude da onda resultante é denominada batimento. Pelos dados fornecidos, pode-se afirmar que a frequência do som resultante da interferência entre as ondas de frequências f_1 e f_2 é:

- a) 202 Hz
- b) 101 Hz
- c) 2,02 Hz
- d) 2,00 Hz
- e) 1,01 Hz

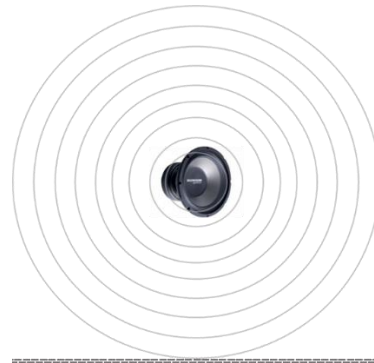
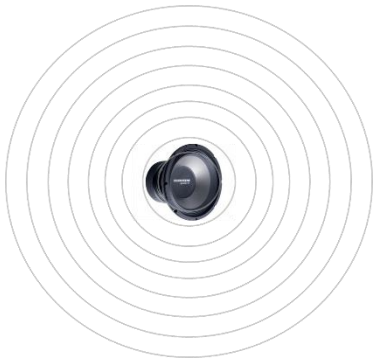
Exercício 02

(UFPR) Foram geradas duas ondas sonoras em um determinado ambiente, com frequências f_1 e f_2 . Sabe-se que a frequência f_2 era de 88Hz. Percebeu-se que essas duas ondas estavam interferindo entre si, provocando o fenômeno acústico denominado "batimento", cuja frequência era de 4Hz. Com o uso de instrumentos adequados, verificou-se que o comprimento de onda para a frequência f_2 era maior que o comprimento de onda para a frequência f_1 . Com base nessas informações, assinale a alternativa que apresenta a frequência f_1 .

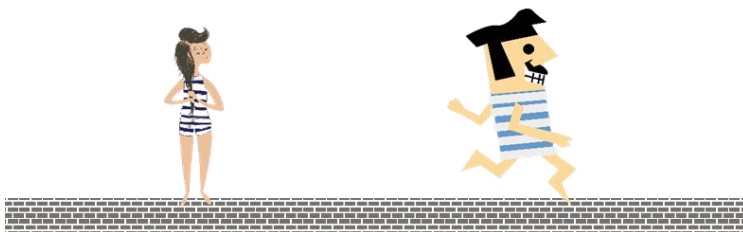
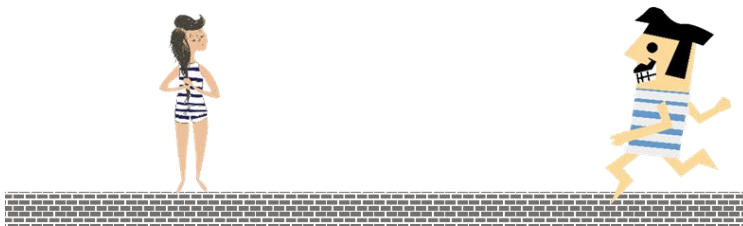
- a) 22 Hz
- b) 46 Hz
- c) 84 Hz
- d) 92 Hz
- e) 352 Hz

Efeito Doppler (parte 01)

Efeito Doppler



Velocidade relativa



ANOTAÇÕES:

ANOTAÇÕES:

ANOTAÇÕES:

Efeito Doppler



$$f_{AP} = f \cdot \frac{V}{V} \cdot \frac{V_o}{V_F}$$

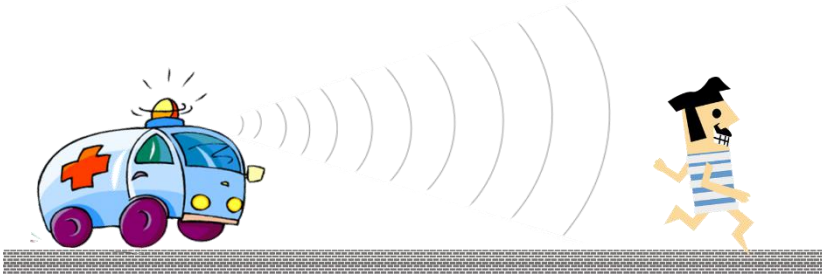


$$f_{AP} = f \cdot \frac{V}{V} \cdot \frac{V_o}{V_F}$$

ONDAS



$$f_{AP} = f \cdot \frac{V}{V} \cdot \frac{V_o}{V_F}$$



$$f_{AP} = f \cdot \frac{V}{V - V_F} \cdot \frac{V_O}{V}$$



$$f_{AP} = f \cdot \frac{V}{V - V_F} \cdot \frac{V_O + V}{V}$$



ANOTAÇÕES:

Exercício 01

(Uel) As ambulâncias, comuns nas grandes cidades, quando transitam com suas sirenes ligadas, causam ao sentido auditivo de pedestres parados a percepção de um fenômeno sonoro denominado efeito Doppler.

Sobre a aproximação da sirene em relação a um pedestre parado, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, o efeito sonoro percebido por ele causado pelo efeito Doppler.

- a) Aumento no comprimento da onda sonora.
- b) Aumento na amplitude da onda sonora.
- c) Aumento na frequência da onda sonora.
- d) Aumento na intensidade da onda sonora.
- e) Aumento na velocidade da onda sonora.

Exercício 02

(Ufrn) O radar é um dos equipamentos usados para controlar a velocidade dos veículos nas estradas. Ele é fixado no chão e emite um feixe de micro-ondas que incide sobre o veículo e, em parte, é refletido para o aparelho. O radar mede a diferença entre a frequência do feixe emitido e a do feixe refletido. A partir dessa diferença de frequências, é possível medir a velocidade do automóvel.

O que fundamenta o uso do radar para essa finalidade é o(a):

- a) lei da refração.
- b) efeito fotoelétrico.
- c) lei da reflexão.
- d) efeito Doppler.

Efeito Doppler (parte 02)

Efeito Doppler

Exercício 01

(Upf) Em certas observações astronômicas, os cientistas encontram situações nas quais é possível detectar o Efeito Doppler com a luz. Nessas situações, a percepção de que a cor da luz emitida por certa estrela parece ser mais avermelhada do que realmente é significa que:

- a) a estrela está muito distante da Terra.
- b) a estrela está se afastando da Terra.
- c) a luz sofre refração na atmosfera.
- d) a luz se propaga com velocidade muito grande no vácuo.
- e) a estrela está se aproximando da Terra.

Efeito Doppler para a luz

$$f_{AP} = f \cdot \sqrt{\frac{C \pm v}{C \pm v}}$$

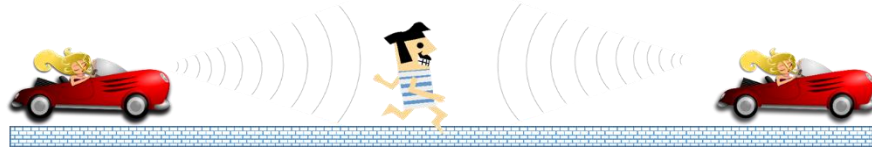
$$f_{AP} = f \cdot \sqrt{\frac{C - v}{C + v}}$$



Exercício 02

(Ita) Um pesquisador percebe que a frequência de uma nota emitida pela buzina de um automóvel parece cair de 284 Hz para 266 Hz à medida que o automóvel passa por ele. Sabendo que a velocidade do som no ar é 330 m/s, qual das alternativas melhor representa a velocidade do automóvel?

- a) 10,8 m/s
- b) 21,6 m/s
- c) 5,4 m/s
- d) 16,2 m/s
- e) 8,6 m/s



Equação de Taylor e Ondas estacionárias

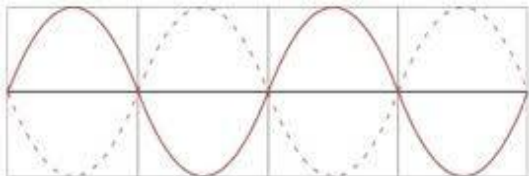
Velocidade da onda em uma corda



ANOTAÇÕES:

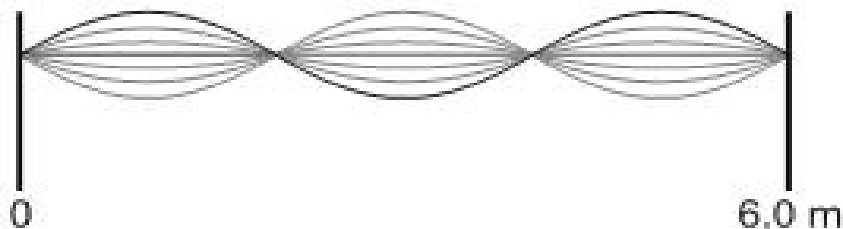
Equação de Taylor

Ondas estacionárias



Exercício 01

(Pucrj) Uma corda presa em suas extremidades é posta a vibrar. O movimento gera uma onda estacionária como mostra a figura.

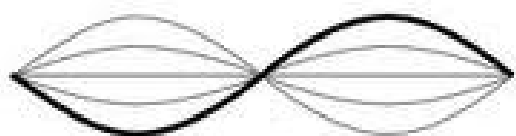


Calcule, utilizando os parâmetros da figura, o comprimento de onda em metros da vibração mecânica imposta à corda.

- a) 1,0 b) 2,0 c) 3,0 d) 4,0 e) 6,0

Exercício 02

(UFC) Um motor produz vibrações transversais, com frequência de 10 Hz, em uma corda homogênea de 2,0 m de comprimento e densidade linear 0,05 kg/m. Uma das extremidades da corda é mantida fixa em uma parede, enquanto a outra está ligada ao motor. Sabendo-se que, com esta frequência, a corda forma uma onda estacionária conforme a figura, determine o valor da tensão na corda e, em seguida, assinale a alternativa que apresenta corretamente esse valor.

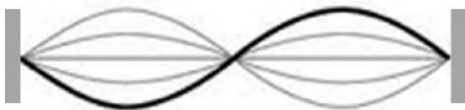
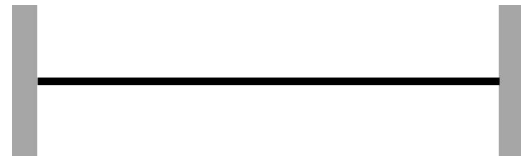


- a) 10 N
b) 20 N
c) 200 N
d) 400 N
e) 1000 N



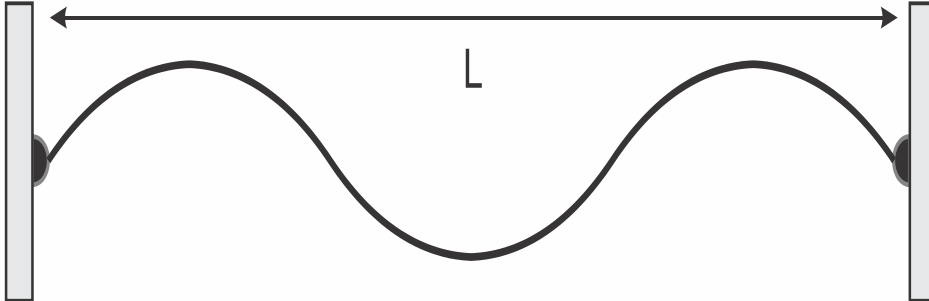
Cordas sonoras

Cordas sonoras



Exercício 01

(Ufrgs) A figura abaixo representa uma onda estacionária produzida em uma corda de comprimento 50 cm.



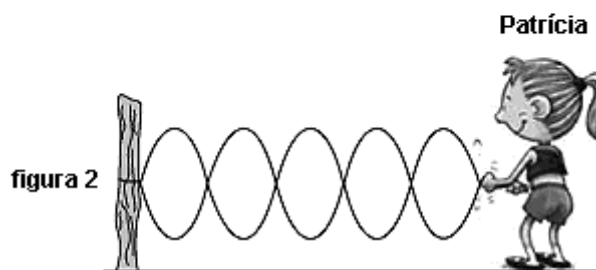
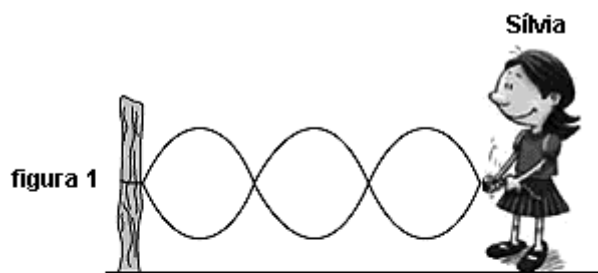
Sabendo que o módulo da velocidade de propagação de ondas nessa corda é 40 m/s, a frequência da onda é de

- a) 40 Hz
- b) 60 Hz
- c) 80 Hz
- d) 100 Hz
- e) 120 Hz

Exercício 02

(UfMT) Sílvia e Patrícia brincavam com uma corda quando perceberam que, prendendo uma das pontas num pequeno poste e agitando a outra ponta em um mesmo plano, faziam com que a corda oscilasse de forma que alguns de seus pontos permaneciam parados, ou seja, se estabelecia na corda uma onda estacionária.

A figura 1 mostra a configuração da corda quando Sílvia está brincando e a figura 2 mostra a configuração da mesma corda quando Patrícia está brincando.

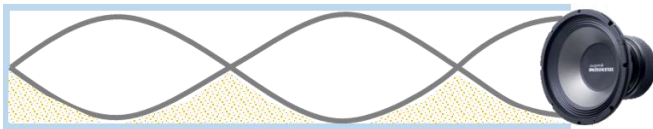


Considerando-se iguais, nas duas situações, as velocidades de propagação das ondas na corda, e chamando de f_S e f_P as frequências com que Sílvia e Patrícia, respectivamente, estão fazendo a corda oscilar, pode-se afirmar corretamente que a relação f_S / f_P é igual a

- a) 1,6.
- b) 1,2.
- c) 0,8.
- d) 0,6.
- e) 0,4.

Tubo de Kundt - Velocidade do som

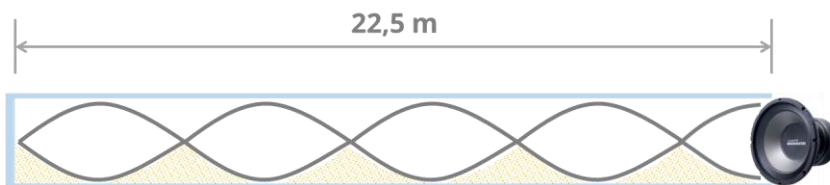
Tubo de Kundt



Exercício

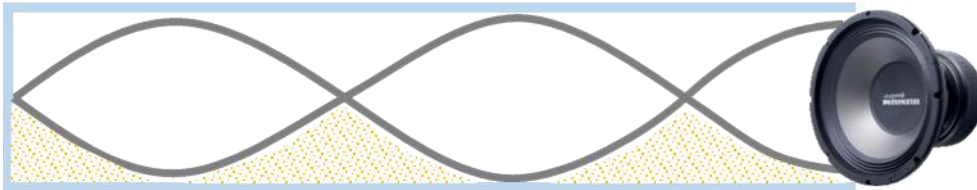
A figura abaixo representa o tubo que contém CO_2 e um talco em seu interior. Um alto falante que emite um som de frequência constante igual a 25 Hz é colocado na boca do tubo no qual se formam montes de talco espaçados conforme a figura.

Calcule a velocidade do som no CO_2 .



Tubos sonoros abertos

Tubos sonoros

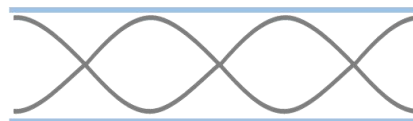
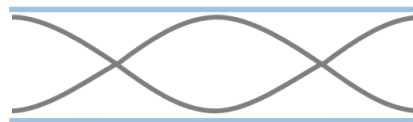
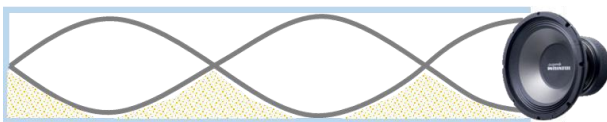


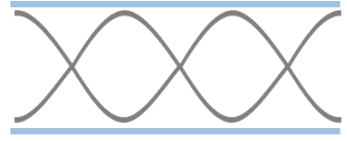
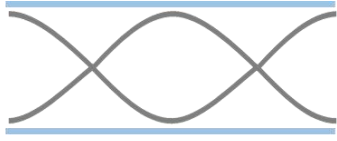
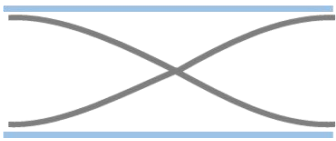
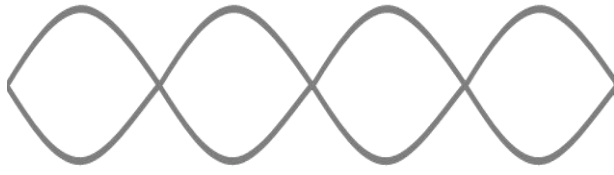
Abertos



Fechados

Tubos sonoros abertos (2 extremidades abertas)





Exercício 01

(Fac. Albert Einstein - Medicina) Em 1816 o médico francês René Laënnec, durante um exame clínico numa senhora, teve a ideia de enrolar uma folha de papel bem apertada e colocar seu ouvido numa das extremidades, deixando a outra livre para ser encostada na paciente. Dessa forma, não só era evitado o contato indesejado com a paciente, como os sons se tornavam muito mais audíveis. Estava criada assim a ideia fundamental do estetoscópio [do grego, “stêthos” (peito) “skopéo” (olhar)].


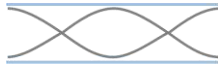


É utilizado por diversos profissionais, como médicos e enfermeiros, para auscultar (termo técnico correspondente a escutar) sons vasculares, respiratórios ou de outra natureza em diversas regiões do corpo.



É composto por três partes fundamentais. A peça auricular tem formato anatômico para adaptar-se ao canal auditivo. Os tubos condutores do som a conectam à peça auscultatória. E, por fim, a peça auscultatória, componente metálico colocado em contato com o corpo do paciente. Essa peça é composta por uma campânula, que transmite melhor os sons de baixa frequência - como as batidas do coração - e o diafragma, que transmite melhor os sons de alta frequência, como os do pulmão e do abdômen.

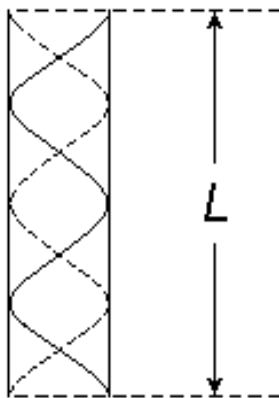


A folha de papel enrolada pelo médico francês René Laënnec pode ser interpretada como um tubo sonoro aberto. Considerando o comprimento desse tubo igual a 34 cm e que, ao auscultar um paciente, houve a formação, no interior desse tubo, de uma onda estacionária longitudinal de segundo harmônico e que se propagava com uma velocidade de 340 m/s qual a frequência dessa onda, em hertz?

- a) 250 
- b) 500 
- c) 1000 
- d) 2000 

Exercício 02

(Ufrgs) O oboé é um instrumento de sopro que se baseia na física dos tubos sonoros abertos. Um oboé, tocado por um músico, emite uma nota dó, que forma uma onda estacionária, representada na figura a seguir.

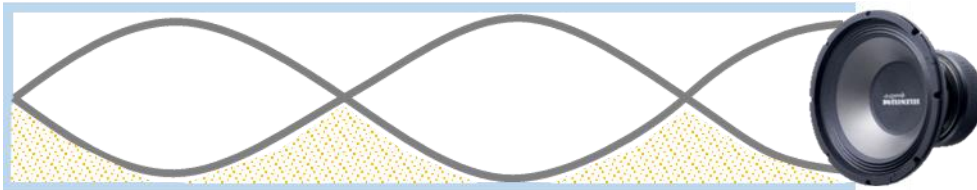


Sabendo-se que o comprimento do oboé é $L = 66,4$ cm, quais são, aproximadamente, o comprimento de onda e a frequência associados a essa nota? (Dado: a velocidade do som é igual a 340 m/s.)

- a) 66,4 cm e 1024 Hz.
- b) 33,2 cm e 512 Hz.
- c) 16,6 cm e 256 Hz.
- d) 66,4 cm e 113 Hz.
- e) 33,2 cm e 1024 Hz.

Tubos sonoros fechados

Tubos sonoros

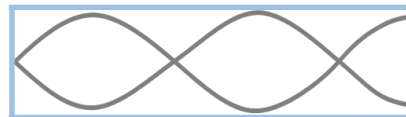
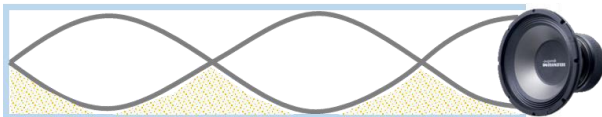


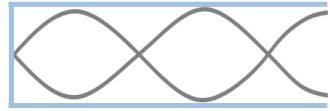
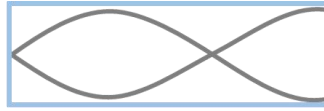
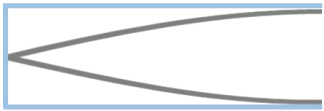
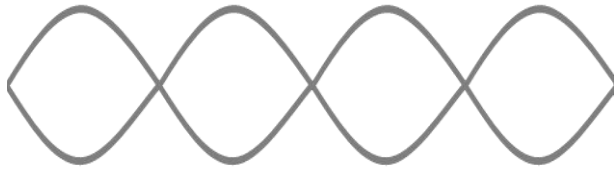
Abertos



Fechados

Tubos sonoros fechados (1 extremidade fechada)





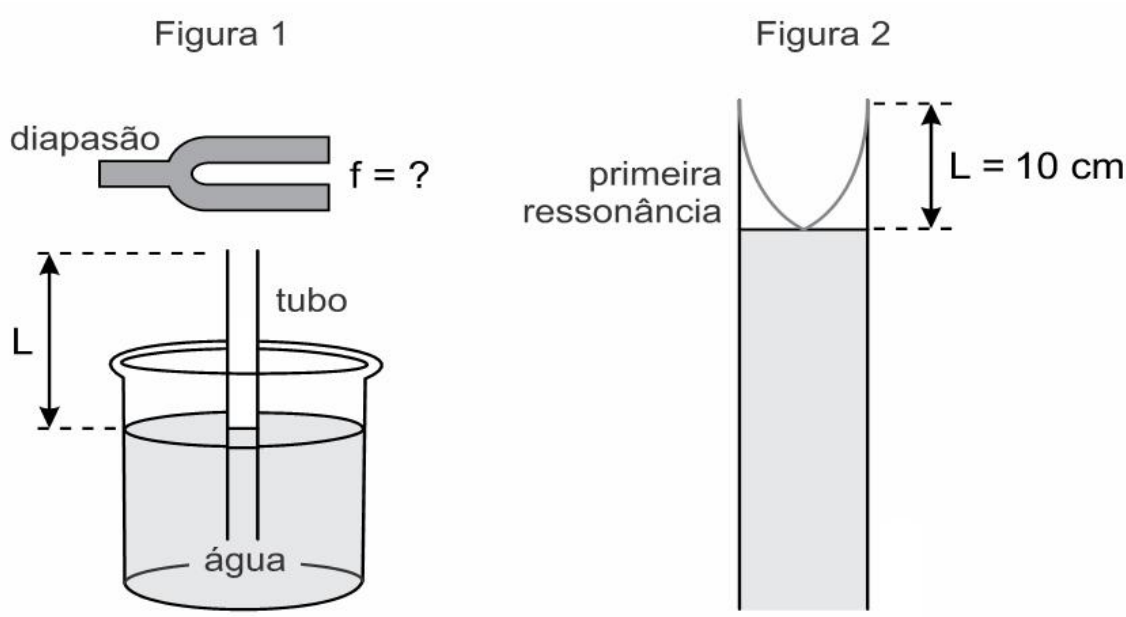
Exercício 01

(Udesc) Dois tubos sonoros de um órgão têm o mesmo comprimento, um deles é aberto e o outro fechado. O tubo fechado emite o som fundamental de 500 Hz à temperatura de 20°C e à pressão atmosférica. Dentre as frequências abaixo, indique a que esse tubo não é capaz de emitir.

- a) 1500 Hz
- b) 4500 Hz
- c) 1000 Hz
- d) 2500 Hz
- e) 3500 Hz

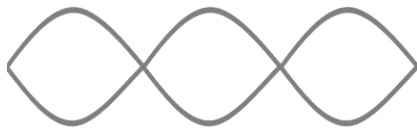
Exercício 02

(Unesp) Um experimento foi feito com a finalidade de determinar a frequência de vibração de um diapasão. Um tubo cilíndrico aberto em suas duas extremidades foi parcialmente imerso em um recipiente com água e o diapasão vibrando foi colocado próximo ao topo desse tubo, conforme a figura 1. O comprimento L da coluna de ar dentro do tubo foi ajustado movendo-o verticalmente. Verificou-se que o menor valor de L , para o qual as ondas sonoras geradas pelo diapasão são reforçadas por ressonância dentro do tubo, foi de 10 cm conforme a figura 2.



Considerando a velocidade de propagação do som no ar igual a 340 m/s é correto afirmar que a frequência de vibração do diapasão, em Hz é igual a

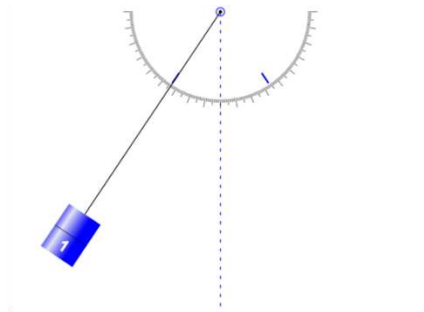
- a) 425
- b) 850
- c) 1360
- d) 3400
- e) 1700



Fundamentos

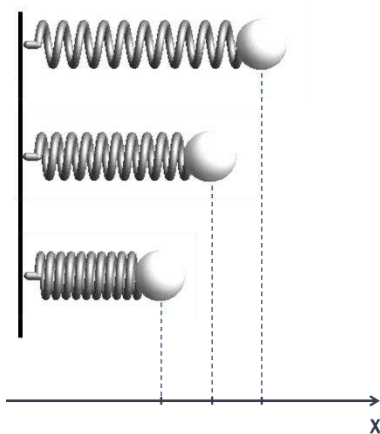
Movimento harmônico simples

São movimentos oscilatórios e periódicos que podem ser descritos por funções harmônicas.

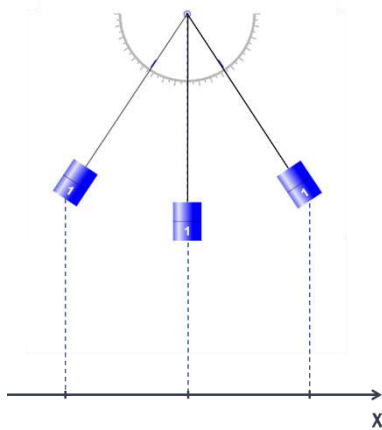


Amplitude (A)

Sistema massa-mola



Pêndulo simples



Período (T)

É o tempo de uma repetição completa.

Sistema massa-mola



No sistema massa mola o período depende da massa.

Exercício 01

(Uece) Um sistema massa-mola é preso ao teto. A partir do ponto de equilíbrio faz-se a massa oscilar com pequena amplitude. Quadruplicando-se o valor da massa, repete-se o mesmo procedimento. Neste caso, podemos afirmar corretamente que a frequência de oscilação:

- a) é reduzida à metade.
- b) dobra.
- c) permanece a mesma.
- d) quadruplica.

Período (T)

É o tempo de uma repetição completa.

Pêndulo simples



No pêndulo simples o período não depende da massa.

Exercício 02

(Enem) Christiaan Huygens, em 1656, criou o relógio de pêndulo. Nesse dispositivo, a pontualidade baseia-se na regularidade das pequenas oscilações do pêndulo. Para manter a precisão desse relógio, diversos problemas foram contornados. Por exemplo, a haste passou por ajustes até que, no início do século XX, houve uma inovação, que foi sua fabricação usando uma liga metálica que se comporta regularmente em um largo intervalo de temperaturas.

YODER, J. G. Unrolling Time: Christiaan Huygens and the mathematization of nature. Cambridge: Cambridge University Press, 2004 (adaptado).

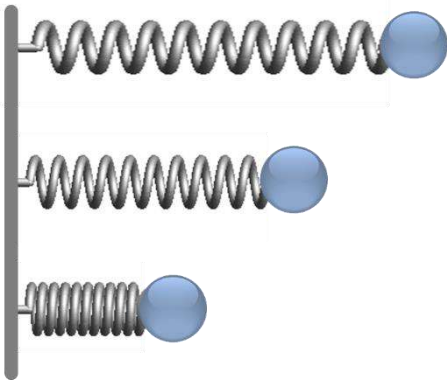
Desprezando a presença de forças dissipativas e considerando a aceleração da gravidade constante, para que esse tipo de relógio realize corretamente a contagem do tempo, é necessário que o(a)

- a) comprimento da haste seja mantido constante.
- b) massa do corpo suspenso pela haste seja pequena.
- c) material da haste possua alta condutividade térmica.
- d) amplitude da oscilação seja constante a qualquer temperatura.
- e) energia potencial gravitacional do corpo suspenso se mantenha constante.

Dinâmica do MHS

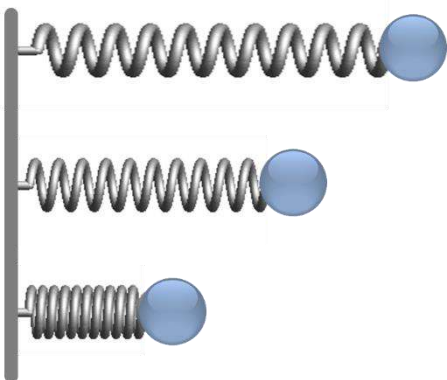
Força restauradora

Sistema massa-mola



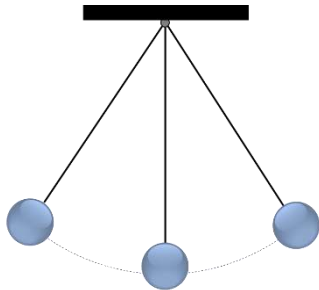
Elongação (x), velocidade (v), aceleração (a) e energia (E)

Sistema massa-mola



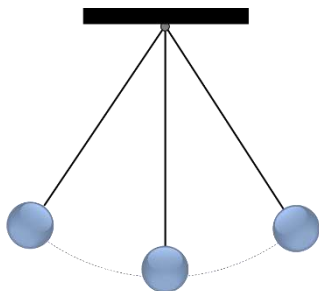
Força restauradora

Pêndulo simples



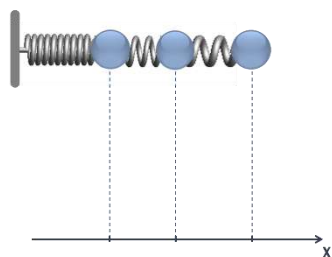
Elongação (x), velocidade (v), aceleração (a) e energia (E)

Pêndulo simples



Comparação: sistema massa-mola x pêndulo simples

Sistema massa-mola



Pêndulo simples

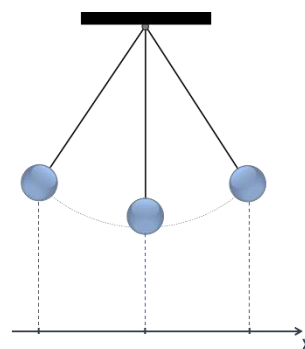
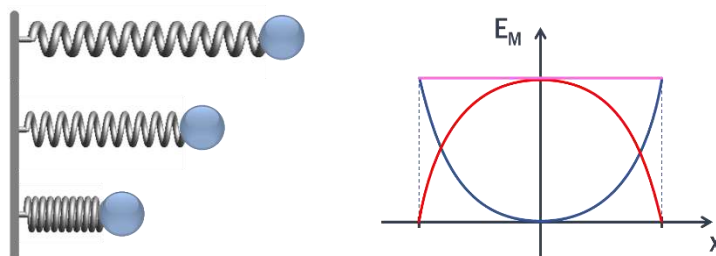


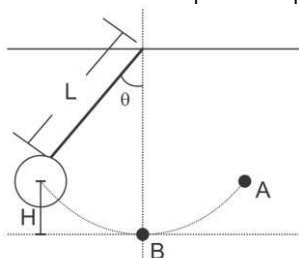
Gráfico Energia e alongação no MHS

Sistema massa-mola



Exercício

(Udesc) Um pêndulo é formado por uma haste rígida inextensível de massa desprezível e em uma das extremidades há uma esfera sólida de massa m . A outra extremidade é fixada em um suporte horizontal. A haste tem comprimento L e a esfera tem raio r . O pêndulo é deslocado da sua posição de equilíbrio de uma altura H e executa um movimento harmônico simples no plano, conforme mostra a figura.



Com relação ao movimento desse pêndulo, analise as proposições.

- I. A energia mecânica em A e B são iguais.
- II. As energias cinética e potencial em A e B são iguais.
- III. A energia cinética em A é mínima.
- IV. A energia potencial em B é máxima.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- e) Todas afirmativas são verdadeiras.

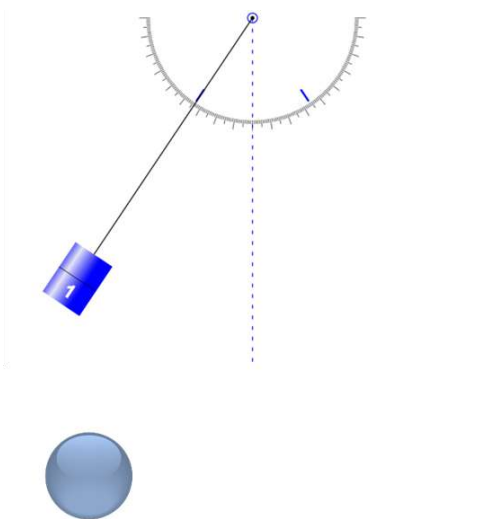
Cinemática do MHS

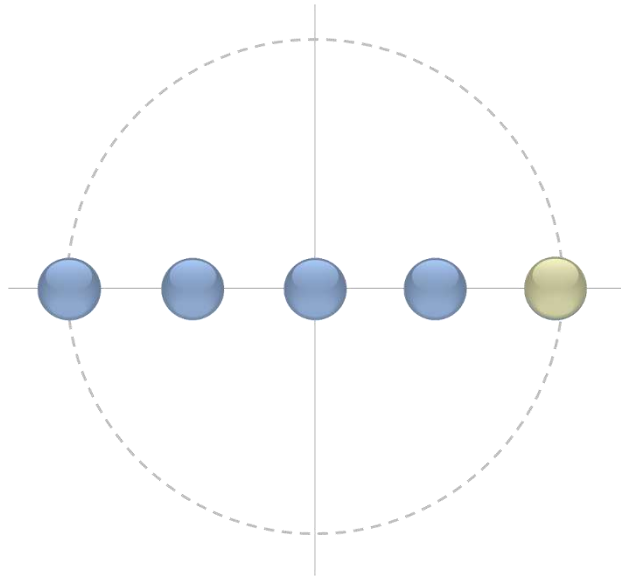
Projeção do MHS

Sistema massa-mola



Pêndulo simples





Exercício 01

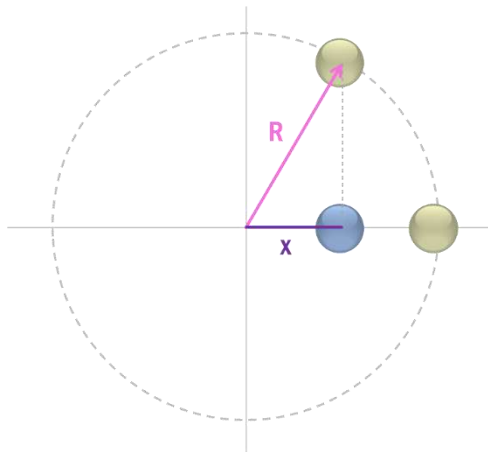
(Enem) Um enfeite para berço é constituído de um aro metálico com um ursinho pendurado, que gira com velocidade angular constante. O aro permanece orientado na horizontal, de forma que o movimento do ursinho seja projetado na parede pela sua sombra.

Enquanto o ursinho gira, sua sombra descreve um movimento

- a) circular uniforme.
- b) retilíneo uniforme.
- c) retilíneo harmônico simples.
- d) circular uniformemente variado.
- e) retilíneo uniformemente variado.

Projeção do MHS

Elongação (x), velocidade (v) e aceleração (a)



Exercício 02

(Aman) 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.

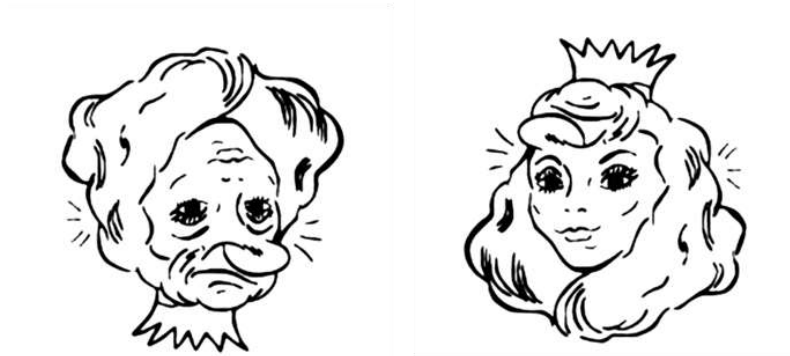
O número de oscilações a cada segundo executado por esta peneira é de

- a) 2
- b) 4
- c) 8
- d) 16
- e) 32

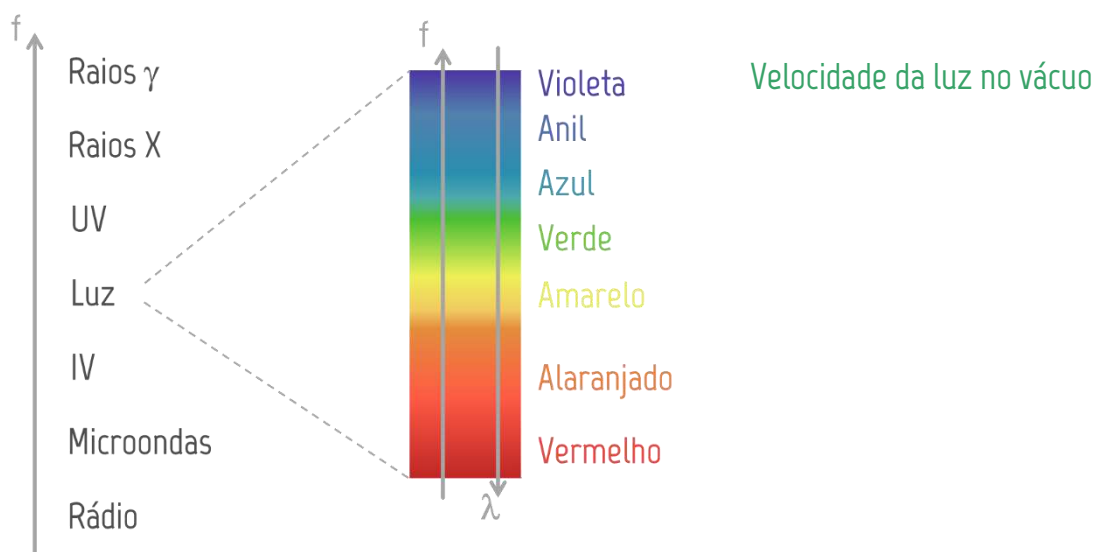


Fundamentos (parte 01)

Luz

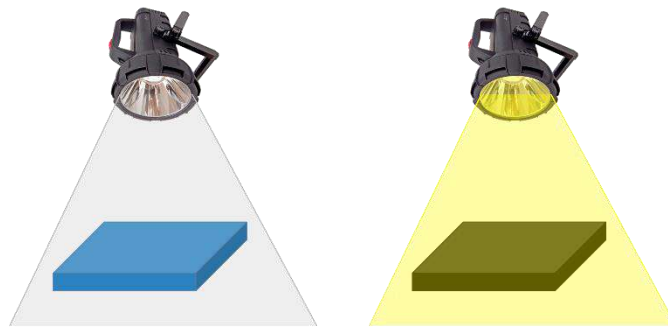


É uma onda eletromagnética com frequência visível para os seres humanos.

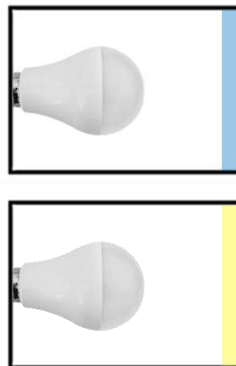


A cor dos objetos

Por reflexão

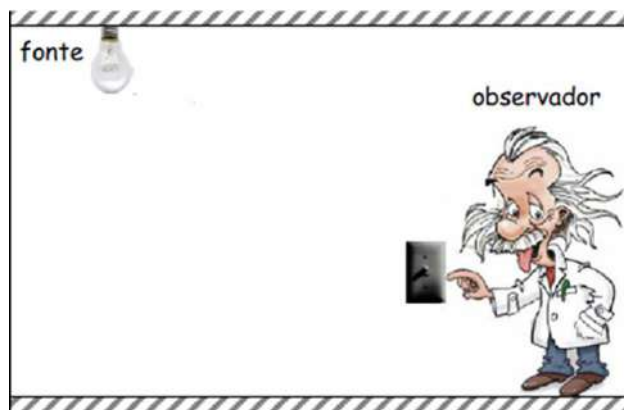


Por transmissão (filtros)



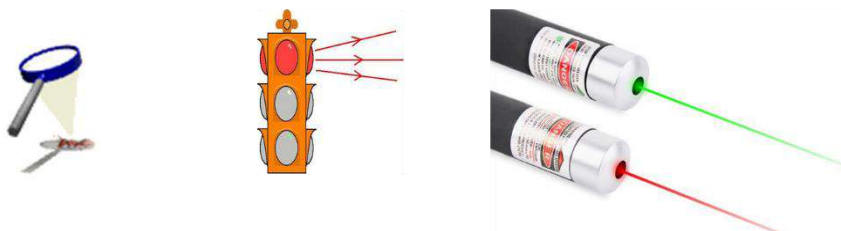
Óptica geométrica

Raio de luz



É um elemento geométrico que indica para onde a luz se propaga.

Feixes de luz



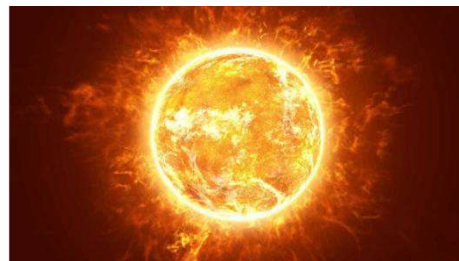
É um conjunto de raios de luz.

Fontes de luz

Primária

Emite luz própria.

1) Incandescente



2) Luminescente

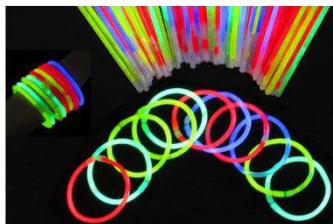
Fosforescente



Fluorescente



Quimioluminescente



Bioluminescente



Fontes de luz

Secundária

Reflete luz proveniente de outras fontes.



Exercício

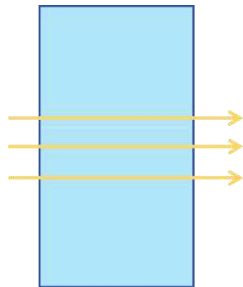
Em cada um dos itens a seguir classifique as fontes de luz como primárias (P) ou secundárias (S).

- a. () estrelas
- b. () lua
- c. () sol
- d. () planeta Júpiter
- e. () lâmpada
- f. () lâmpada acesa
- g. () olhos de um gato
- h. () placa de trânsito
- i. () vaga-lume

Fundamentos (parte 02)

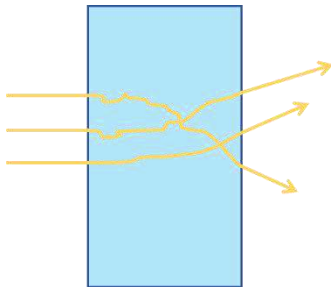
Meios ópticos

Transparente



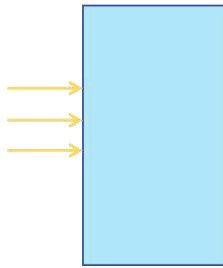
Os raios de luz são transmitidos em trajetórias regulares formando imagens nítidas.

Translúcido



Os raios são transmitidos em trajetórias irregulares formando imagens de baixa nitidez.

Opaco



Os raios não são transmitidos e não há formação de imagem.

Exercício 01

(Ifce) Considere as seguintes afirmativas.

I. Os meios transparentes são meios em que a luz os percorre em trajetórias bem definidas, ou seja, a luz passa por esses meios regularmente.

II. Nos meios translúcidos, a luz não se propaga. Esses meios absorvem e refletem essa luz, e a luz absorvida é transformada em outras formas de energia.

III. Nos meios opacos, a luz não passa por eles com tanta facilidade como nos meios transparentes: sua trajetória não é regular.

É(são) verdadeira(s):

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

Princípios da óptica

1) Princípio da propagação retilínea

Em meios transparentes e homogêneos a luz sempre se propaga em linha reta.



2) Princípio da independência dos raios de luz

Dois raios de luz que se cruzam seguem suas trajetórias mantendo todas as características iniciais.



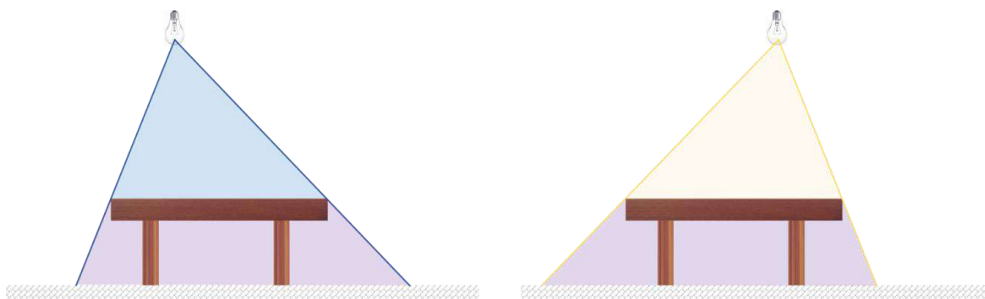
3) Princípio da reversibilidade

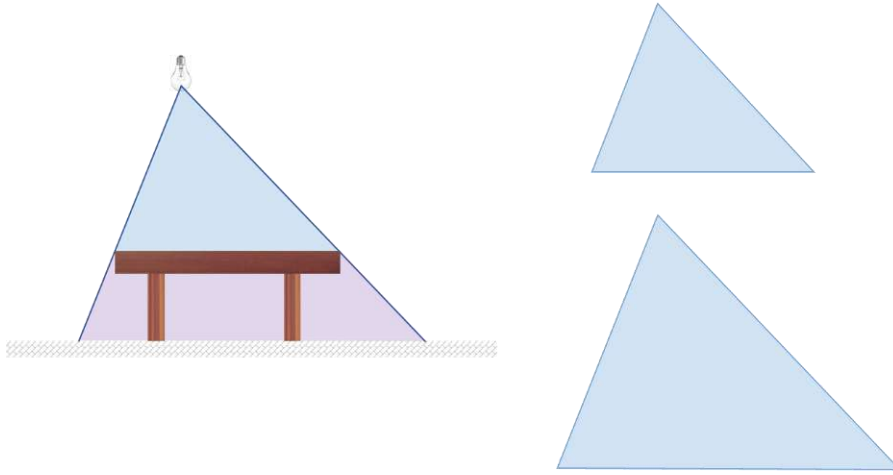
A trajetória seguida pelo raio de luz, num sentido, é a mesma quando o raio troca o sentido de percurso.

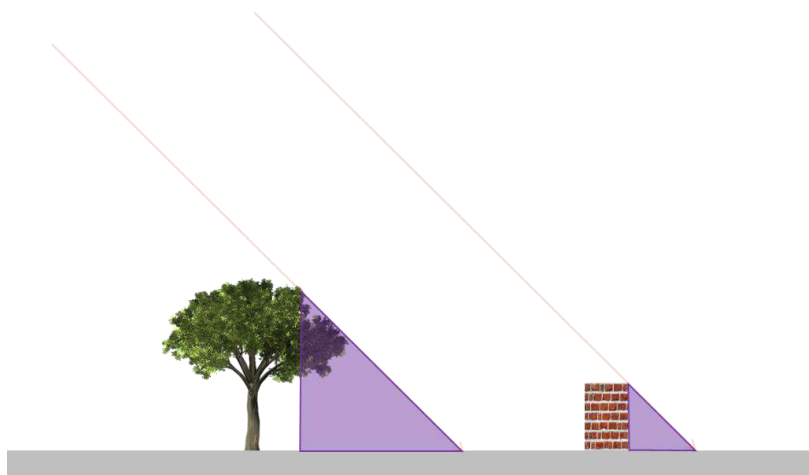


Princípios da óptica - Aplicações

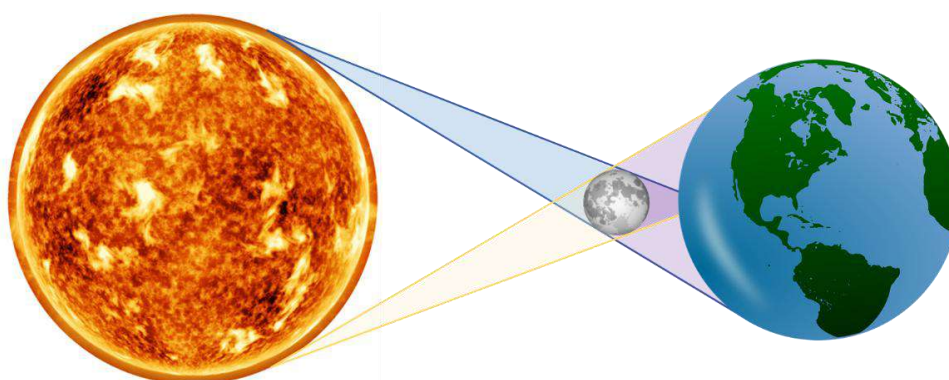
Sombras e penumbras



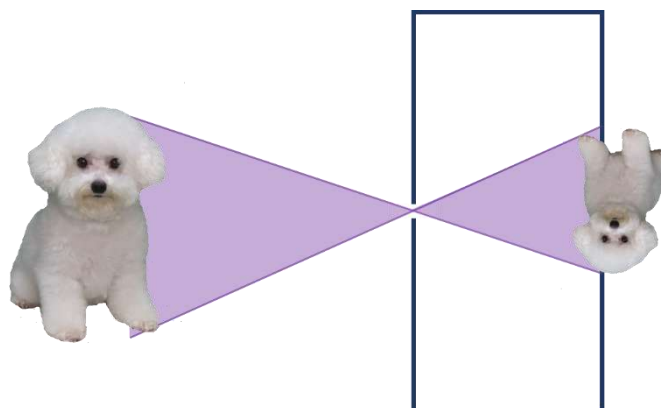




Eclipse solar

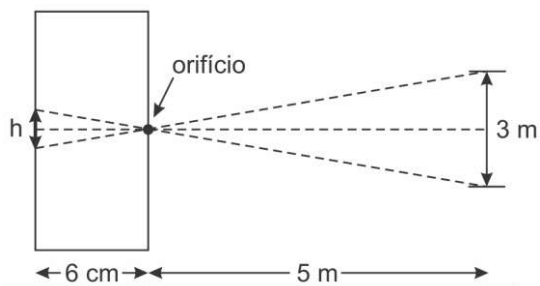


Câmara escura



Exercício 02

[Ufrj] No mundo artístico as antigas "câmaras escuras" voltaram à moda. Uma câmara escura é uma caixa fechada de paredes opacas que possui um orifício em uma de suas faces. Na face oposta à do orifício fica preso um filme fotográfico, onde se formam as imagens dos objetos localizados no exterior da caixa, como mostra a figura.



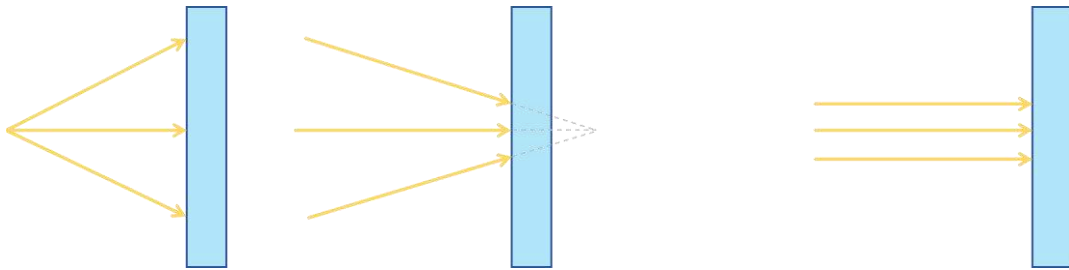
Suponha que um objeto de 3 m de altura esteja a uma distância de 5 m do orifício, e que a distância entre as faces seja de 6 cm. Calcule a altura h da imagem.

Espelhos planos (parte 01)

Formação de objetos e imagens

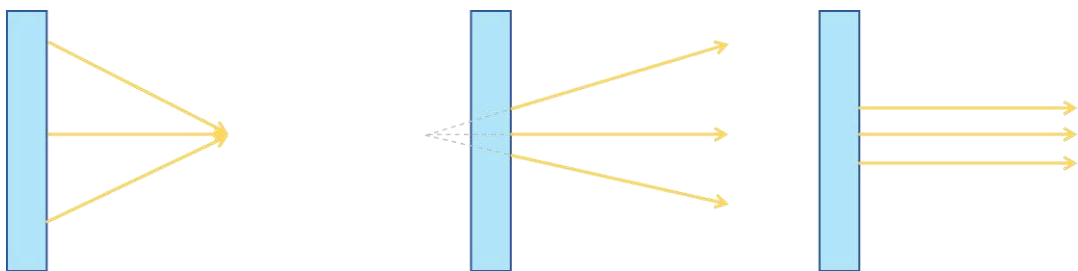
Ponto objeto

O cruzamento de raios de luz que chegam em um sistema óptico (SO) definem o ponto onde está localizado um objeto.



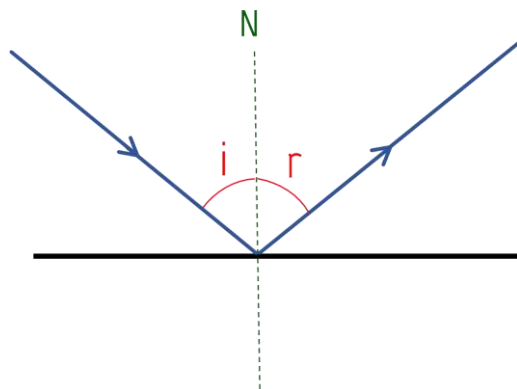
Ponto imagem

O cruzamento de raios de luz que saem de um sistema óptico (SO) definem o ponto onde está localizada uma imagem.

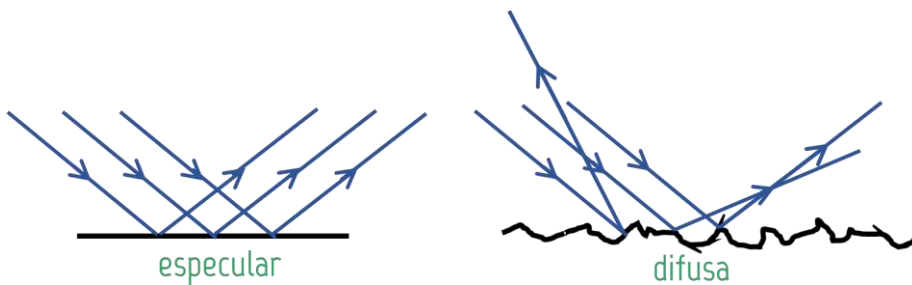


Reflexão

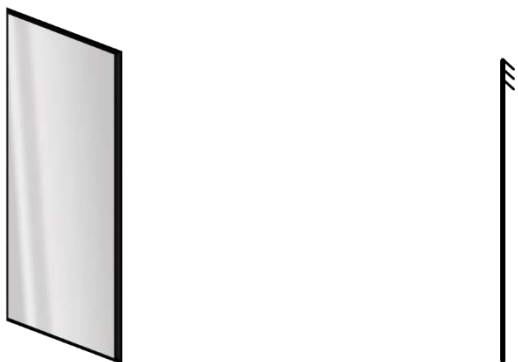
Ângulos



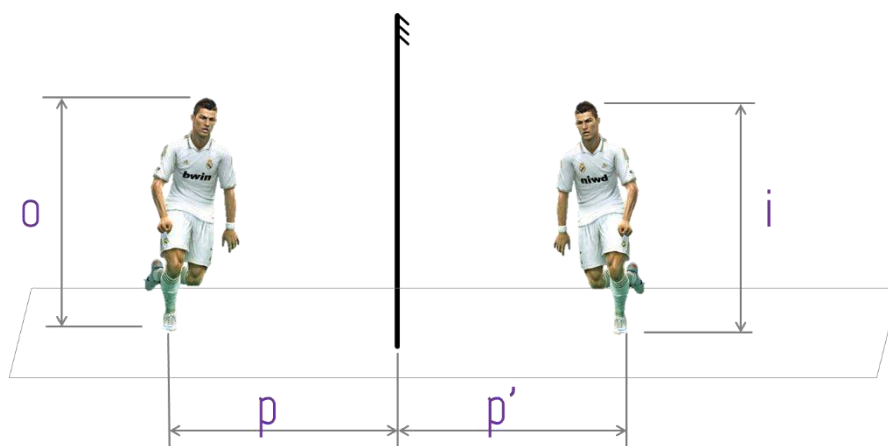
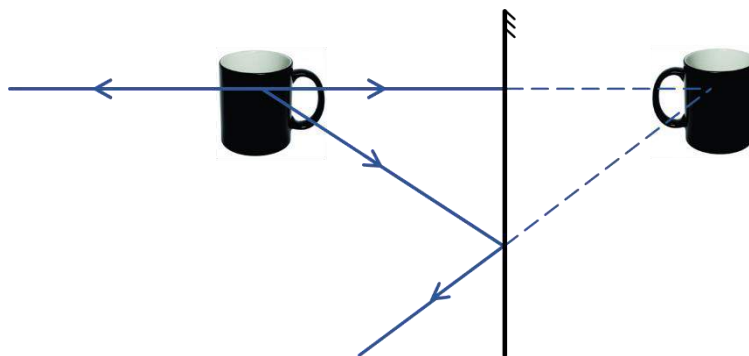
Tipos



Espelhos planos



Características da imagem



A imagem de um objeto real gerada por um espelho plano é sempre revertida (ou enantiomorfa), virtual, direita e do mesmo tamanho que o objeto.

A imagem sempre se desloca a mesma distância e com a mesma velocidade do objeto.

Exercício 01

(Pucpr) Piero, que utiliza seu relógio na mão esquerda, coloca-se a três metros de um espelho plano. O garoto levanta a mão esquerda. Analise as afirmações a seguir:

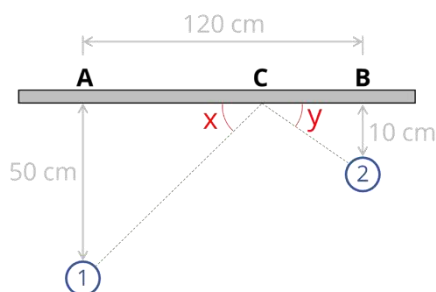
- I - Piero vê sua imagem a seis metros de si.
- II - A imagem é invertida, isto é, está com os pés para cima.
- III - A imagem levanta a mão que não possui relógio.
- IV - A imagem tem a mesma altura do garoto.

Assinale a única alternativa correta:

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

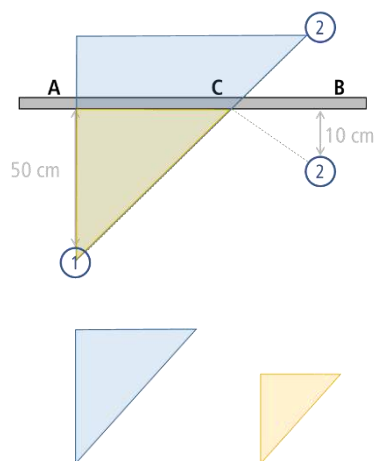
Exercício 02

Num jogo de sinuca, um dos jogadores deseja marcar o ponto C sobre a tabela da mesa de forma que a bola 1 descreva a trajetória mostrada na figura a seguir e acerte a bola 2.



- a) Determine a razão x / y . Justifique a sua resposta.

b) Determine a que distância do ponto A se encontra o ponto C.

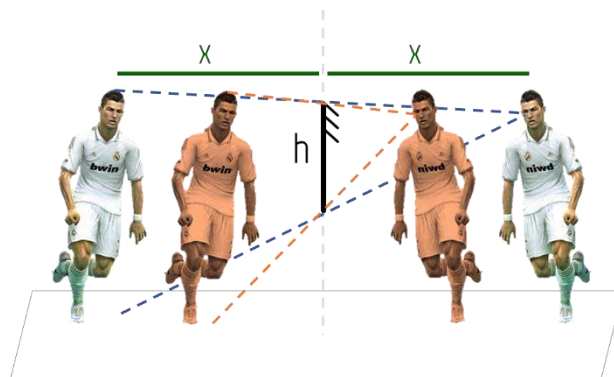
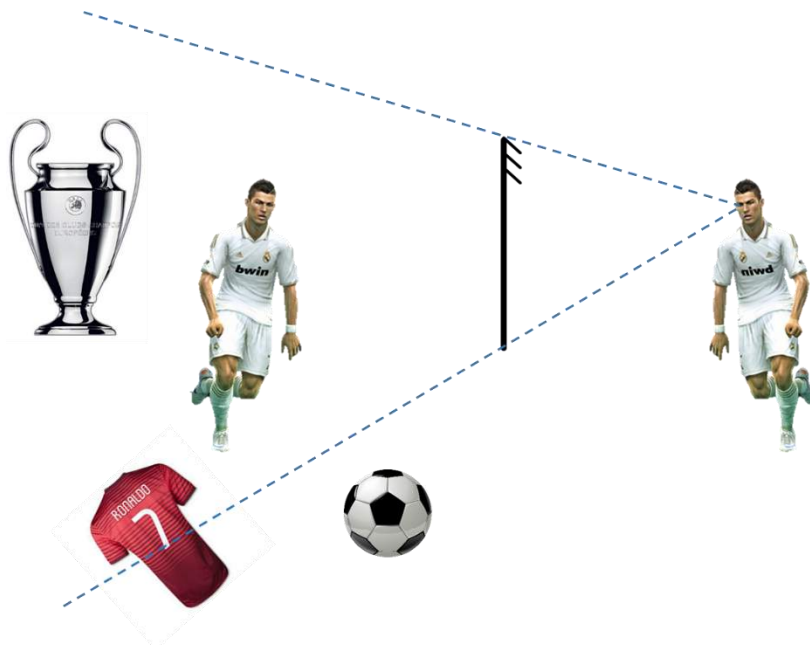


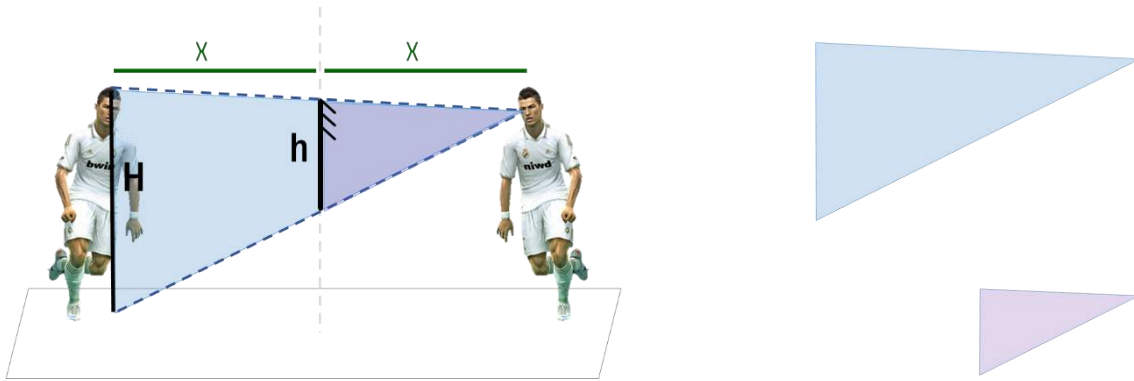


Espelhos planos (parte 02)

Espelhos planos

Campo visual





Exercício

(Udesc) Um estudante pretende observar inteiramente uma árvore de 10,80 m de altura, usando um espelho plano de 80,0 cm. O estudante consegue seu objetivo quando o espelho está colocado a 5,0 m de distância da árvore. A distância mínima entre o espelho e o estudante é:

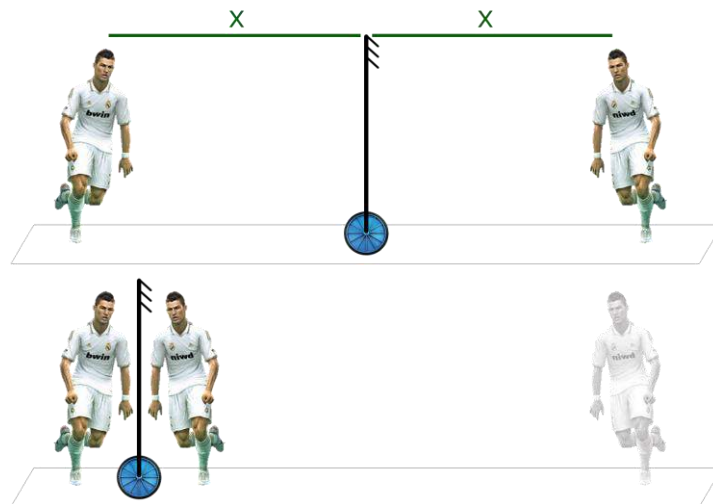
- a) 0,40 m
- b) 0,50 m
- c) 0,20 m
- d) 0,60 m
- e) 0,80 m



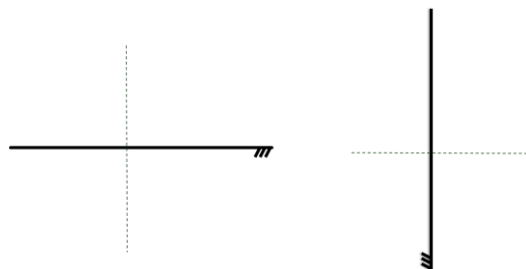
Espelhos planos (parte 03)

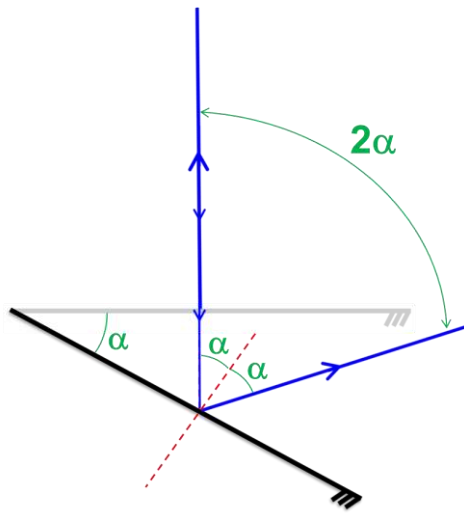
Espelhos planos

Translação

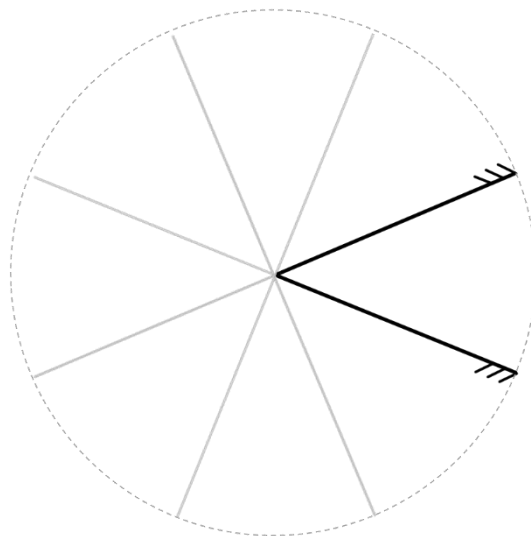
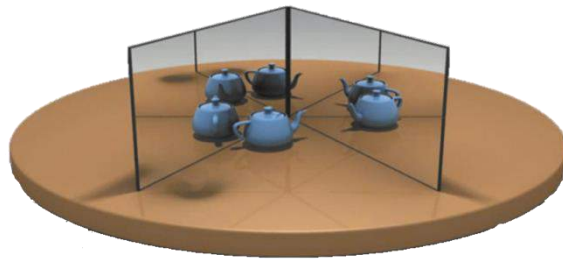


Rotação





Associação de espelhos planos

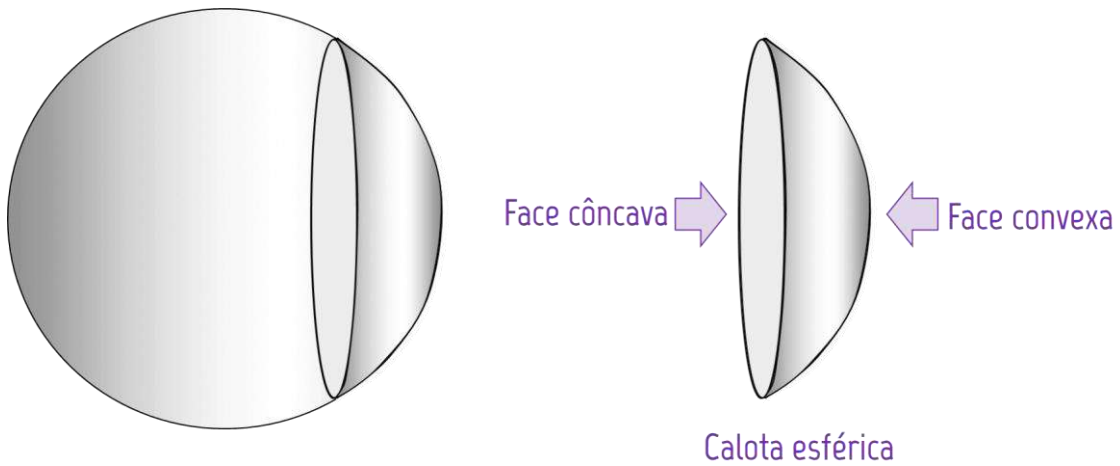


Exercício

Um coreógrafo pretende montar um espetáculo com 27 figurantes. Para isso ele dispõe de 2 espelhos planos e 3 bailarinas, calcule o ângulo entre os espelhos para que a tudo ocorra conforme o planejado.

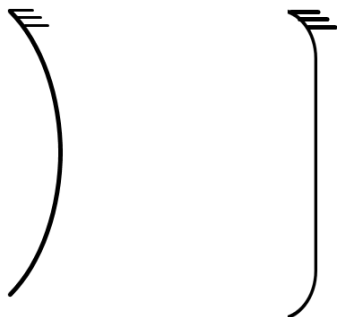
Espelhos esféricos (parte 01)

Espelhos esféricos

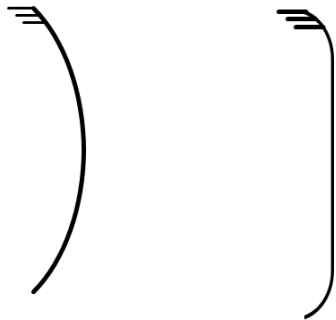


Tipos de espelho esférico

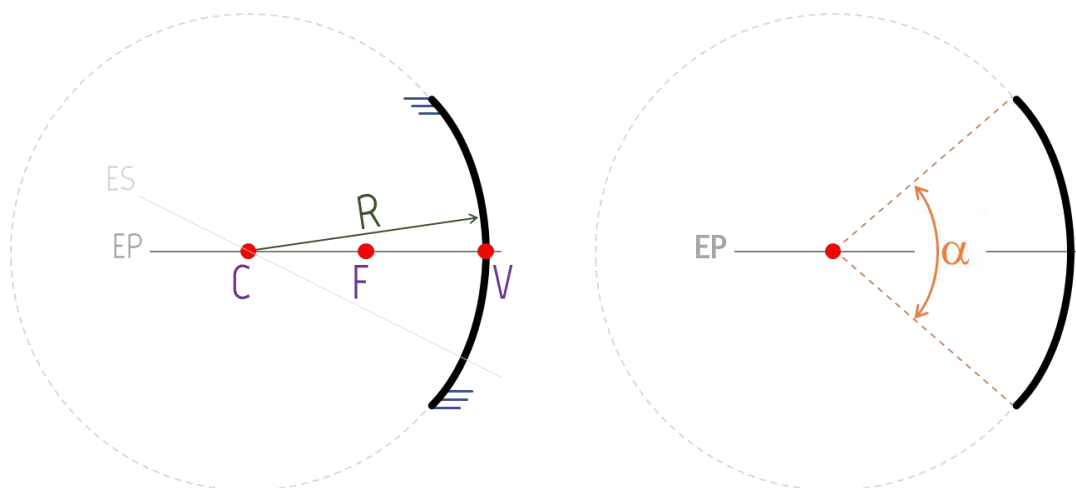
Côncavo



Convexo



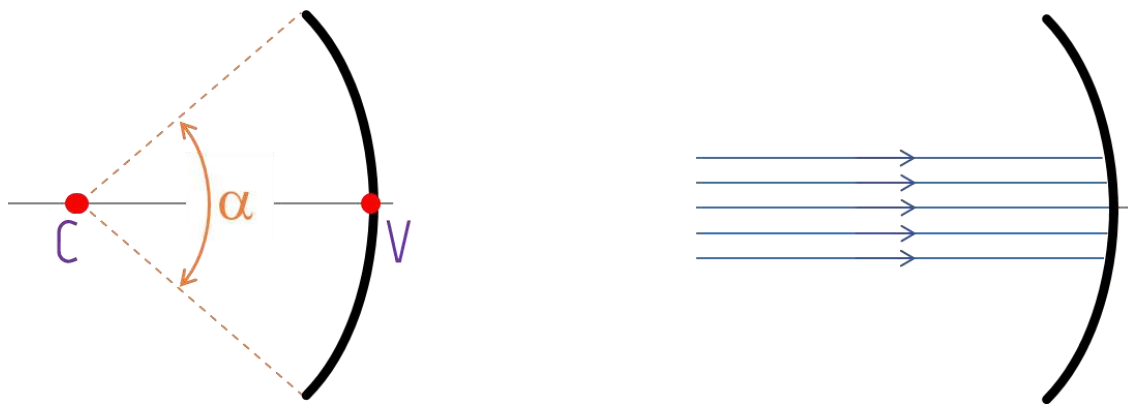
Elementos de um espelho esférico



Legenda

EP: eixo principal; C: centro de curvatura; ES: eixo secundário; R: raio de curvatura; V: vértice; F: foco; α : ângulo de abertura.

Condições de nitidez de Gauss



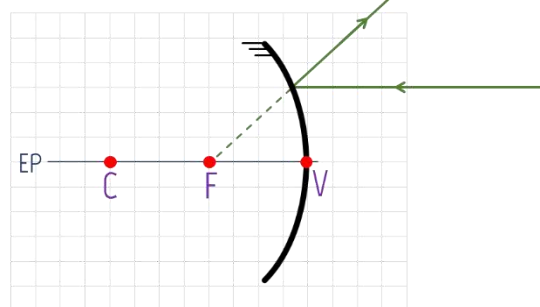
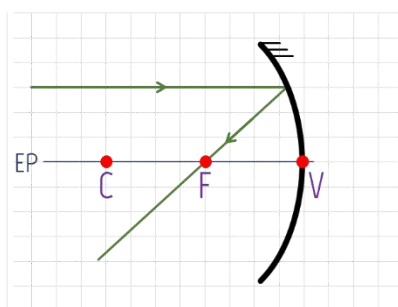
$$\alpha \leq 10$$

Os raios incidentes devem ser paralelos ou pouco inclinados em relação ao eixo principal.

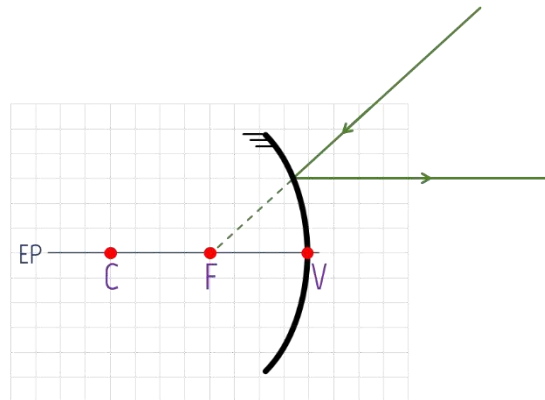
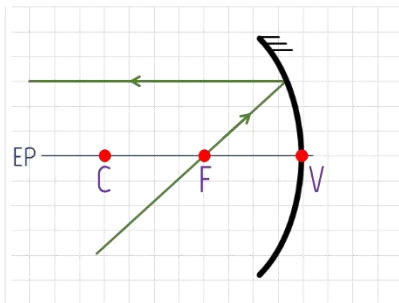
Os raios incidentes devem bem próximos do eixo principal.

Raios notáveis

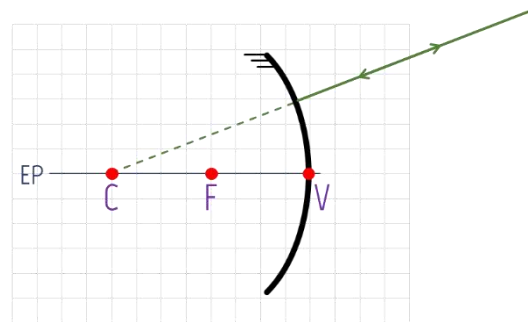
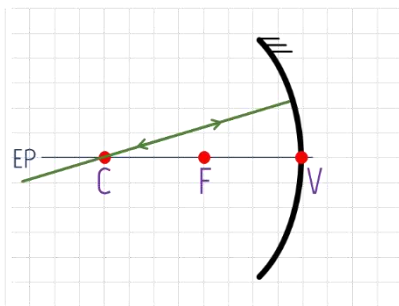
Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal reflete passando pelo foco.



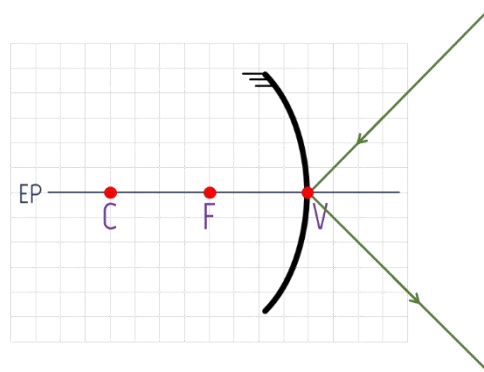
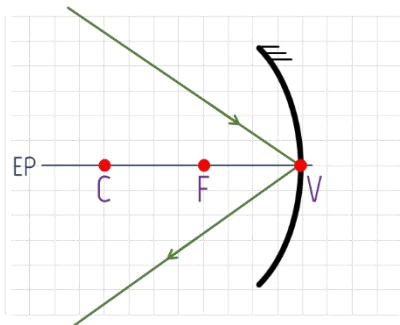
Todo raio que incide passando pelo foco reflete paralelamente ao eixo principal.



Todo raio que incide passando pelo centro de curvatura reflete passando pelo próprio centro.



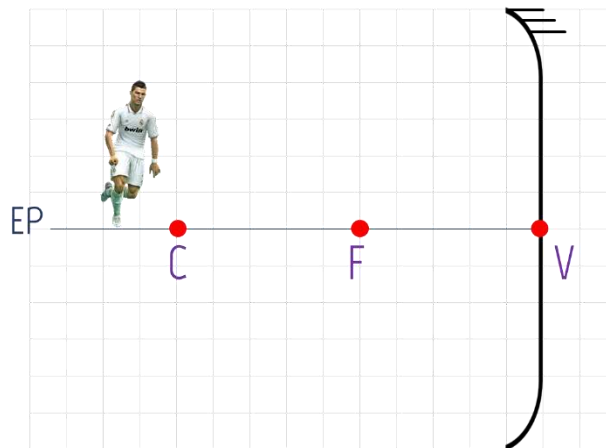
Todo raio que incide passando pelo vértice reflete simétrico ao eixo principal.



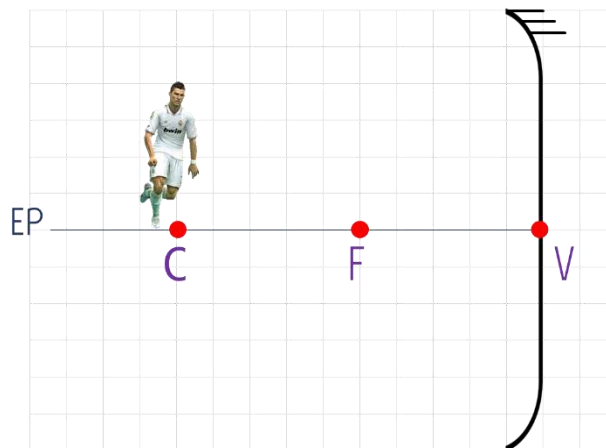
Exercício

Para cada um dos itens a seguir escolha dois raios notáveis para desenhar as imagens de cada um dos objetos colocados em frente aos respectivos espelhos esféricos e classifique a imagem gerada.

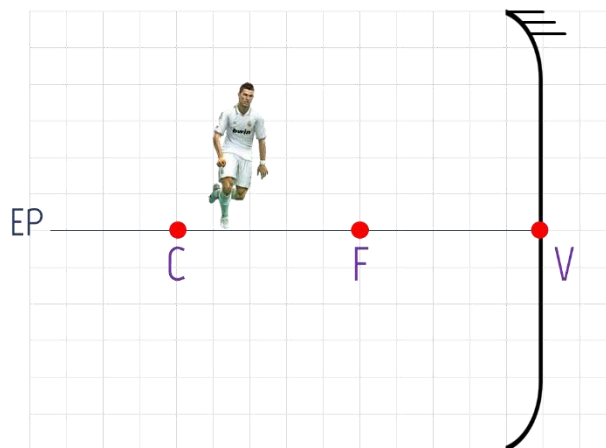
a) objeto depois do centro de curvatura de um espelho côncavo.



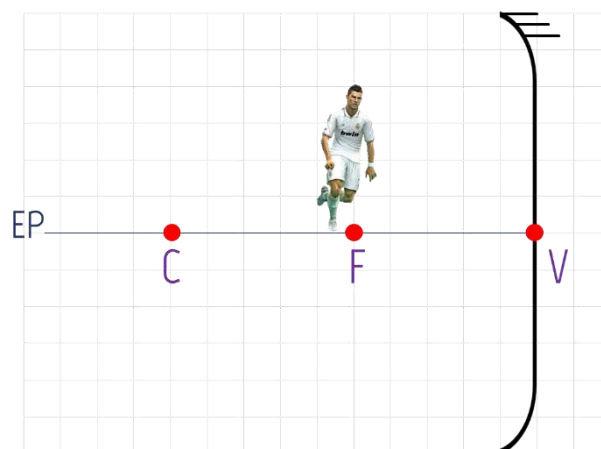
b) objeto sobre o centro de curvatura de um espelho côncavo.



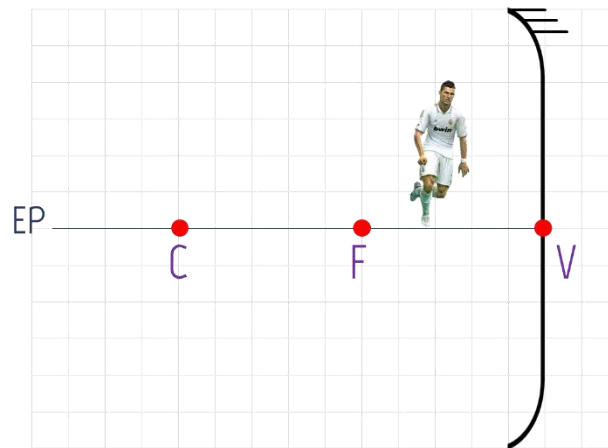
c) objeto entre o centro de curvatura e o foco de um espelho côncavo.



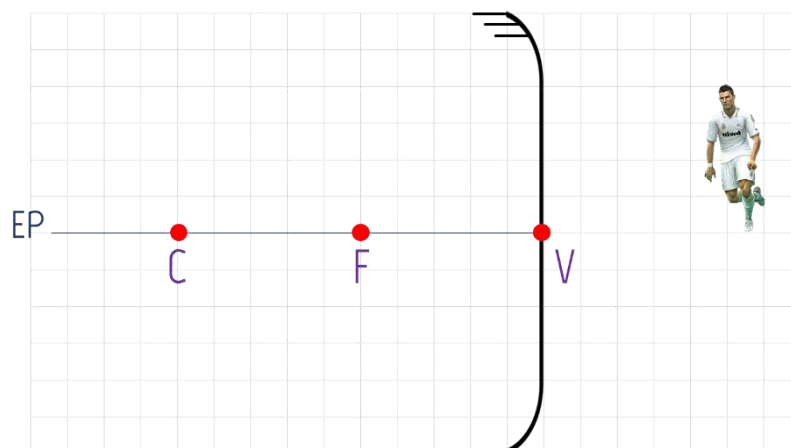
d) objeto sobre o foco de um espelho côncavo.



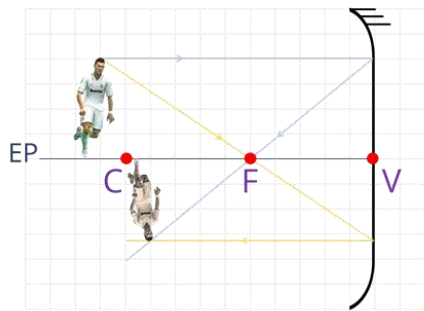
e) objeto entre foco e o vértice de um espelho côncavo.



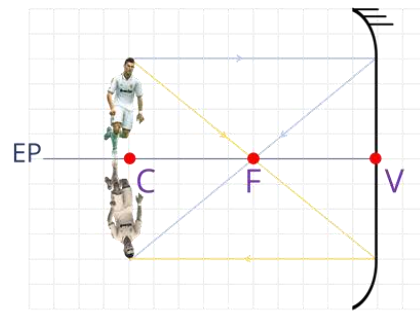
f) objeto na frente de um espelho convexo.



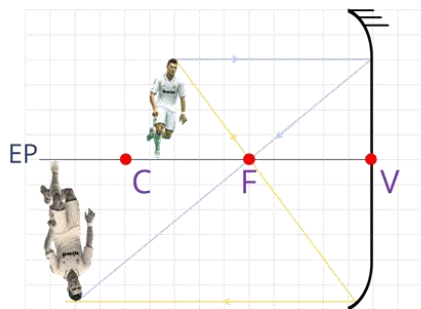
Resumo



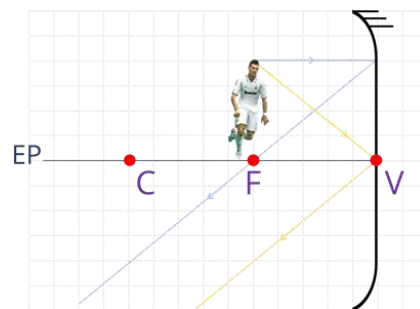
RE, IN, ME



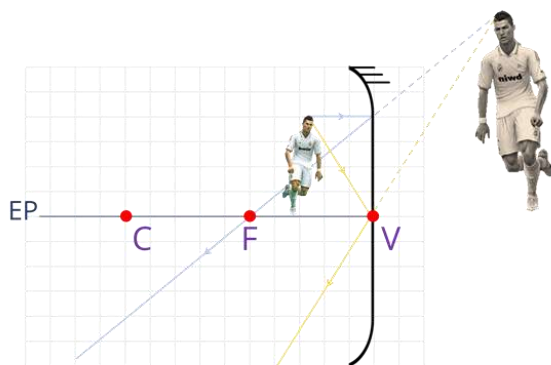
RE, IN, IGUAL



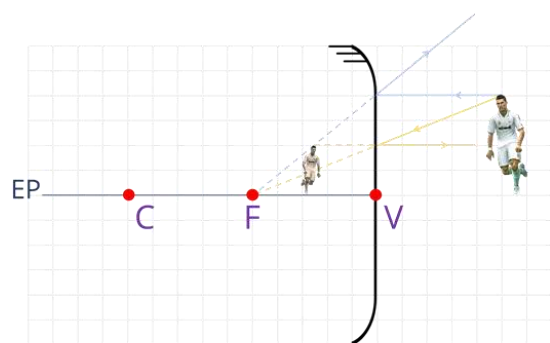
RE, IN, MA



IMPRÓPRIA



VI, DI, MA

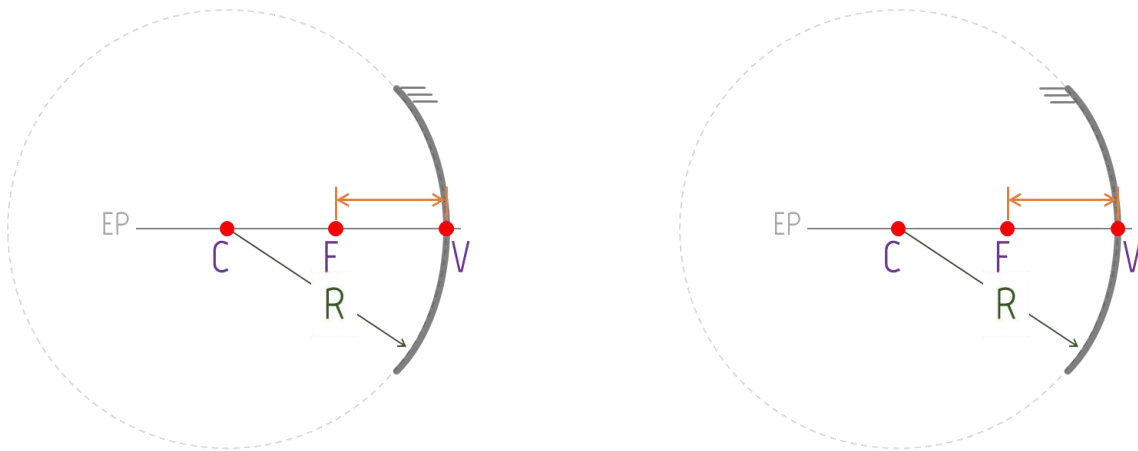


VI, DI, ME

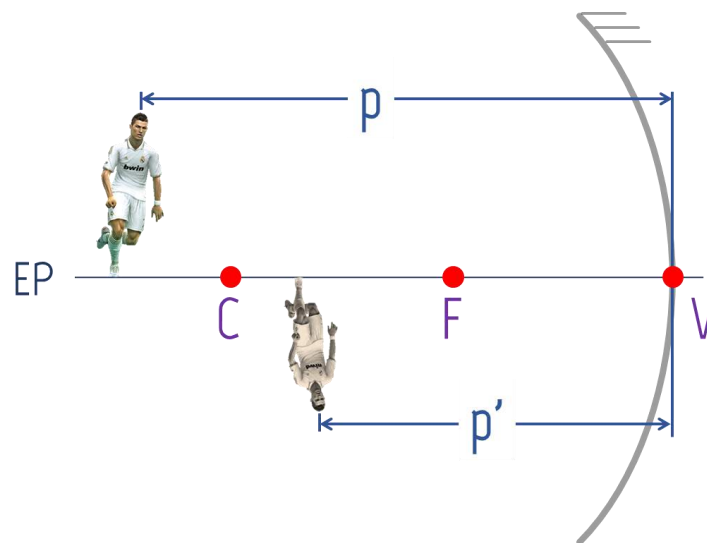


Espelhos esféricos (parte 02)

Espelhos esféricos – estudo analítico



Equação de Gauss



Exercício 01

[Upe] Um objeto foi colocado sobre o eixo principal de um espelho côncavo de raio de curvatura igual a 6,0 cm. A partir disso, é possível observar que uma imagem real foi formada a 12,0 cm de distância do vértice do espelho. Dessa forma, é CORRETO afirmar que o objeto encontra-se a uma distância do vértice do espelho igual a:

- a) 2,0 cm
- b) 4,0 cm
- c) 5,0 cm
- d) 6,0 cm
- e) 8,0 cm

Exercício 02

[Ufrj] Para evitar acidentes de trânsito, foram instalados espelhos convexos em alguns cruzamentos. A experiência não foi bem sucedida porque, como os espelhos convexos fornecem imagens menores, perde-se completamente a noção de distância. Para perceber esse efeito, suponha que um objeto linear seja colocado a 30 m de um espelho convexo de 12 m de raio, perpendicularmente a seu eixo principal.

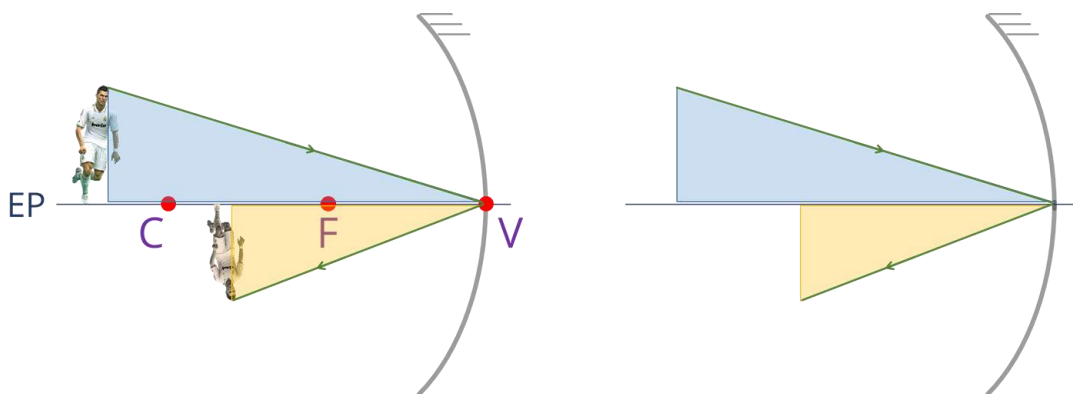
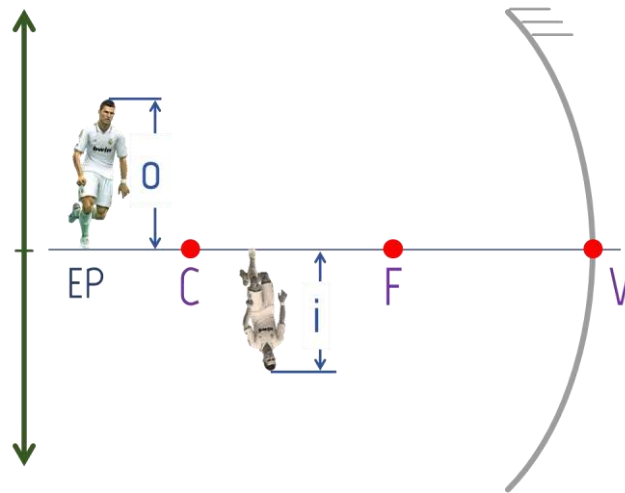
- a) A que distância do espelho convexo seria vista a imagem desse objeto?
- b) Se substituíssemos o espelho convexo por um espelho plano, a que distância deste espelho seria vista a imagem daquele objeto?



Espelhos esféricos (parte 03)

Espelhos esféricos – estudo analítico

Aumento linear transversal (A)



Exercício 01

(Uerj) Um lápis com altura de 20 cm é colocado na posição vertical a 50 cm do vértice de um espelho côncavo. A imagem conjugada pelo espelho é real e mede 5 cm. Calcule a distância, em centímetros, da imagem ao espelho.

Exercício 02

(Unesp) Observe o adesivo plástico apresentado no espelho côncavo de raio de curvatura igual a 1,0 m, na figura 1. Essa informação indica que o espelho produz imagens nítidas com dimensões até cinco vezes maiores do que as de um objeto colocado diante dele.



Figura 1

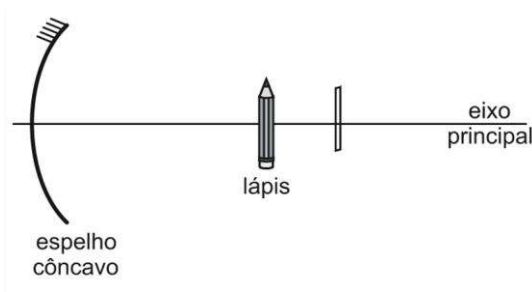
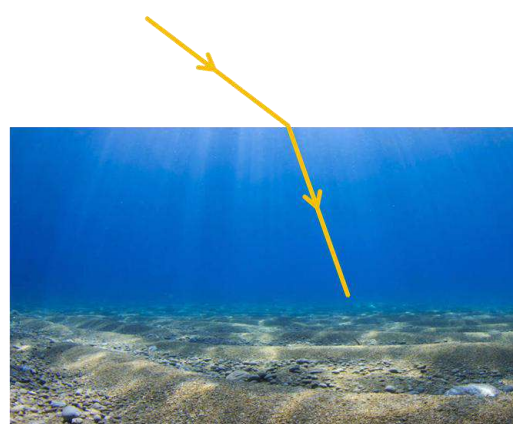
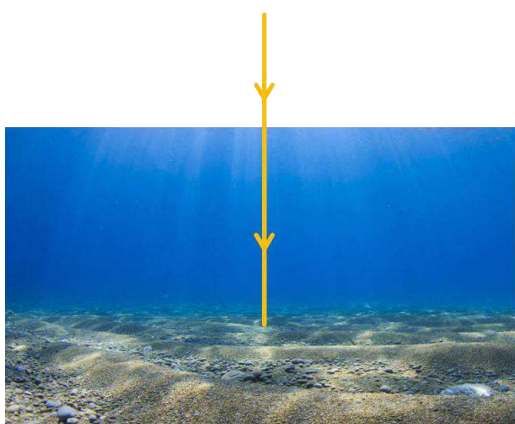


Figura 2

Considerando válidas as condições de nitidez de Gauss para esse espelho, calcule o aumento linear conseguido quando o lápis estiver a 10 cm do vértice do espelho, perpendicularmente ao seu eixo principal, e a distância em que o lápis deveria estar do vértice do espelho, para que sua imagem fosse direita e ampliada cinco vezes.

Refração (parte 01)

Refração da luz



A refração é o fenômeno em que ocorre alteração da velocidade da luz em virtude da mudança de meio de propagação.

Exercício 01

Quando um raio de luz monocromática sofre uma refração, altera-se:

- a) a sua cor;
- b) o seu período;
- c) a sua frequência;
- d) a sua velocidade de propagação;
- e) nenhuma dessas grandezas sofre alteração com a refração do raio de luz.

Índice de refração absoluto (n)

Mede a dificuldade da luz em “viajar” num determinado meio.

$$n_{\text{MEIO}} = \frac{c}{v_{\text{MEIO}}}$$

c: velocidade da luz no vácuo

v: velocidade da luz no meio

Todas as cores de luz têm a mesma velocidade no vácuo ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

Velocidade da luz em um meio material (v_{MEIO})



$$v_{\text{ALAR.}} = 2,3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{AZUL}} = 1,8 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$n_{\text{ALAR.}} = 1,30$$

$$n_{\text{AZUL}} = 1,67$$

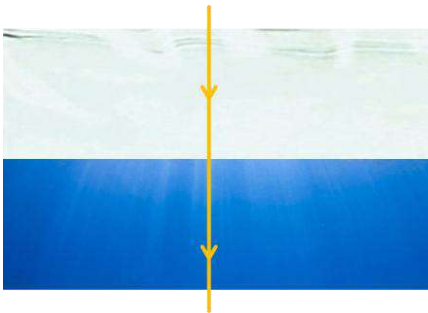
Quanto maior for a frequência da luz menor será sua velocidade de propagação em um determinado meio e, portanto, maior será o índice de refração absoluto desse meio.

Exercício 02

[Pucrj] Sabendo que a velocidade de uma onda eletromagnética em um meio é dada por $1,2 \cdot 10^8$ m/s qual é o índice de refração desse meio?
Considere a velocidade da luz no vácuo $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

- a) 2,5
- b) 1,2
- c) 1,8
- d) 2,0
- e) 0,4

Índice de refração relativo



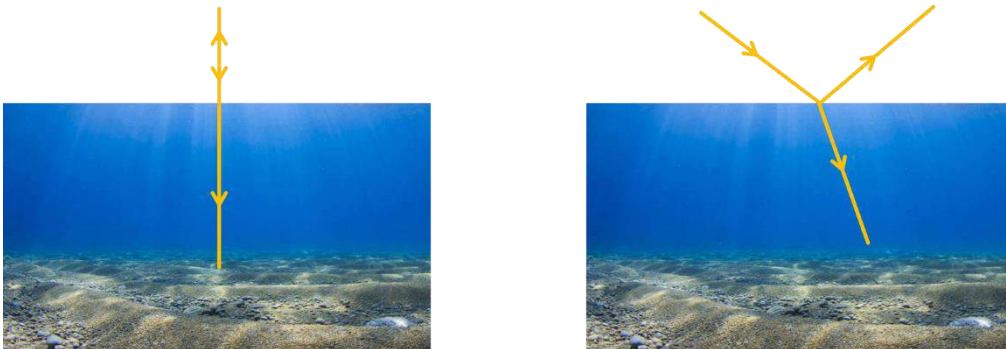
Exercício 03

O índice de refração da água em relação ao vidro é $8/9$. Sabendo que o índice de refração absoluto da água é $4/3$ e que a velocidade da luz no vácuo é $3 \cdot 10^8$ m/s, podemos afirmar que a velocidade da luz no vidro é:

- a) $2,5 \cdot 10^8$ m/s
- b) $1,0 \cdot 10^8$ m/s
- c) $2,0 \cdot 10^8$ m/s
- d) $0,8 \cdot 10^8$ m/s
- e) $1,5 \cdot 10^8$ m/s

Refração (parte 02)

Refração da luz



Ao incidir na superfície de separação entre dois meios parte da luz refrata e outra parte sofre reflexão.

Continuidade óptica

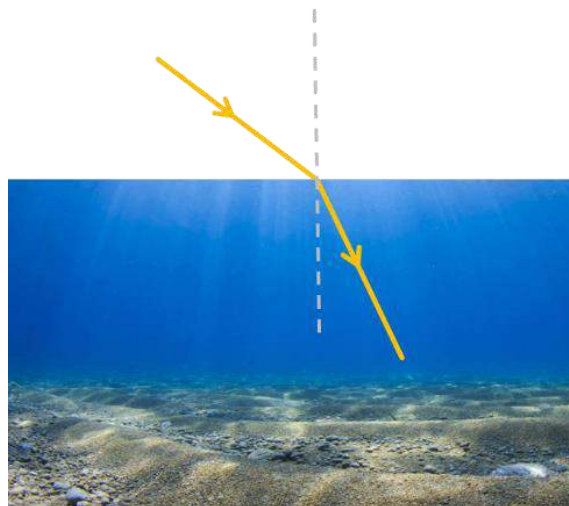


Exercício 01

(Enem) Em um experimento, coloca-se glicerina dentro de um tubo de vidro liso. Em seguida, parte do tubo é colocada em um copo de vidro que contém glicerina e a parte do tubo imersa fica invisível. Esse fenômeno ocorre porque a

- a) intensidade da luz é praticamente constante no vidro.
- b) parcela de luz refletida pelo vidro é praticamente nula.
- c) luz que incide no copo não é transmitida para o tubo de vidro.
- d) velocidade da luz é a mesma no vidro e na glicerina.
- e) trajetória da luz é alterada quando ela passa da glicerina para o vidro.

Leis da refração



1ª Lei: O raio de luz incidente, o raio de luz refratado e reta normal, são coplanares.

2ª Lei: Snell-Descartes.

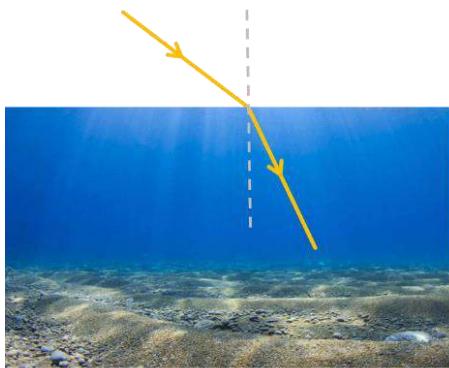
Exercício 02

[Pucrj] Um feixe luminoso se propagando no ar incide em uma superfície de vidro. Calcule o ângulo que o feixe refratado faz com a normal à superfície sabendo que o ângulo de incidência i é de 60° e que os índices de refração do ar e do vidro, n_A e n_V são, respectivamente, 1,0 e $\sqrt{3}$.

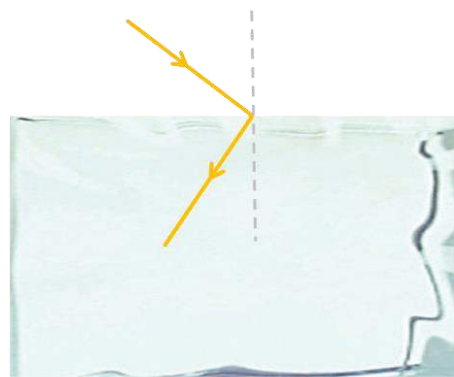
- a) 30°
- b) 45°
- c) 60°
- d) 73°
- e) 90°

Refração em um metamaterial

Material comum



Metamaterial

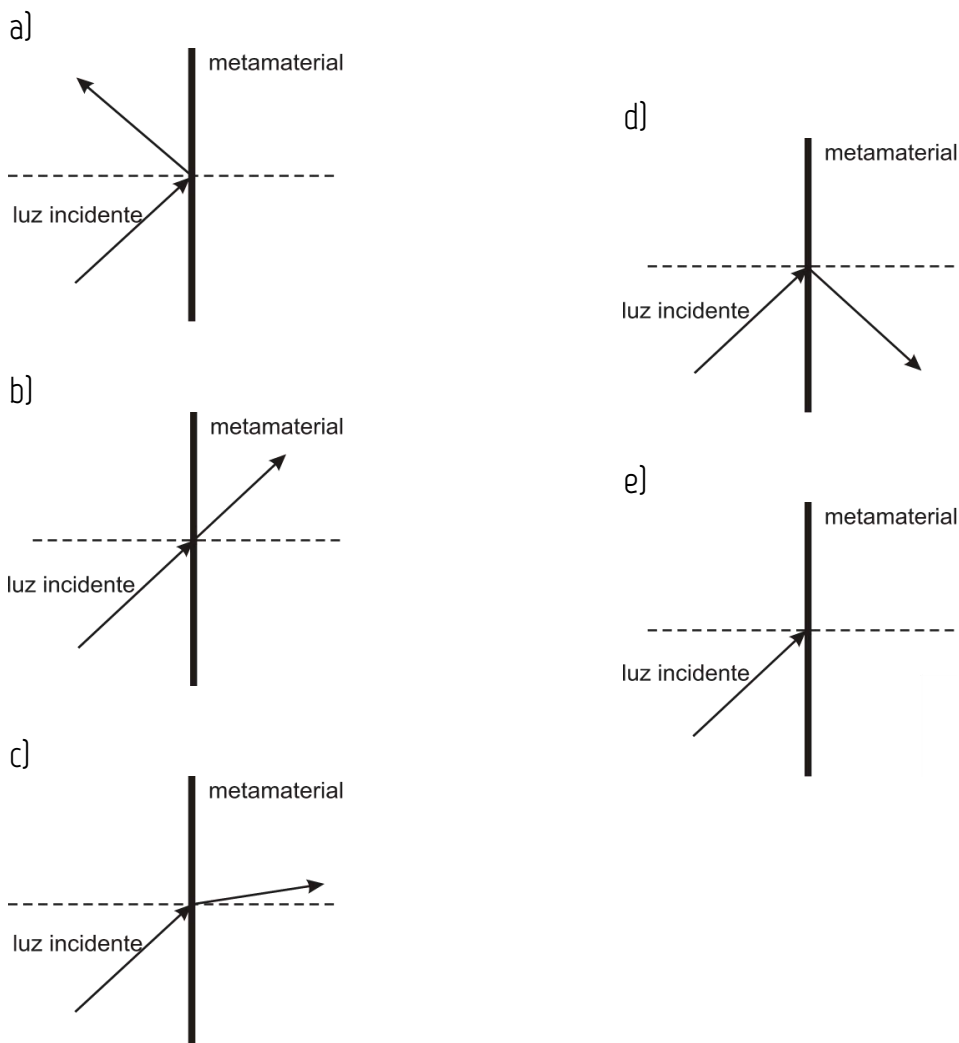


Exercício 03

(Enem) Um grupo de cientistas liderado por pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), nos Estados Unidos, construiu o primeiro metamaterial que apresenta valor negativo do índice de refração relativo para a luz visível. Denomina-se metamaterial um material óptico artificial, tridimensional, formado por pequenas estruturas menores do que o comprimento de onda da luz, o que lhe dá propriedades e comportamentos que não são encontrados em materiais naturais. Esse material tem sido chamado de “canhoto”.

Disponível em: <http://inovacaotecnologica.com.br>. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

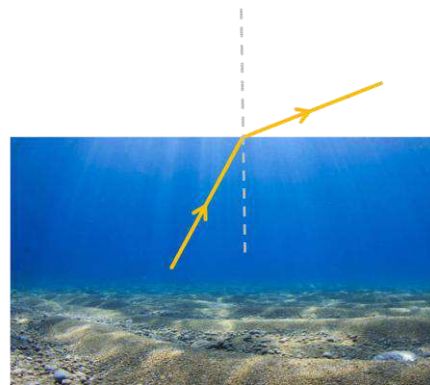
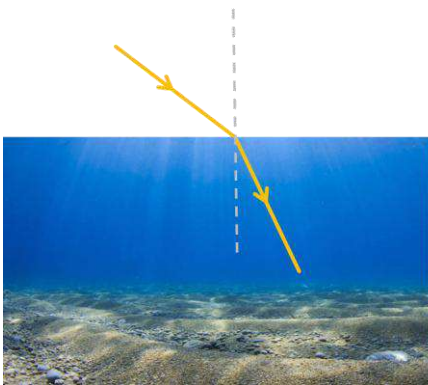
Considerando o comportamento atípico desse metamaterial, qual é a figura que representa a refração da luz ao passar do ar para esse meio?



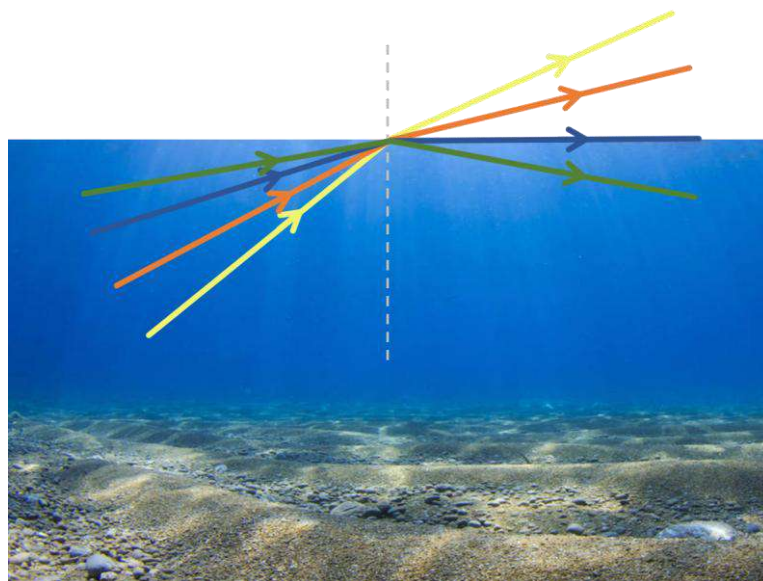


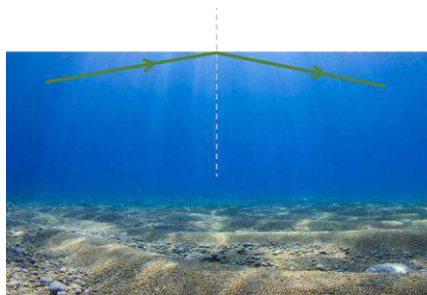
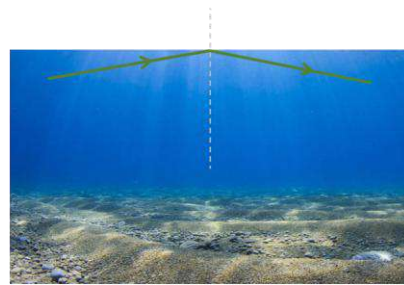
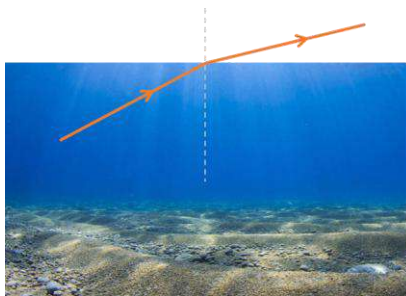
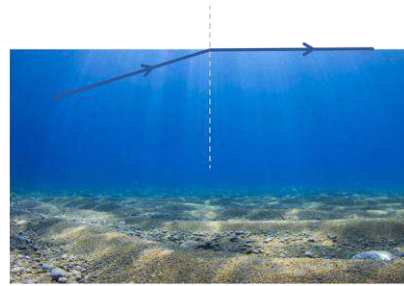
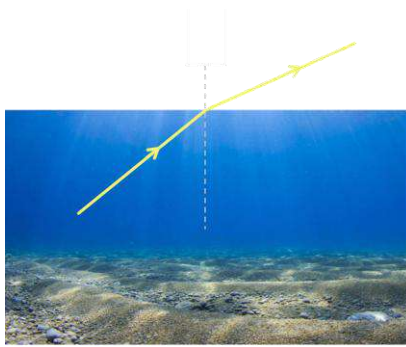
Reflexão total

Refração da luz



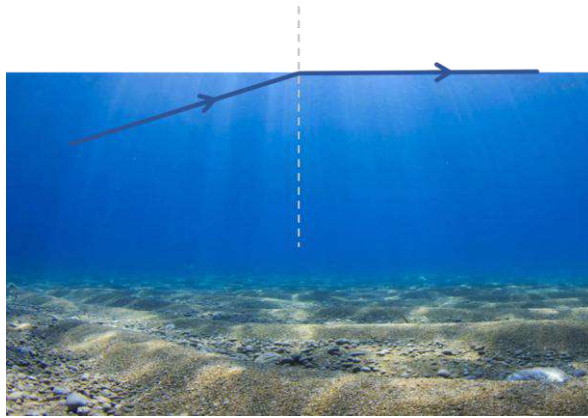
Reflexão total





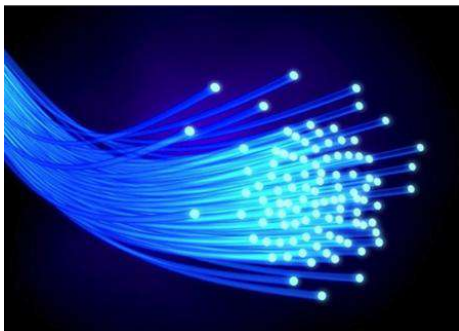
A reflexão total só ocorre se a luz estiver se propagando do meio mais refringente (n_{MAIOR}) para o meio menos refringente (n_{MENOR}) e se o ângulo de incidência (i) for maior do que o ângulo limite (L).

Ângulo limite (L)



Reflexão total - aplicações

Fibra óptica



Exercício 01

(Enem) A banda larga brasileira é lenta. No Japão já existem redes de fibras ópticas, que permitem acessos à internet com velocidade de 1 gigabit por segundo (Gbps), o suficiente para baixar em um minuto, por exemplo, 80 filmes. No Brasil a maioria das conexões ainda é de 1 megabit por segundo (Mbps), ou seja, menos de um milésimo dos acessos mais rápidos do Japão. A fibra óptica é composta basicamente de um material dielétrico (sílica ou plástico), segundo uma estrutura cilíndrica, transparente e flexível.

Ela é formada de uma região central envolta por uma camada, também de material dielétrico, com índice de refração diferente ao do núcleo. A transmissão em uma fibra óptica acontecerá de forma correta se o índice de refração do núcleo, em relação ao revestimento, for

- a) superior e ocorrer difração.
- b) superior e ocorrer reflexão interna total.
- c) inferior e ocorrer reflexão interna parcial.
- d) inferior e ocorrer interferência destrutiva.
- e) inferior e ocorrer interferência construtiva.

Miragens





Brilho nos diamantes



Exercício 02

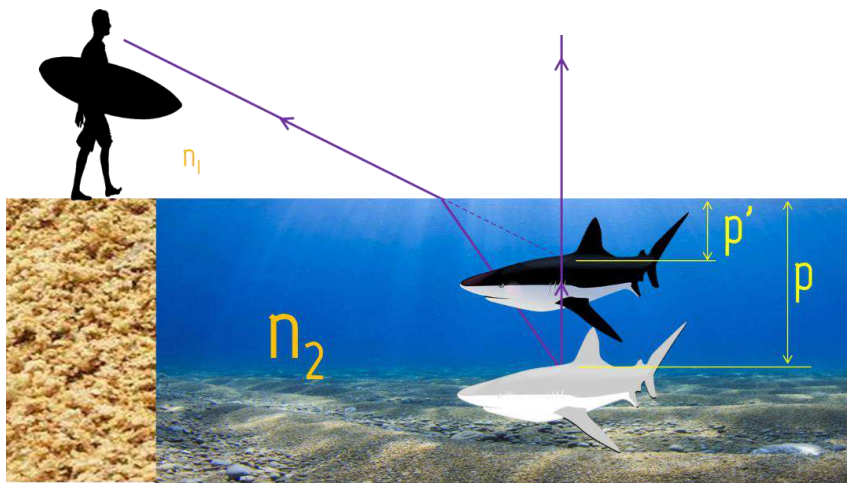
(Enem) As miragens existem e podem induzir à percepção de que há água onde não existe. Elas são a manifestação de um fenômeno óptico que ocorre na atmosfera. Esse fenômeno óptico é consequência da

- a) refração da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.
- b) reflexão da luz ao incidir no solo quente.
- c) reflexão difusa da luz na superfície rugosa.
- d) dispersão da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.
- e) difração da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.

Dióptro plano

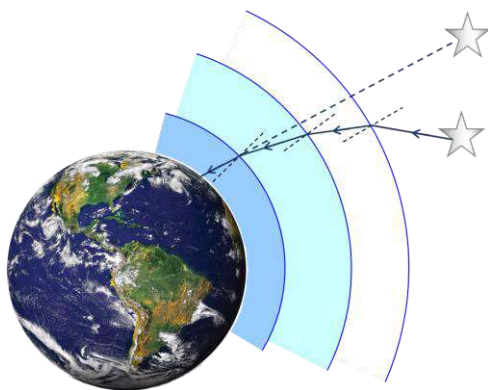
Dióptro plano

Profundidade aparente

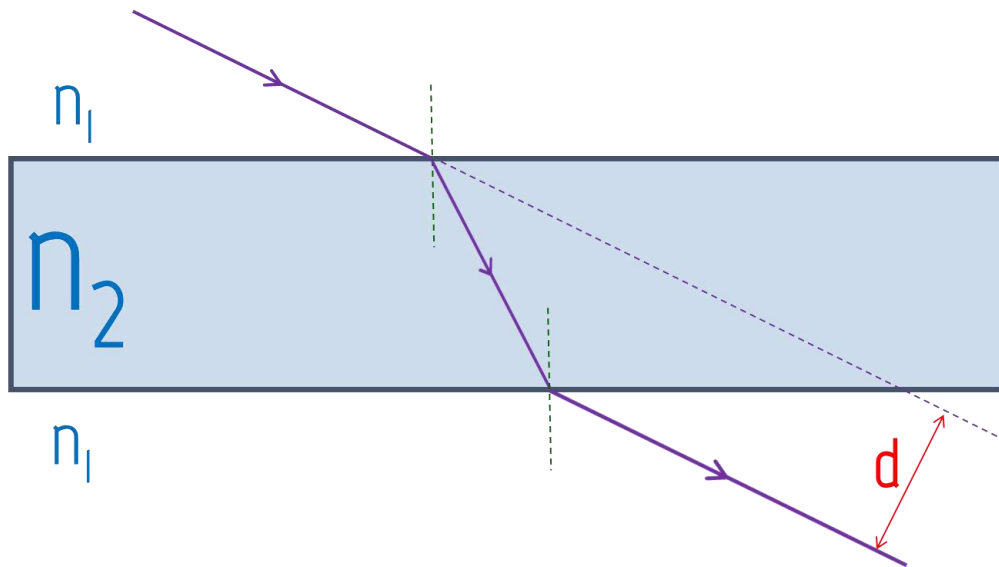


Reflexão total

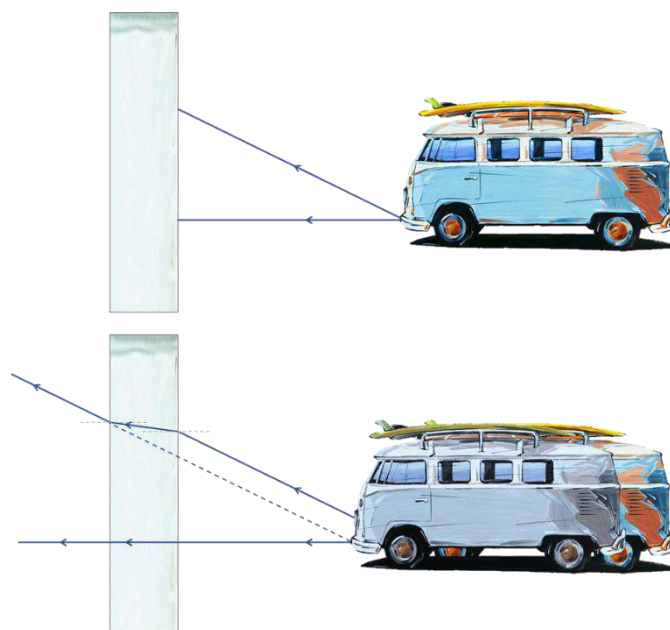
Altura aparente



Lâmina de faces paralelas



$$d = \frac{e \cdot \sin(i-r)}{\cos r}$$

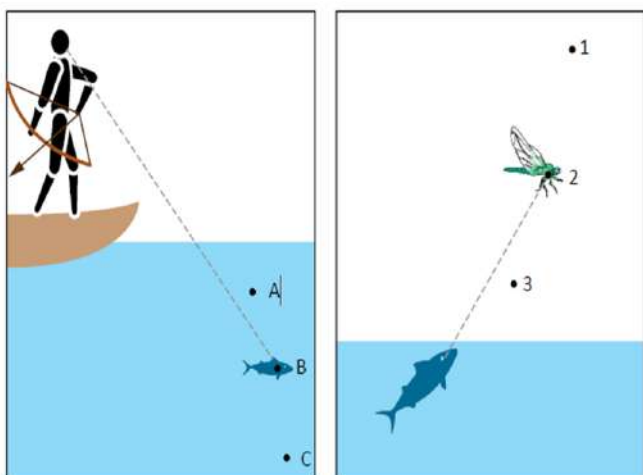


Exercício

[Ufpa] Os índios amazônicos comumente pescam com arco e flecha. Já na Ásia e na Austrália, o peixe arqueiro captura insetos, os quais ele derruba sobre a água, acertando-os com jatos disparados de sua boca. Em ambos os casos, a presa e o caçador encontram-se em meios diferentes.

As figuras abaixo mostram qual é a posição da imagem da presa, conforme vista pelo caçador, em cada situação.

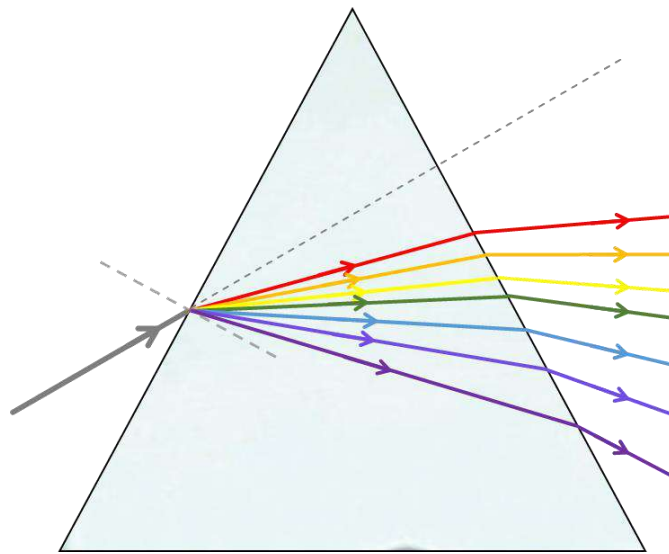
Identifique, em cada caso, em qual dos pontos mostrados, o caçador deve fazer pontaria para maximizar suas chances de acertar a presa.



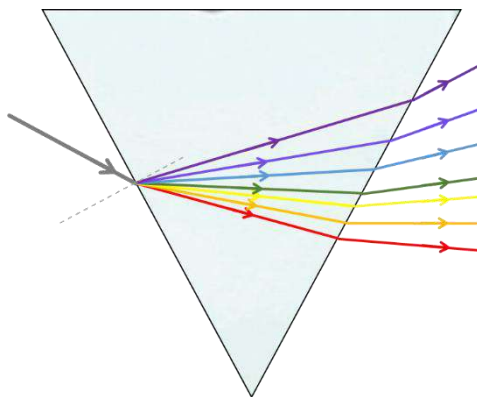
- a. Homem em A; peixe arqueiro em 1
- b. Homem em A; peixe arqueiro em 3
- c. Homem em B; peixe arqueiro em 2
- d. Homem em C; peixe arqueiro em 1
- e. Homem em C; peixe arqueiro em 3

Dispersão da Luz

Dispersão da luz

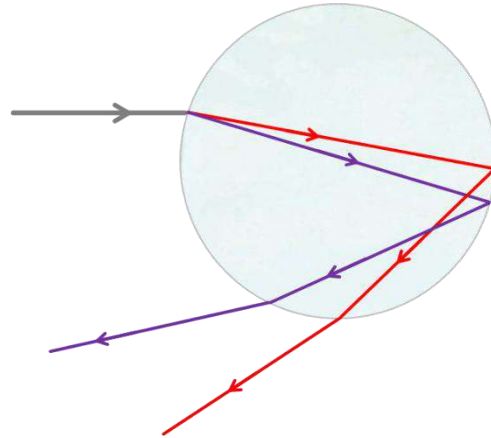


Quanto maior a frequência da luz, maior é o índice de refração do prisma e, portanto, menor a velocidade da luz em seu interior.



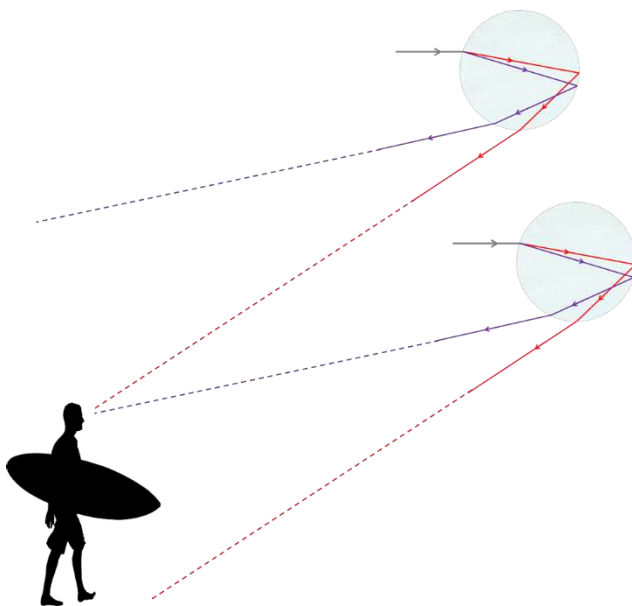
Dispersão da luz

Arco-Íris



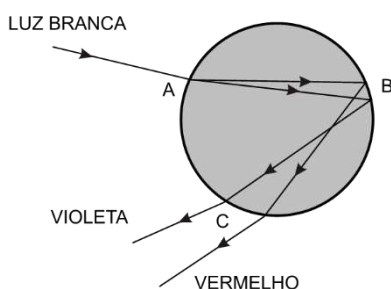
Reflexão total

Arco-Íris



Exercício

(Ufpr) Descartes desenvolveu uma teoria para explicar a formação do arco-íris com base nos conceitos da óptica geométrica. Ele supôs uma gota de água com forma esférica e a incidência de luz branca conforme mostrado de modo simplificado na figura.



O raio incidente sofre refração ao entrar na gota (ponto A) e apresenta uma decomposição de cores. Em seguida, esses raios sofrem reflexão interna dentro da gota (região B) e saem para o ar após passar por uma segunda refração (região C).

Posteriormente, com a experiência de Newton com prismas, foi possível explicar corretamente a decomposição das cores da luz branca. A figura não está desenhada em escala e, por simplicidade, estão representados apenas os raios violeta e vermelho, mas deve-se considerar que entre eles estão os raios das outras cores do espectro visível.

Sobre esse assunto, avalie as seguintes afirmativas:

1. O fenômeno da separação de cores quando a luz sofre refração ao passar de um meio para outro é chamado de dispersão.
2. Ao sofrer reflexão interna, cada raio apresenta ângulo de reflexão igual ao seu ângulo de incidência, ambos medidos em relação à reta normal no ponto de incidência.
3. Ao refratar na entrada da gota (ponto A na figura), o violeta apresenta menor desvio, significando que o índice de refração da água para o violeta é menor que para o vermelho.

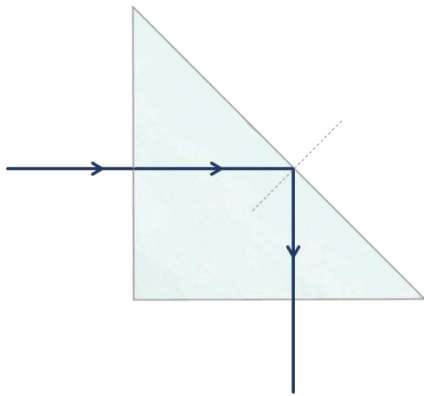
Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.
- b) Somente a afirmativa 2 é verdadeira.
- c) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.

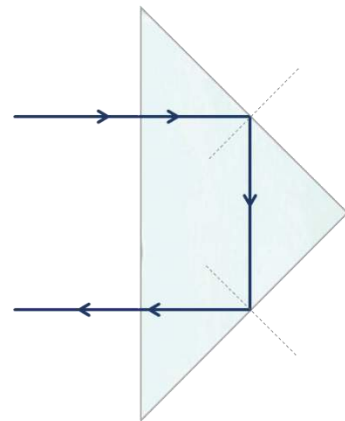
Prismas

Prismas de reflexão total

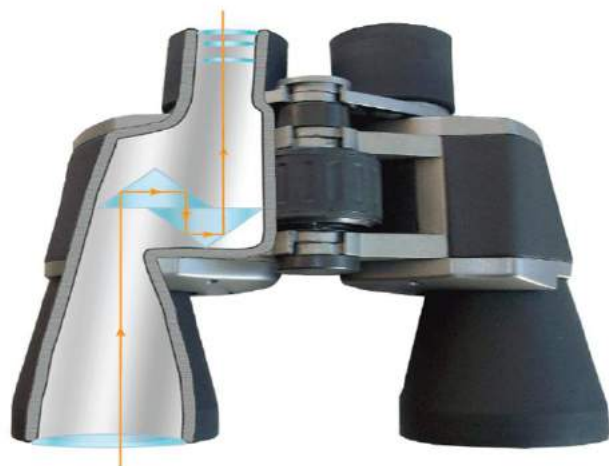
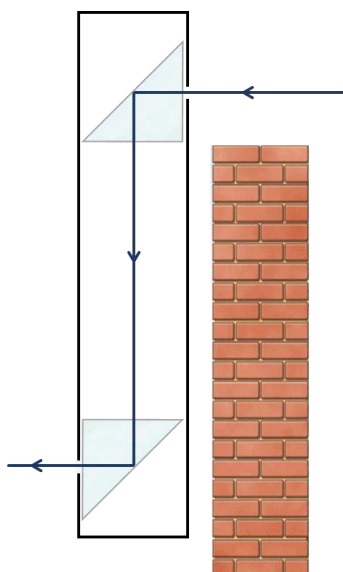
Prisma de Amici



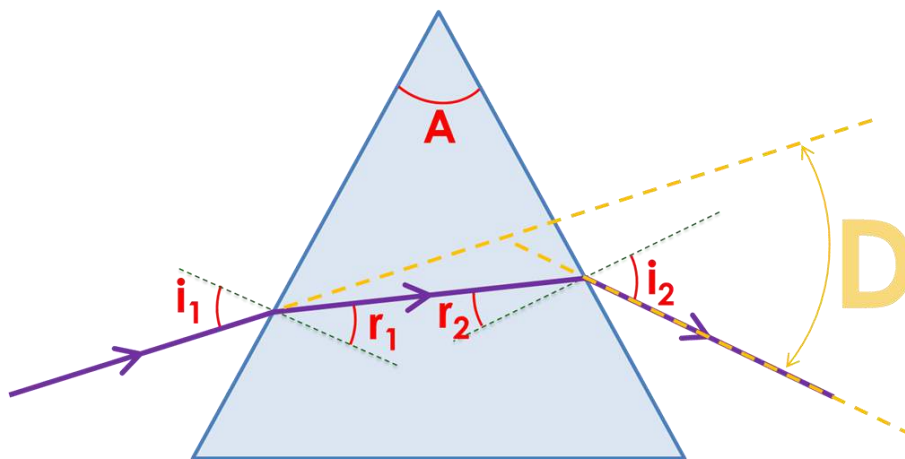
Prisma de Porro



Aplicações



Prismas



$$A = r_1 + r_2$$

$$D = i_1 + i_2 - A$$

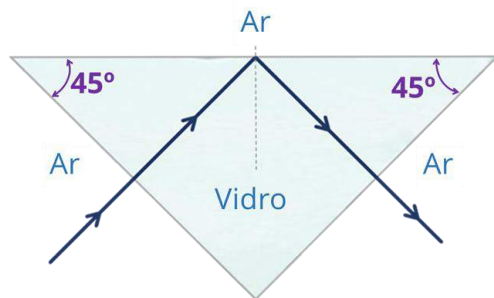
Exercício 01

(Ufes) Deseja-se que um raio de luz que passa através de um prisma sofra reflexão total. Neste caso é necessário que:

- a) o prisma tenha um ângulo reto.
- b) o ângulo de incidência do raio seja maior do que qualquer dos ângulos do prisma.
- c) a luz incidente seja policromática.
- d) o índice de refração do prisma seja maior do que o do meio onde se encontra.
- e) n.d.a.

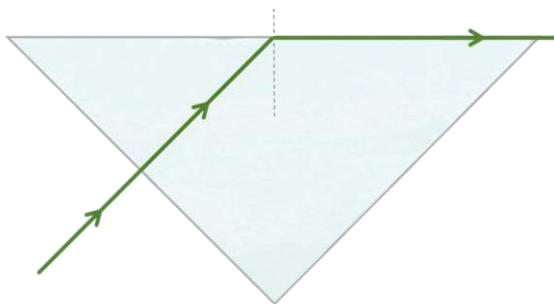
Exercício 02

(Fuvest) Alguns instrumentos de óptica utilizam prismas de reflexão total como espelhos, como no caso da figura.



O valor do índice de refração do vidro desse prisma deve ser maior que:

- a) 2,00
- b) 1,73
- c) 1,41
- d) 1,00
- e) 0,707





Lentes esféricas (parte 01)

Lentes esféricas

Lentes de bordas finas



Biconvexa



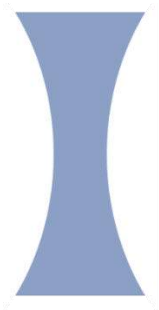
Plano-convexa



Côncavo-convexa



Lentes de bordas grossas



Bicôncava



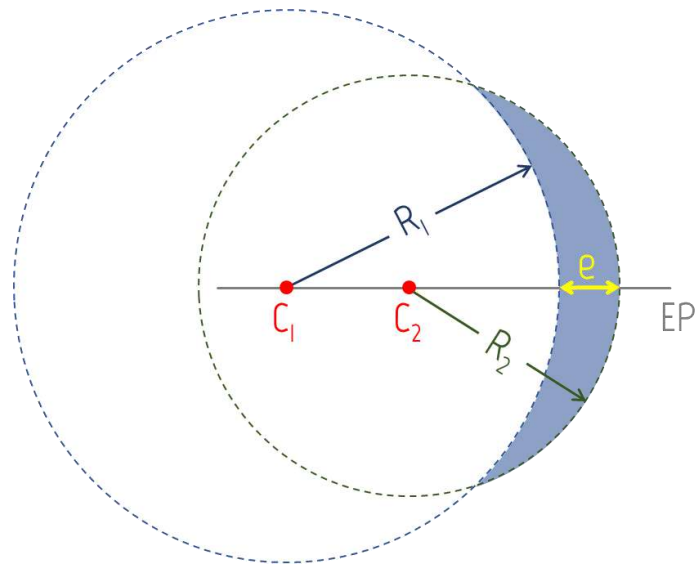
Plano-côncava



Convexo-côncava

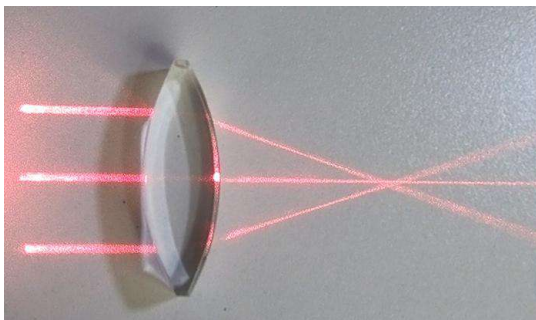


Elementos construtivos de uma lente

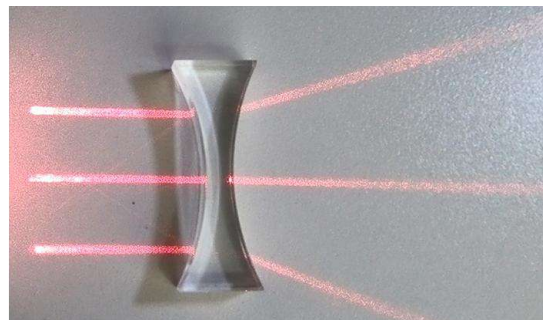


C_1 e C_2 : centros de curvatura; R_1 e R_2 : raios de curvatura; EP: eixo principal; e: espessura

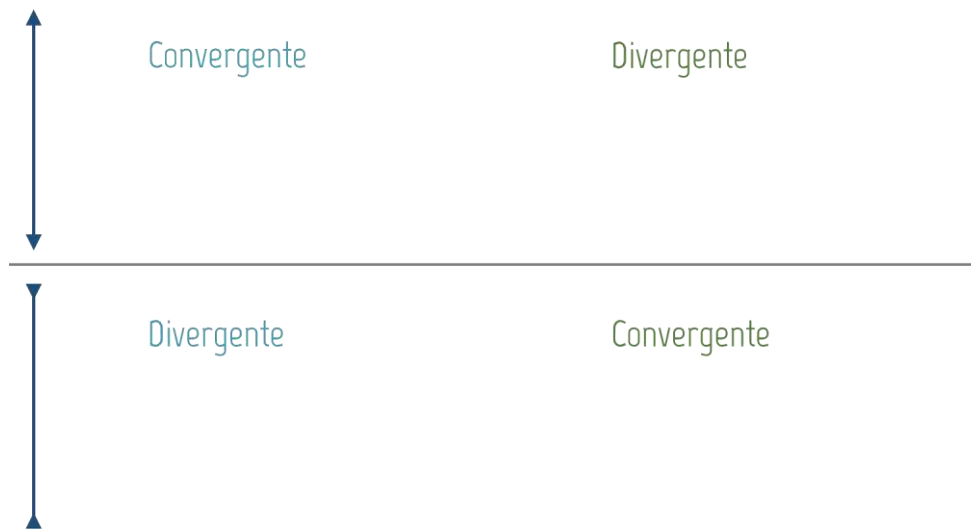
Comportamento óptico



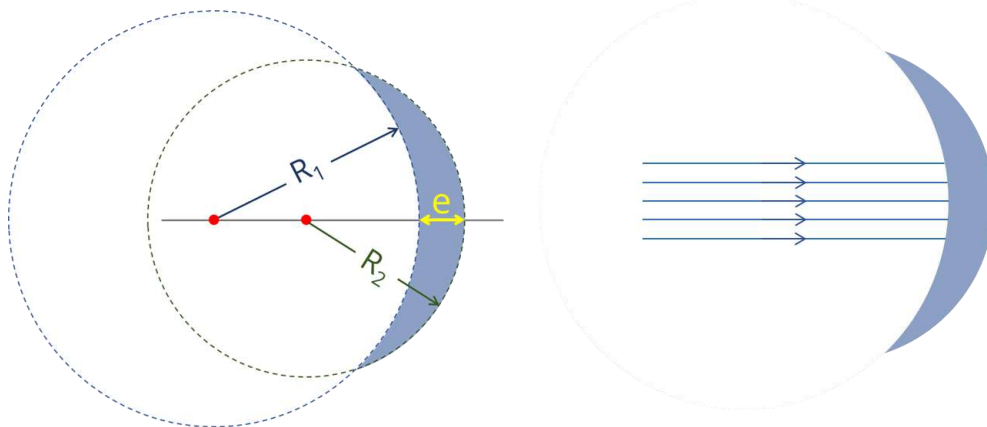
Convergência



Divergência



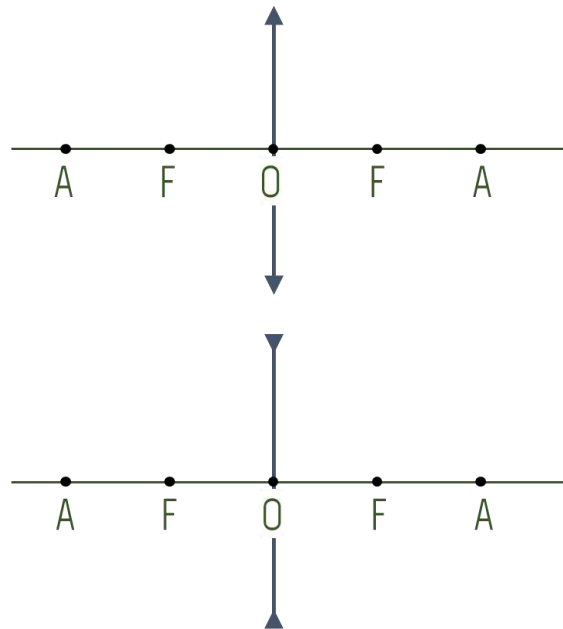
Condições de nitidez de Gauss



A espessura deve ser muito menor se comparada às dimensões dos raios de curvatura da lente.

Os raios incidentes devem ser paralelos (ou pouco inclinados) e próximos ao eixo principal.

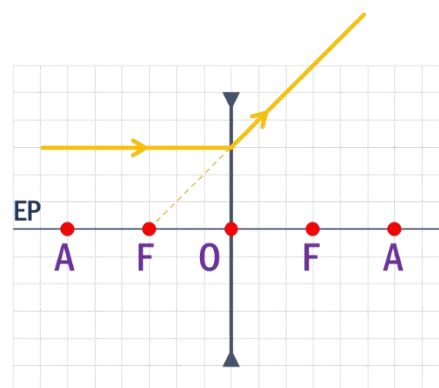
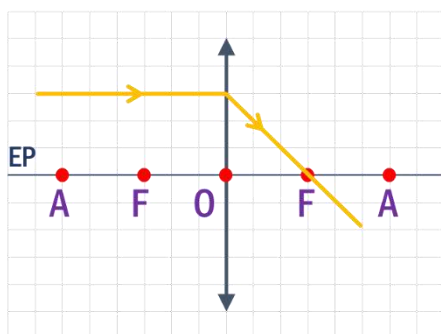
Elementos de uma lente



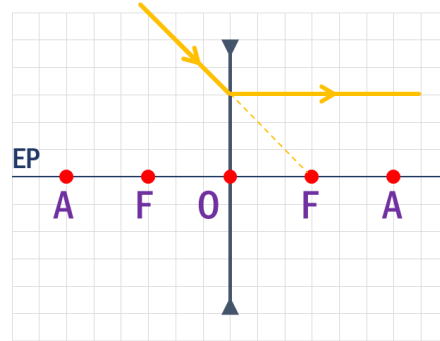
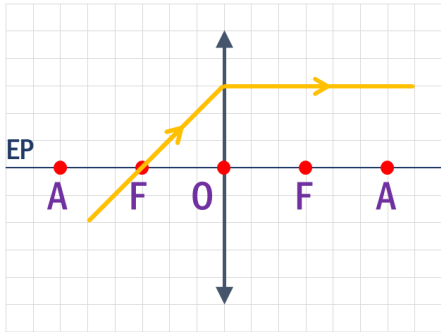
A: ponto antiprincipal; F: foco; O: centro óptico

Raios notáveis

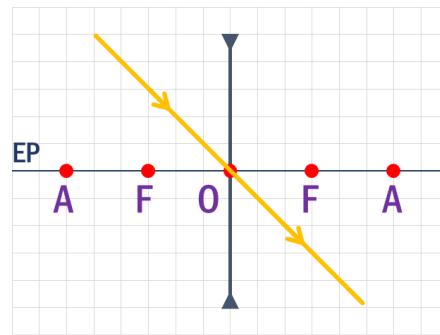
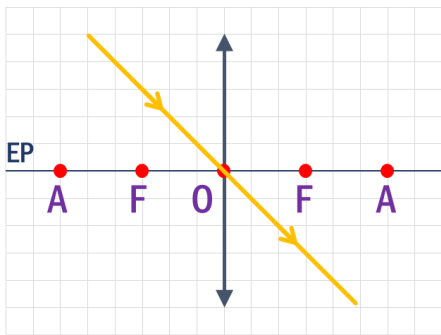
- Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal refrata passando pelo foco.



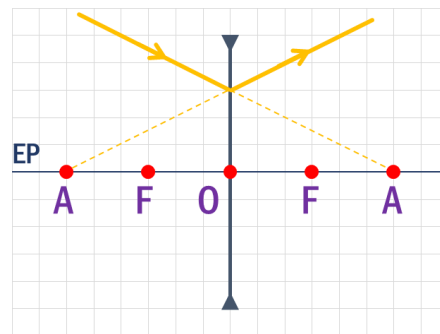
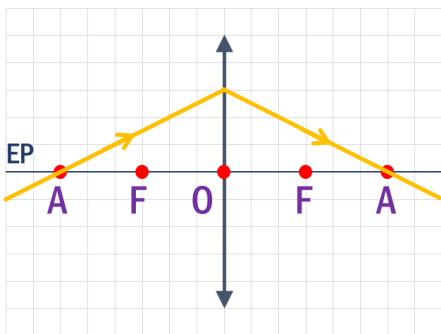
- Todo raio que incide passando pelo foco refrata paralelamente ao eixo principal.



- Todo raio que incide sobre o centro óptico refrata sem sofrer desvio.

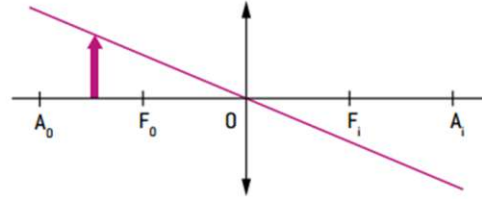
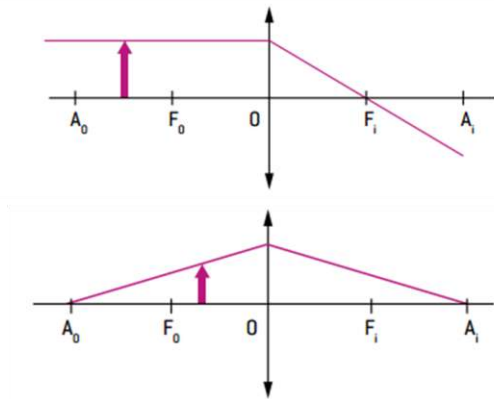


- Todo raio que incide sobre o ponto antiprincipal refrata passando pelo outro ponto antiprincipal.



Exercício

(Ifpe) Analisando os três raios notáveis de lentes esféricas convergentes, dispostas pelas figuras abaixo, podemos afirmar que:



- a) Apenas um raio está correto.
- b) Apenas dois raios são corretos.
- c) Os três raios são corretos.
- d) Os raios notáveis dependem da posição do objeto, em relação ao eixo principal.
- e) Os raios notáveis dependem da posição da lente, em relação ao eixo principal.

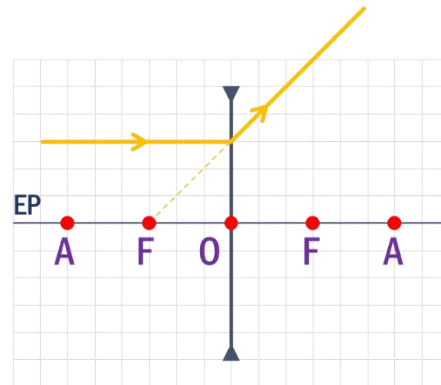
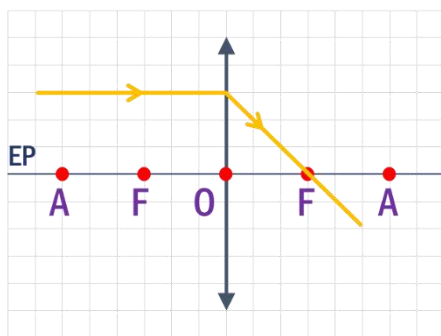


Lentes esféricas (parte 02)

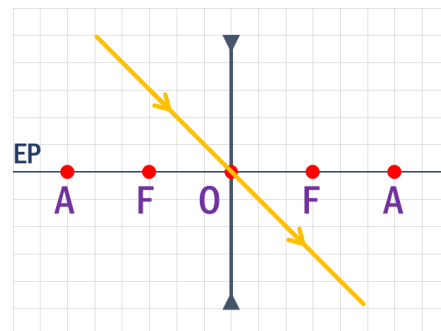
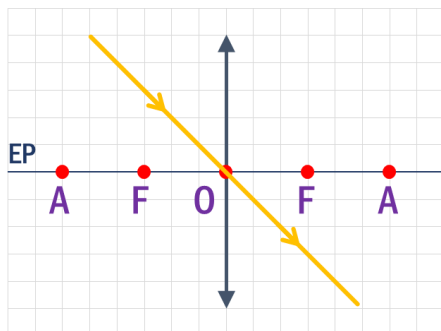
Lentes esféricas

Raios notáveis

- Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal refrata passando pelo foco.



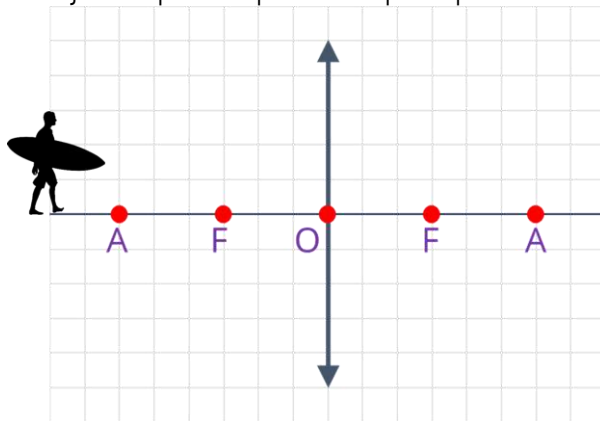
- Todo raio que incide sobre o centro óptico refrata sem sofrer desvio.



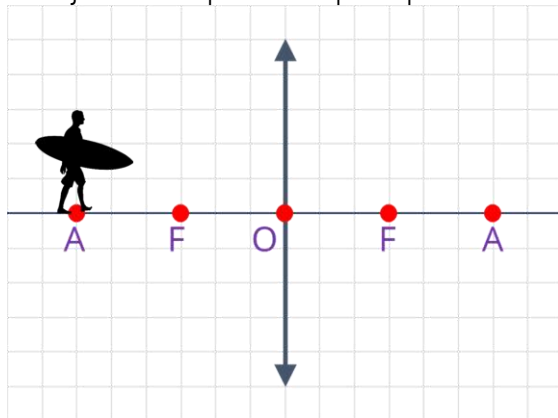
Exercício

Para cada um dos itens a seguir escolha dois raios notáveis para desenhar as imagens de cada um dos objetos colocados em frente às respectivas lentes esféricas e classifique a imagem gerada.

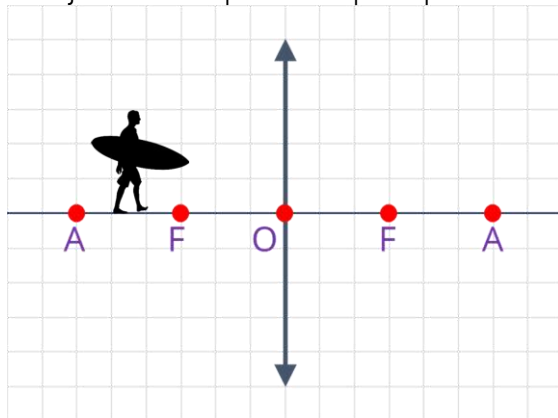
a) objeto depois do ponto antiprincipal de uma lente convergente.



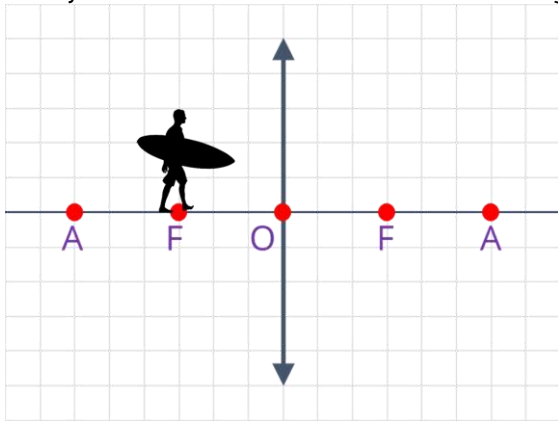
b) objeto sobre ponto antiprincipal de uma lente convergente.



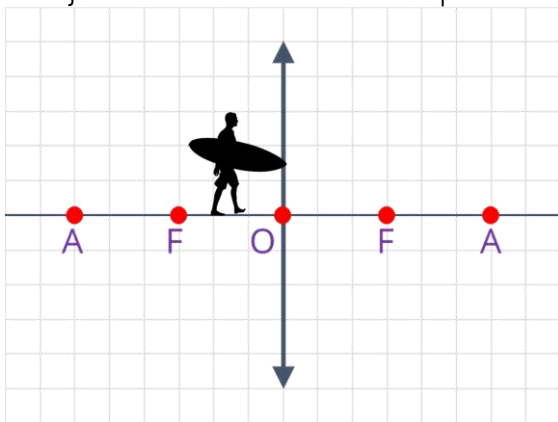
c) objeto entre o ponto antiprincipal e o foco de uma lente convergente.



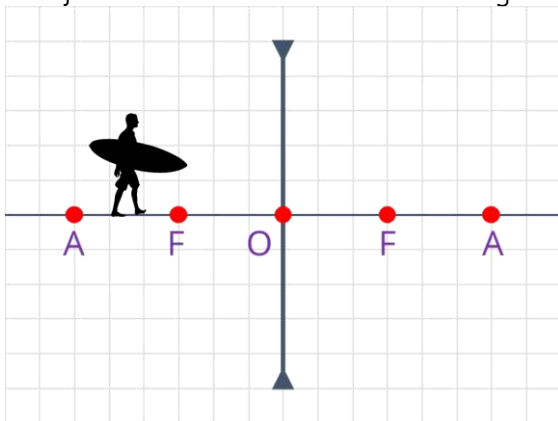
d) objeto sobre o foco de uma lente convergente.



e) objeto entre o foco e o centro óptico de uma lente convergente.



f) objeto em frente de uma lente divergente.

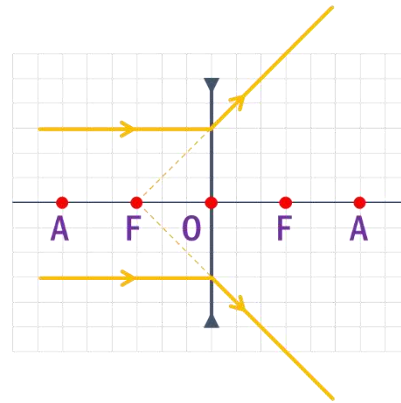
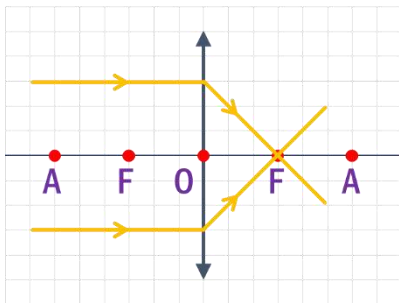




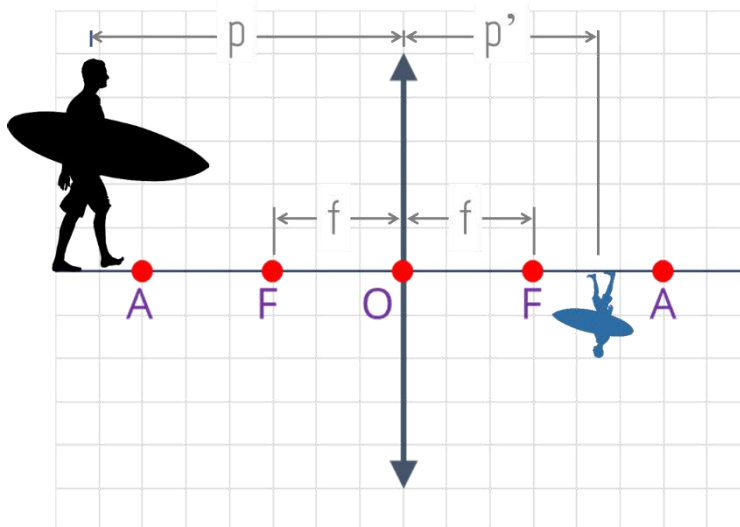
Lentes esféricas (parte 03)

Lentes esféricas – estudo analítico

Distância focal (f)



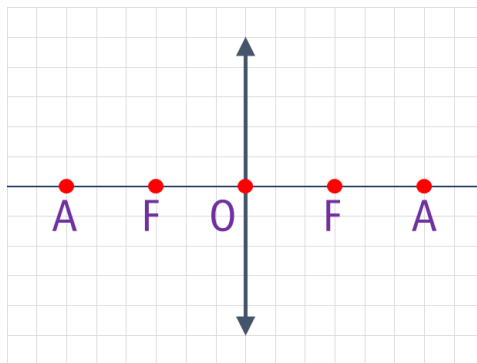
Equação de Gauss



Exercício

(Ufpr) Um objeto movimenta-se com velocidade constante ao longo do eixo óptico de uma lente delgada positiva de distância focal $f = 10$ cm. Num intervalo de 1 s, o objeto se aproxima da lente, indo da posição 30 cm para 20 cm em relação ao centro óptico da lente. v_0 e v_i são as velocidades médias do objeto e da imagem, respectivamente, medidas em relação ao centro óptico da lente. Desprezando-se o tempo de propagação dos raios de luz, é correto concluir que o módulo da razão v_0/v_i é:

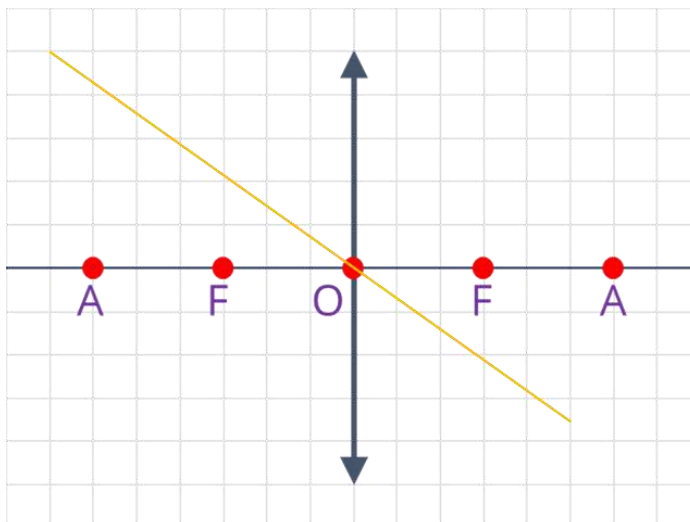
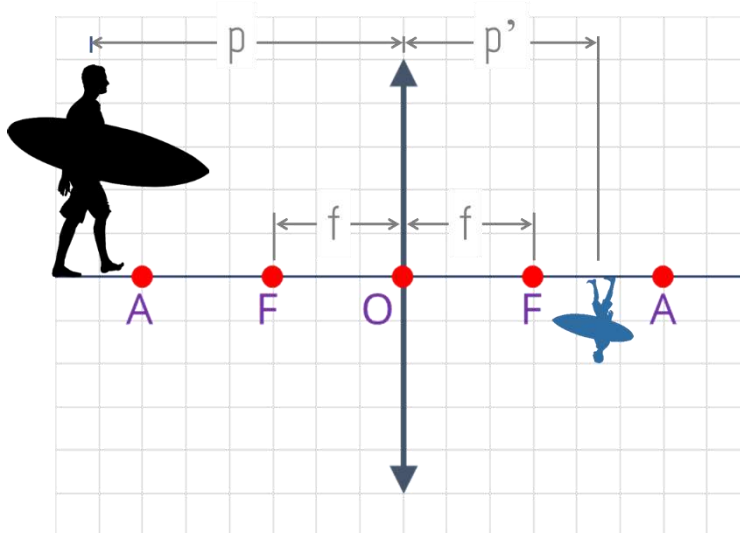
- a) $2/3$.
- b) $3/2$.
- c) 1.
- d) 3.
- e) 2.



Lentes esféricas (parte 04)

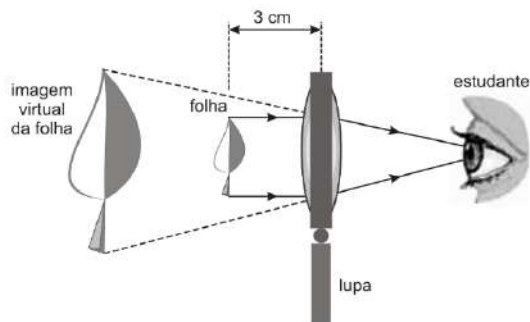
Lentes esféricas – estudo analítico

Aumento linear (A)



Exercício 01

(Unesp) Para observar uma pequena folha em detalhes, um estudante utiliza uma lente esférica convergente funcionando como lupa. Mantendo a lente na posição vertical e parada a 3 cm da folha, ele vê uma imagem virtual ampliada 2,5 vezes.



Considerando válidas as condições de nitidez de Gauss, a distância focal, em cm, da lente utilizada pelo estudante é igual a

- a) 5.
- b) 2.
- c) 6.
- d) 4.
- e) 3.

Exercício 02

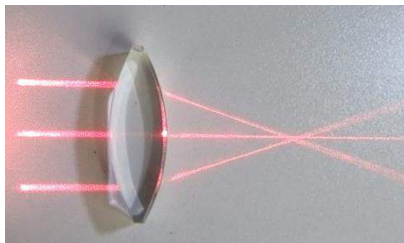
Um objeto linear e transversal, de certo tamanho, é colocado a 30 cm de uma lente divergente de distância focal igual a 20 cm.

- a) Qual é a posição da imagem relativamente à lente?
- b) Qual é o aumento linear transversal da imagem?

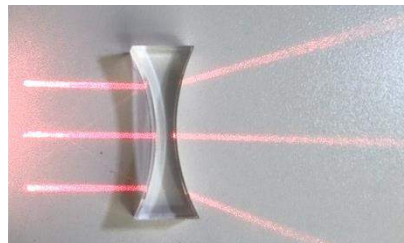
Lentes esféricas (parte 05)

Convergência (ou Vergência) de uma lente

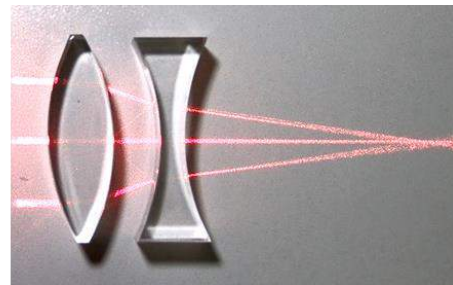
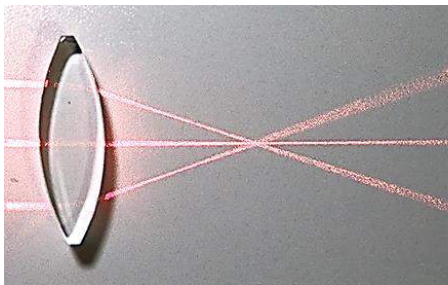
Lente convergente



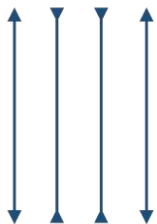
Lente divergente



Associação de lentes



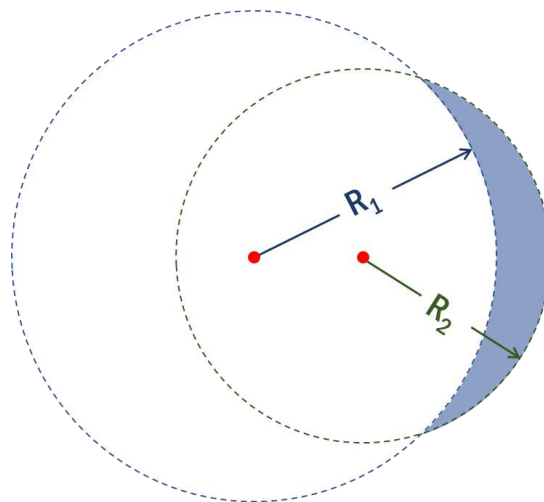
Vergência da associação



Exercício 01

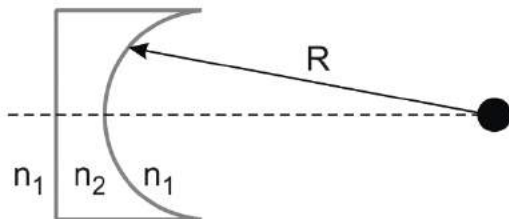
Um estudante possui duas lentes esféricas com vergências respectivamente iguais a $+7$ di e -2 di. Ao associar as duas lentes ele percebeu um comportamento diferenciado da luz ao atravessá-las, calcule a distância focal da lente formada por essa associação.

Equação dos fabricantes de lentes (Equação de Halley)



Exercício 02

[Upe] Uma lente plano-côncava, mostrada na figura a seguir, possui um raio de curvatura R igual a 30 cm. Quando imersa no ar ($n_1 = 1$), a lente comporta-se como uma lente divergente de distância focal f igual a -60 cm.



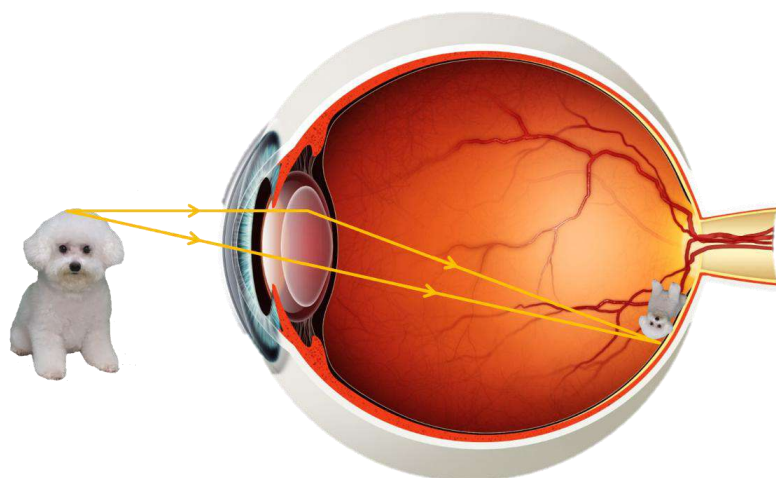
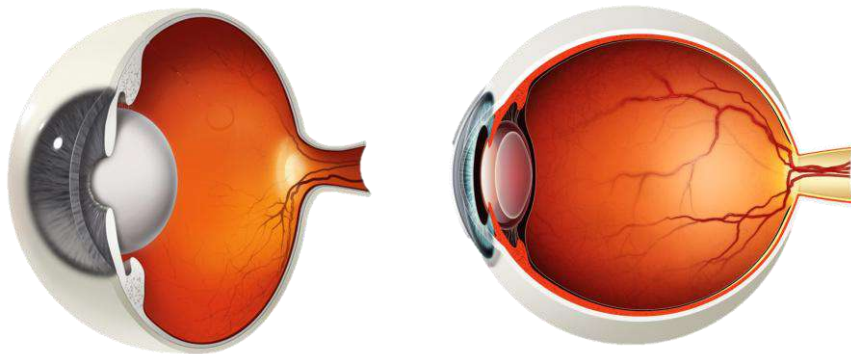
Assinale a alternativa que corresponde ao índice de refração n_2 dessa lente.

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

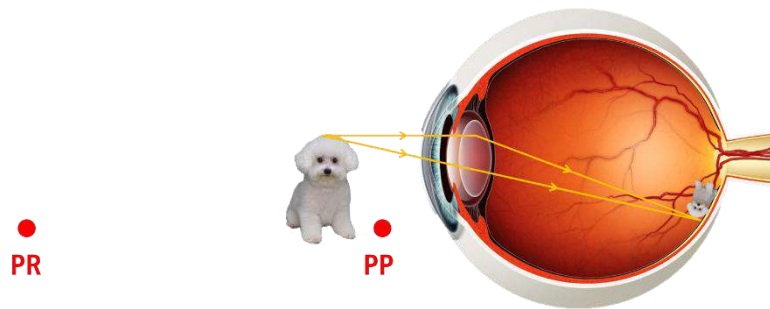


Física da visão

Física da visão



Física da visão



Ponto próximo (PP)

É o ponto mais próximo onde se pode enxergar com nitidez.

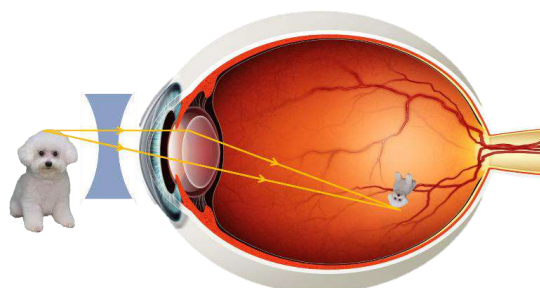
Ponto remoto (PR)

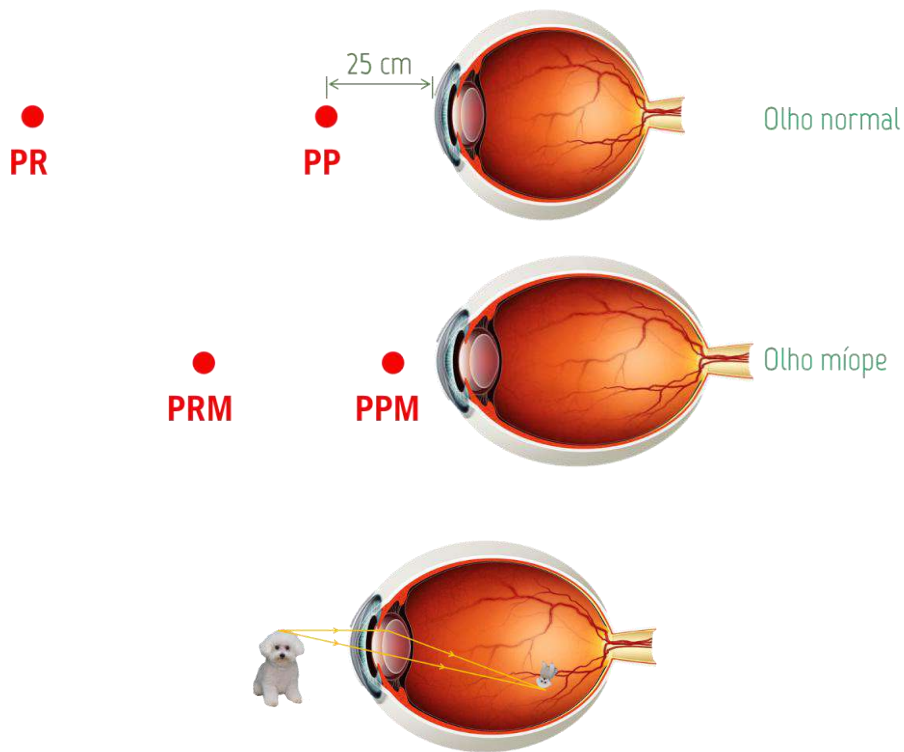
É o ponto mais longe até onde se pode enxergar com nitidez.

Defeitos de visão

Miopia

- A imagem se forma antes da retina;
- A pessoa tem dificuldade de enxergar bem de longe;
- A lente para correção é divergente;
- Pode ser causada por excesso de curvatura da córnea ou por um alongamento do globo ocular.

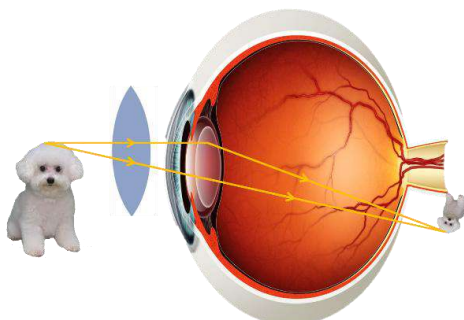


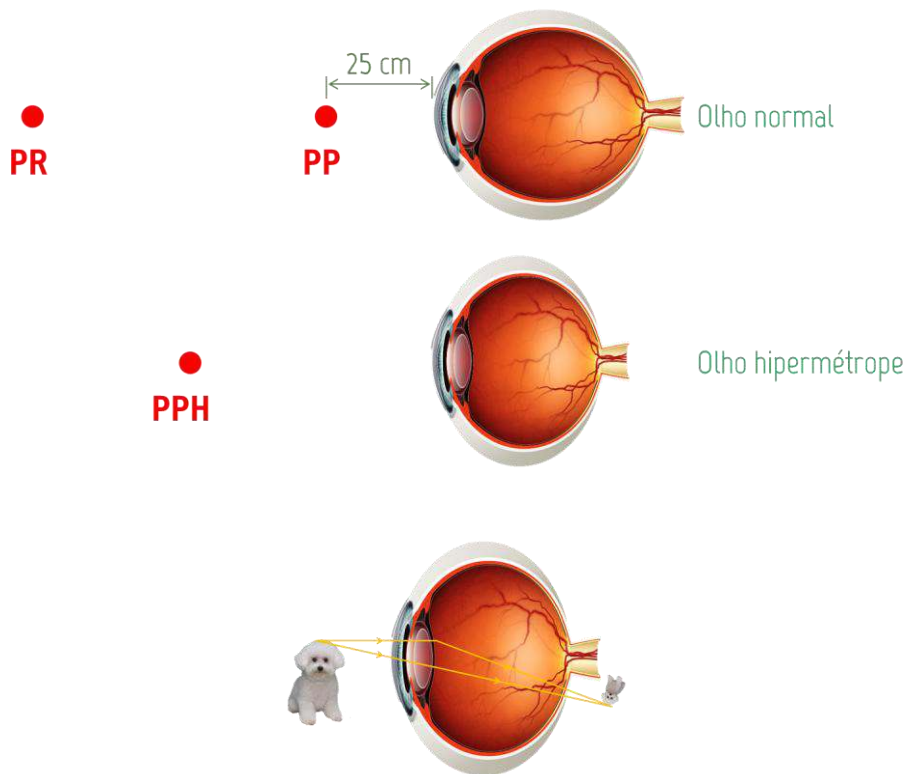


Cálculo da vergência da lente para correção

Hipermetropia

- A imagem se forma depois da retina;
- A pessoa tem dificuldade de enxergar com nitidez de perto;
- A lente para correção é convergente;
- Pode ser causada por falta de curvatura da córnea ou por um encurtamento do globo ocular.

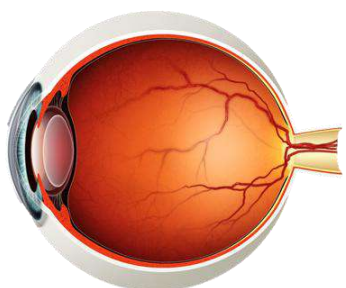




Cálculo da vergência da lente para correção

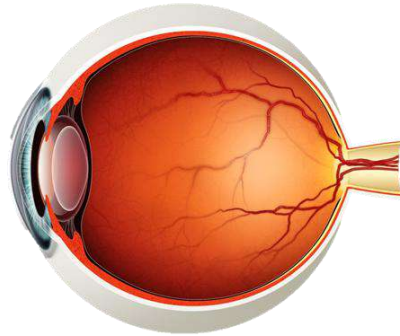
Presbiopia (vista cansada)

- Surge dificuldade de acomodação visual devido ao enrijecimento do cristalino;
- A lente para correção pode ser convergente ou bifocal/multifocal;
- A visão fica borrada principalmente para objetos próximos.

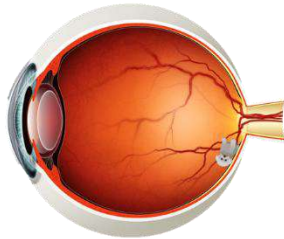


Astigmatismo

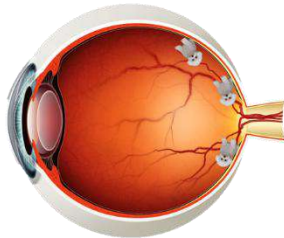
- Visão fica borrada e com dificuldade acentuada de enxergar os contornos;
- A lente para correção é cilíndrica.



Olho normal

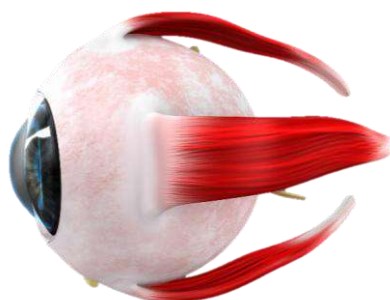


Olho astigmata



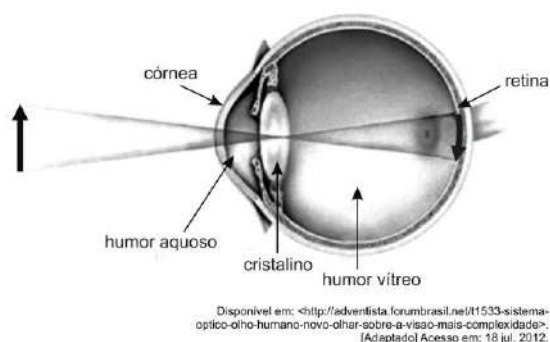
Estrabismo

- O tratamento do estrabismo pode ser através de exercícios oculares, lentes prismáticas e outros tratamentos.



Exercício

(Ufsc) Fazendo uma análise simplificada do olho humano, pode-se compará-lo a uma câmara escura. Fazendo uma análise cuidadosa, ele é mais sofisticado que uma câmera fotográfica ou filmadora. A maneira como o olho controla a entrada de luz e trabalha para focalizar a imagem para que ela seja formada com nitidez na retina é algo espetacular. A figura abaixo apresenta, de maneira esquemática, a estrutura do olho humano e a forma pela qual a luz que parte de um objeto chega à retina para ter a sua imagem formada. Na tabela abaixo, é apresentado o índice de refração de cada uma das partes do olho.



Parte do olho	Índice de refração
Córnea	1,37 a 1,38
Humor aquoso	1,33
Cristalino	1,38 a 1,41
Humor vítreo	1,33

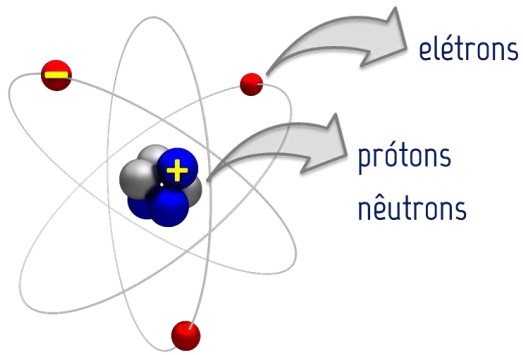
Com base no exposto, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

- 01) A imagem do objeto formada na retina é real, invertida e menor, o que nos leva a afirmar que o cristalino é uma lente de comportamento convergente.
- 02) A velocidade da luz, ao passar pelas partes do olho, é maior no humor aquoso e no humor vítreo.
- 04) O fenômeno da refração da luz é garantido pelo desvio da trajetória da luz, sendo mantidas constantes todas as outras características da luz.
- 08) A refração da luz só ocorre no cristalino, cujo índice de refração é diferente do índice de refração do humor aquoso e do humor vítreo.
- 16) A miopia é um problema de visão caracterizado pela formação da imagem antes da retina, sendo corrigido com uma lente de comportamento divergente.
- 32) A presbiopia, popularmente chamada de “vista cansada”, é um problema de visão similar à hipermetropia, sendo corrigido com uma lente de comportamento convergente.
- 64) A hipermetropia é um problema de visão caracterizado pela formação da imagem depois da retina, sendo corrigido com uma lente de comportamento divergente.

Carga elétrica

Carga elétrica

Átomo



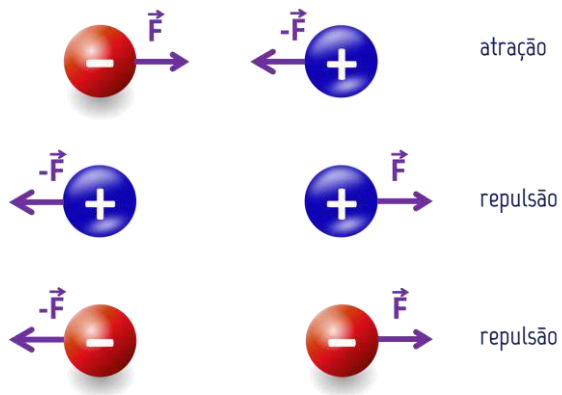
$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Átomo neutro

Átomo positivo

Átomo negativo

Princípio da atração e repulsão

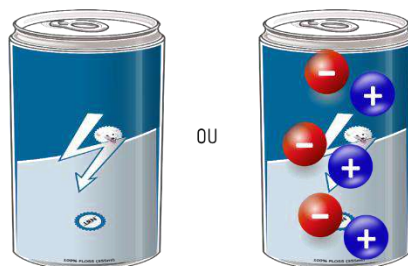


Quantização das cargas elétricas



Carga elétrica é quantizada.

Corpo neutro



n° elétrons = n° prótons

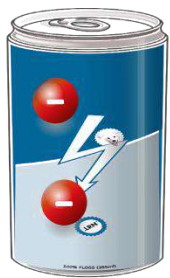
Corpo eletrizado positivamente

n° elétrons $<$ n° prótons



Corpo eletrizado negativamente

n° elétrons $>$ n° prótons



Exercício 01

Considere as seguintes afirmativas:

- I. Um corpo não-eletrizado possui um número de prótons igual ao número de elétrons.
- II. Se um corpo não-eletrizado perde elétrons, passa a estar positivamente eletrizado e, se ganha elétrons, negativamente eletrizado.
- III. Se um corpo não-eletrizado perde prótons, passa a estar negativamente eletrizado e, se ganha prótons, positivamente eletrizado.

Está(ão) correta(s):

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

Exercício 02

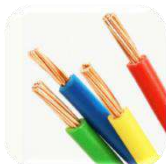
É possível que um objeto inicialmente neutro seja eletrizado com uma quantidade de carga igual a $2,4 \cdot 10^{-19} \text{C}$?

Exercício 03

Uma partícula está eletrizada positivamente com uma carga elétrica de $2,4 \cdot 10^{-15} \text{C}$. Como o módulo da carga do elétron é $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$, essa partícula

- a) ganhou $1,5 \cdot 10^4$ elétrons.
- b) perdeu $1,5 \cdot 10^4$ elétrons.
- c) ganhou $2,4 \cdot 10^4$ elétrons.
- d) perdeu $3,2 \cdot 10^4$ elétrons.
- e) ganhou $3,2 \cdot 10^4$ elétrons

Condutores



Metais



Solução eletrolítica



Gás ionizado

Isolantes

Madeira

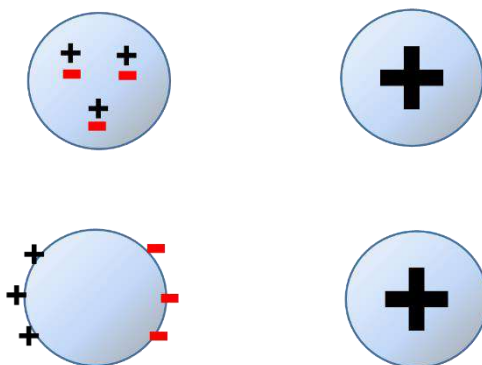
Plástico

Borracha

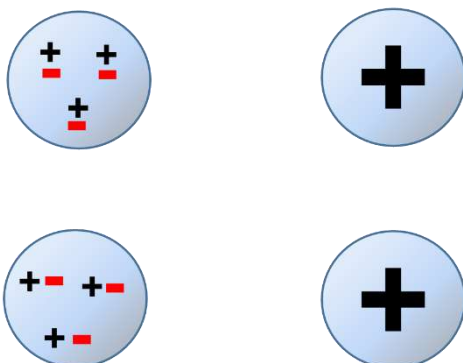
Cerâmica

Atração e repulsão entre objetos

Condutor neutro



Isolante neutro

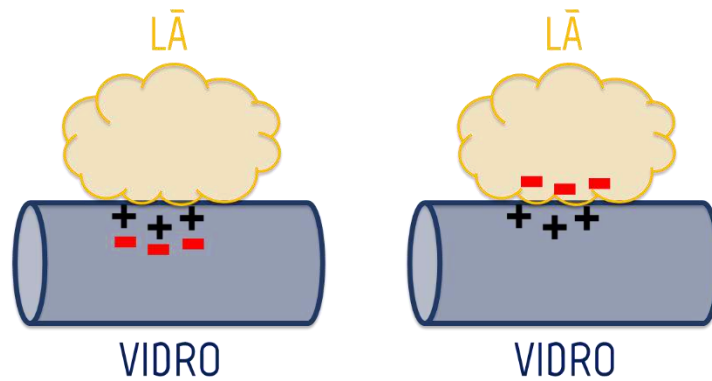


Um corpo eletricamente NEUTRO é sempre ATRAÍDO por um corpo ELETRIZADO.

Processos de eletrização (parte 1)

Processos de eletrização

1) Por atrito



Série triboelétrica

	Materiais
1	Pele humana seca
2	Couro
3	Pele de coelho
4	Vidro
5	Cabelho humano
6	Náilon
7	Chumbo
8	Pele de gato
9	Seda
10	Papel
11	Madeira



Exercício

(Ufsc) A eletricidade estática gerada por atrito é fenômeno comum no cotidiano. Pode ser observada ao pentearmos o cabelo em um dia seco, ao retirarmos um casaco de lã ou até mesmo ao caminharmos sobre um tapete. Ela ocorre porque o atrito entre materiais gera desequilíbrio entre o número de prótons e elétrons de cada material, tornando-os carregados positivamente ou negativamente. Uma maneira de identificar qual tipo de carga um material adquire quando atritado com outro é consultando uma lista elaborada experimentalmente, chamada série triboelétrica, como a mostrada abaixo. A lista está ordenada de tal forma que qualquer material adquire carga positiva quando atritado com os materiais que o seguem.

	Materiais
1	Pele humana seca
2	Couro
3	Pele de coelho
4	Vidro
5	Cabelho humano
6	Náilon
7	Chumbo
8	Pele de gato
9	Seda
10	Papel
11	Madeira
12	Latão
13	Poliéster
14	Isopor
15	Filme de PVC
16	Poliuretano
17	Polietileno
18	Teflon

Com base na lista triboelétrica, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

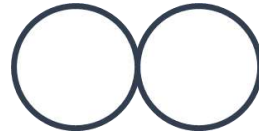
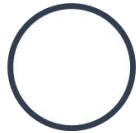
- 01) A pele de coelho atritada com teflon ficará carregada positivamente, pois receberá prótons do teflon.
- 02) Uma vez eletrizados por atrito, vidro e seda quando aproximados irão se atrair.
- 04) Em processo de eletrização por atrito entre vidro e papel, o vidro adquire carga de $+5$ unidades de carga, então o papel adquire carga de -5 unidades de carga.
- 08) Atritar couro e teflon irá produzir mais eletricidade estática do que atritar couro e pele de coelho.
- 16) Dois bastões de vidro aproximados depois de atritados com pele de gato irão se atrair.
- 32) Um bastão de madeira atritado com outro bastão de madeira ficará eletrizado.

Processos de eletrização (parte 2)

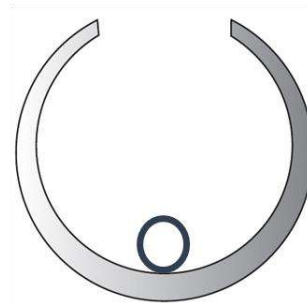
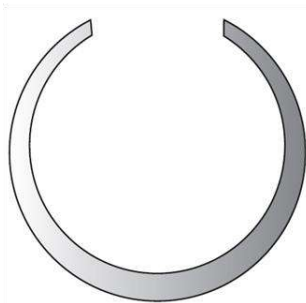
Processos de eletrização

2) Por contato

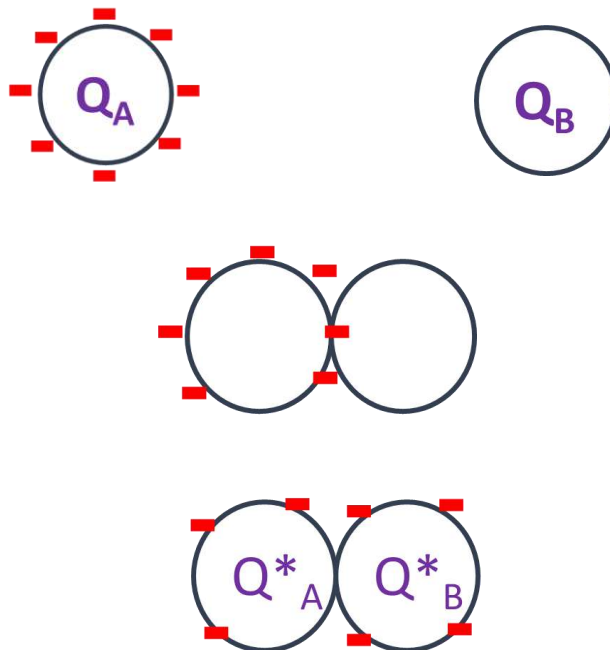
a - Externo



b - Interno



Processos de eletrização por contato externo



Antes do contato



Depois do contato



$$Q_A + Q_B = Q^*_A + Q^*_B$$

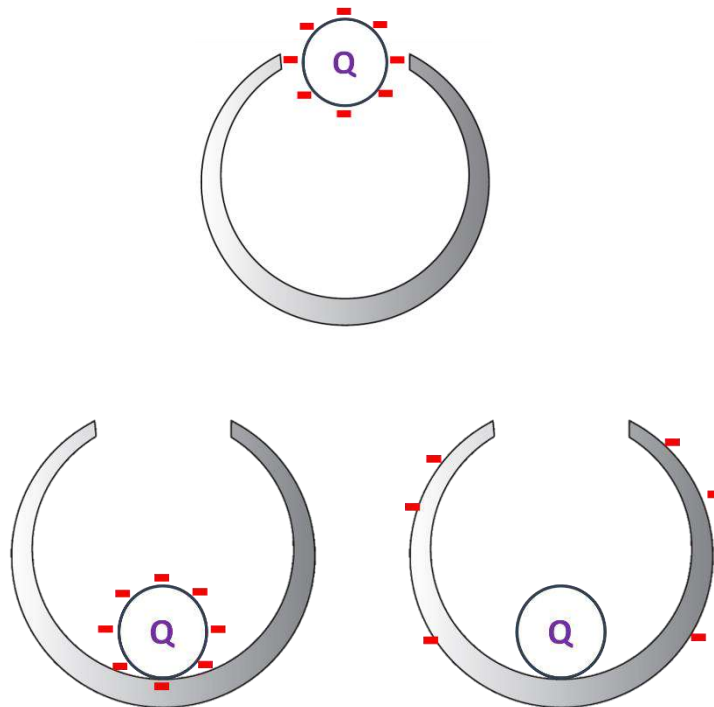
Exercício 01

(Mackenzie) Uma esfera metálica A eletrizada com carga elétrica igual a $-20\mu\text{C}$ é colocada em contato com outra esfera idêntica B eletricamente neutra. Em seguida, encosta-se a esfera B em outra C também idêntica eletrizada com carga elétrica igual a $50\mu\text{C}$. Após esse procedimento, as esferas B e C são separadas. A carga elétrica armazenada na esfera B no final desse processo, é igual a:



- a) $20\mu\text{C}$
- b) $30\mu\text{C}$
- c) $40\mu\text{C}$
- d) $50\mu\text{C}$
- e) $60\mu\text{C}$

Processos de eletrização por contato interno



Exercício 02

Uma esfera metálica oca, provida de um orifício, está eletrizada com carga elétrica $+Q$ conforme mostrado na figura 1. Dispõe-se de duas pequenas esferas metálicas neutras representadas na figura 2.



Figura 1



Figura 2

Estabelece-se um contato entre a esfera oca e as duas pequenas esferas conforme representado na figura 3.

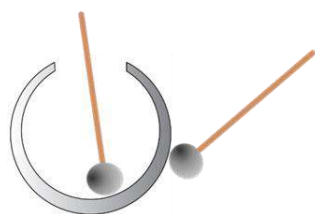


Figura 3

Com base nessa situação são feitas as seguintes afirmativas:

- I) Se o contato for interno a pequena esfera não se eletriza.
- II) Se o contato for externo a pequena esfera não se eletriza.
- III) Se o contato for interno a pequena esfera se eletriza
- IV) Se o contato for externo a pequena esfera se eletriza.

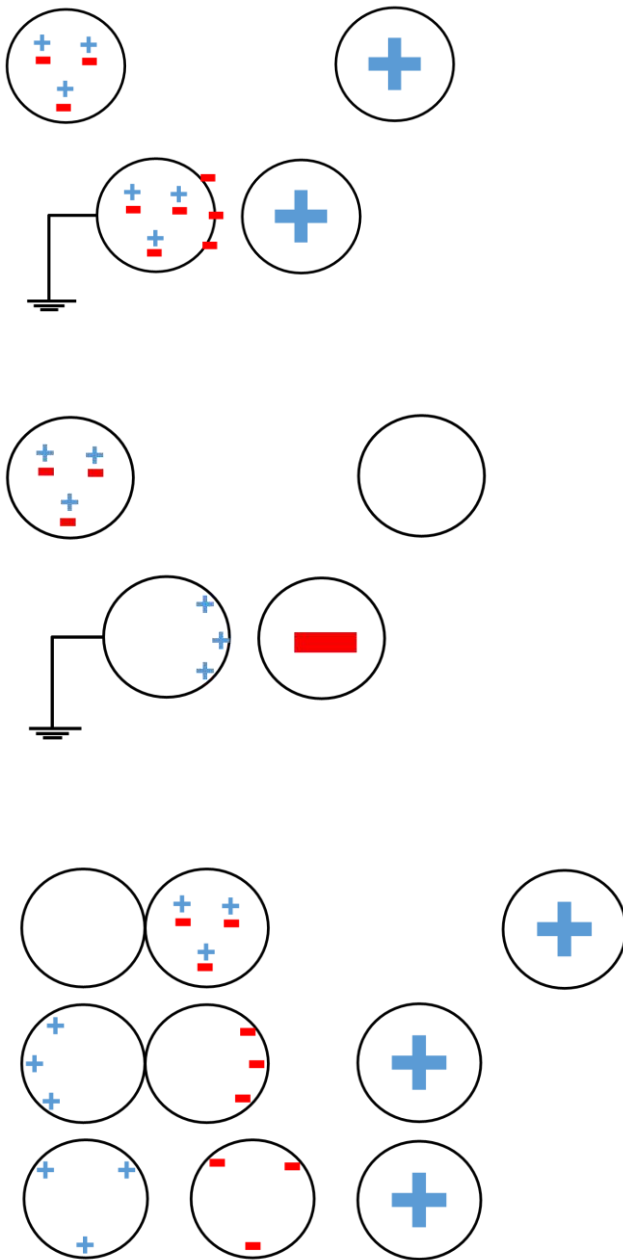
Estão corretas somente:

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

Processos de eletrização (parte 3)

Processos de eletrização

3) Por indução



Exercício

(Pucmg) Dispõe-se de duas esferas metálicas, iguais e inicialmente descarregadas, montadas sobre pés isolantes e de um bastão de ebonite, carregado negativamente. Os itens de I a IV podem ser colocados numa ordem que descreva uma experiência em que as esferas sejam carregadas por indução.

- I. Aproximar o bastão de uma das esferas.
- II. Colocar as esferas em contato.
- III. Separar as esferas.
- IV. Afastar o bastão.

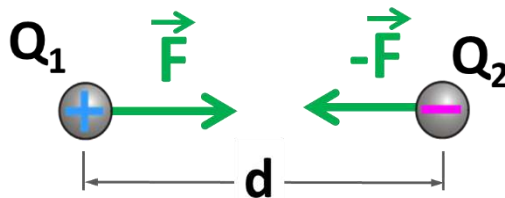
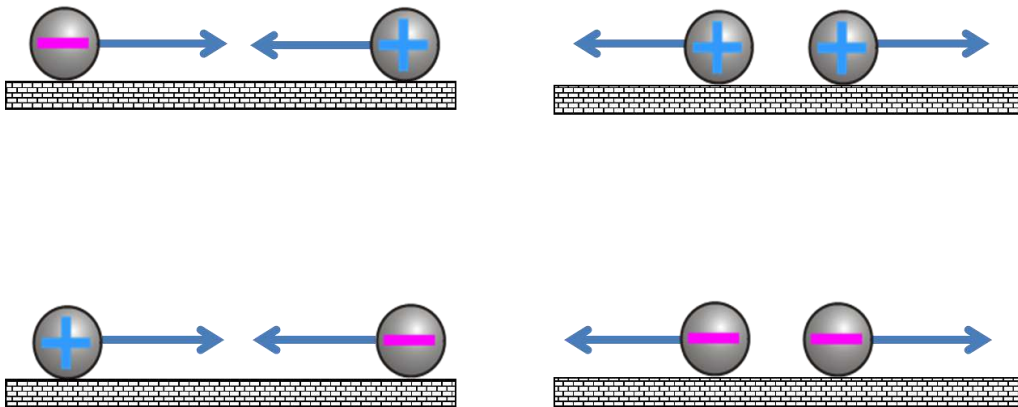
Qual é a opção que ordena de maneira ADEQUADA as operações?

- a) II, I, III, IV
- b) II, I, IV, III
- c) I, III, IV, II
- d) IV, II, III, I



Lei de Coulomb

Força Elétrica

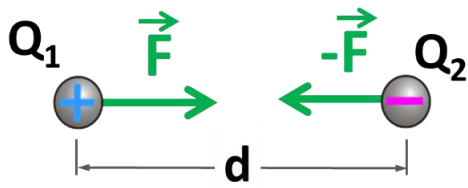


Lei de Coulomb

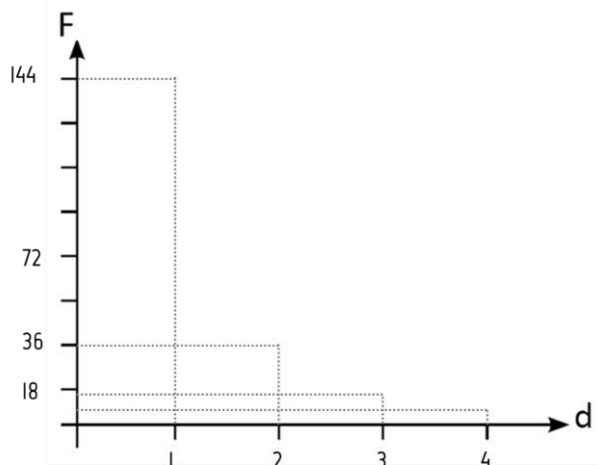
A força de atração ou de repulsão entre duas cargas elétricas é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.

Exercício 01

Duas cargas Q_1 e Q_2 estão separadas por uma distância d conforme a figura a seguir. A tabela apresenta o valor da força elétrica entre essas duas cargas para a situação onde o afastamento entre elas é igual a 1 metro, mantendo-se as mesmas cargas e alterando a distância entre elas é possível obter novos valores para a força elétrica. Complete esses valores na tabela abaixo e desenhe o gráfico que compara a força elétrica e a distância entre as mesmas.

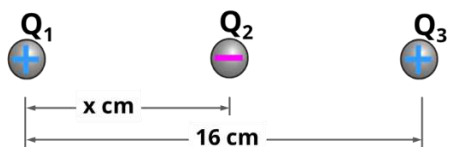


F (N)	d (m)
144	1
	2
	3
	4



Exercício 02

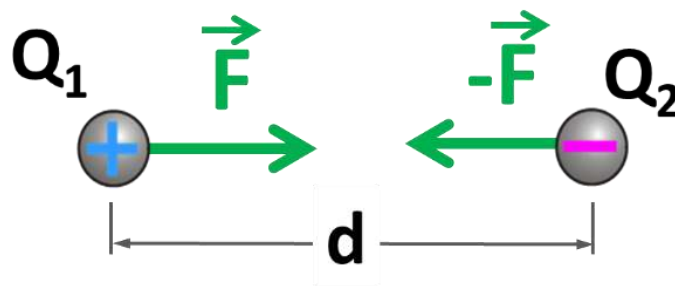
Três cargas $Q_1 = 9\mu\text{C}$, Q_2 de valor desconhecido e $Q_3 = 25\mu\text{C}$ estão em equilíbrio e dispostas conforme a figura a seguir. Calcule o valor da distância x para que a carga Q_2 permaneça em equilíbrio.





Lei de Coulomb (aprofundamento)

Força Elétrica

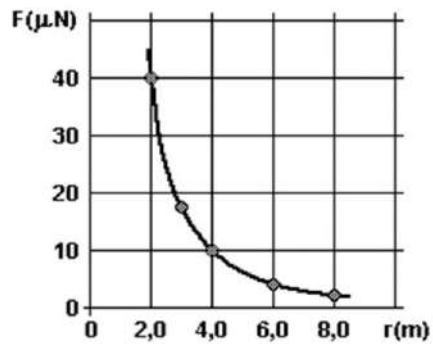


Lei de Coulomb

A força de atração ou de repulsão entre duas cargas elétricas é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas.

Exercício 01

[Ufpe] O gráfico a seguir mostra a intensidade da força eletrostática entre duas esferas metálicas muito pequenas, em função da distância entre os centros das esferas. Se as esferas têm a mesma carga elétrica, qual o valor desta carga?



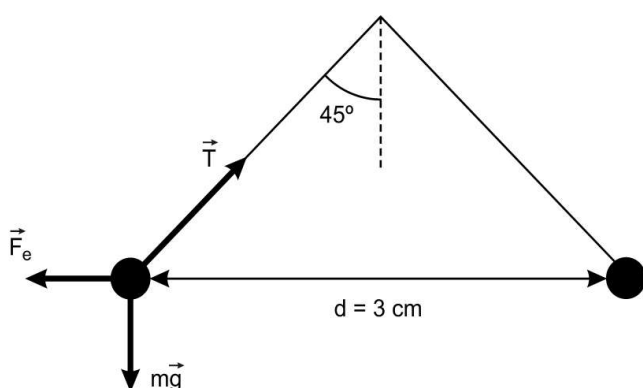
- a) $0,86 \mu\text{C}$
- b) $0,43 \mu\text{C}$
- c) $0,26 \mu\text{C}$
- d) $0,13 \mu\text{C}$
- e) $0,07 \mu\text{C}$

Exercício 02

(Unicamp) Em 2012 foi comemorado o centenário da descoberta dos raios cósmicos, que são partículas provenientes do espaço.

a) Os neutrinos são partículas que atingem a Terra, provenientes em sua maioria do Sol. Sabendo-se que a distância do Sol à Terra é igual a $1,5 \cdot 10^{11}$ m, e considerando a velocidade dos neutrinos igual a $3,0 \cdot 10^8$ m/s, calcule o tempo de viagem de um neutrino solar até a Terra.

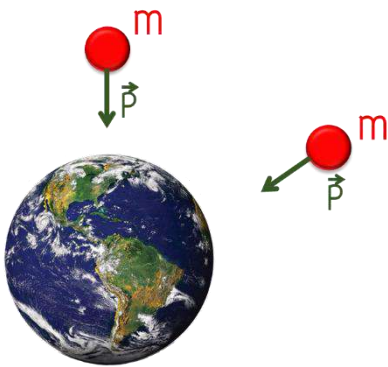
b) As partículas ionizam o ar e um instrumento usado para medir esta ionização é o eletroscópio. Ele consiste em duas hastes metálicas que se repelem quando carregadas. De forma simplificada, as hastes podem ser tratadas como dois pêndulos simples de mesma massa m e mesma carga q localizadas nas suas extremidades. O valor da constante eletrostática é igual a $k = 9 \cdot 10^9$ N m²/C². Para a situação ilustrada na figura abaixo, qual é a carga q , se $m = 0,004$ g?



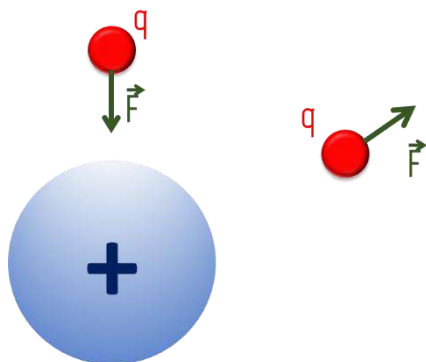


Campo elétrico (parte 1)

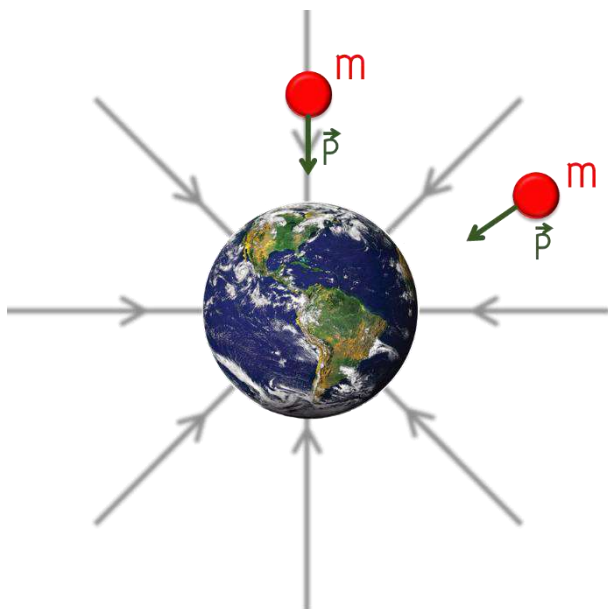
Campo gravitacional



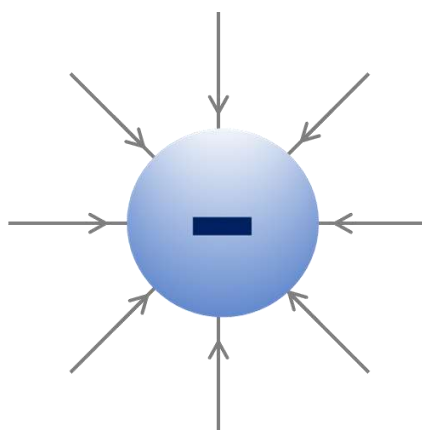
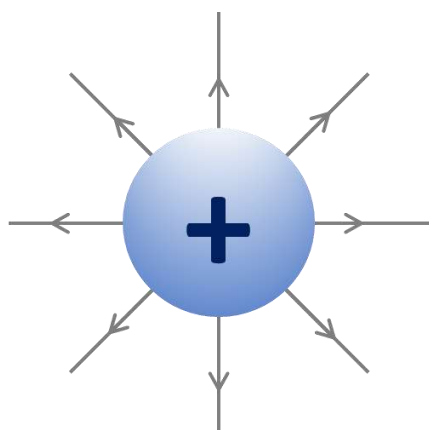
Campo Elétrico



Linhas de campo gravitacional



Orientação das linhas de campo Elétrico



Exercício 01

(Uel) “Nuvens, relâmpagos e trovões talvez estejam entre os primeiros fenômenos naturais observados pelos humanos pré-históricos. [...]. A teoria precipitativa é capaz de explicar convenientemente os aspectos básicos da eletrificação das nuvens, por meio de dois processos [...]. No primeiro deles, a existência do campo elétrico atmosférico dirigido para baixo [...]. Os relâmpagos são descargas de curta duração, com correntes elétricas intensas, que se propagam por distâncias da ordem de quilômetros [...]”.

(FERNANDES, W. A.; PINTO Jr. O; PINTO, I. R. C. A. Eletricidade e poluição no ar. *Ciência Hoje*. v. 42, n. 252. set. 2008. p. 18.)

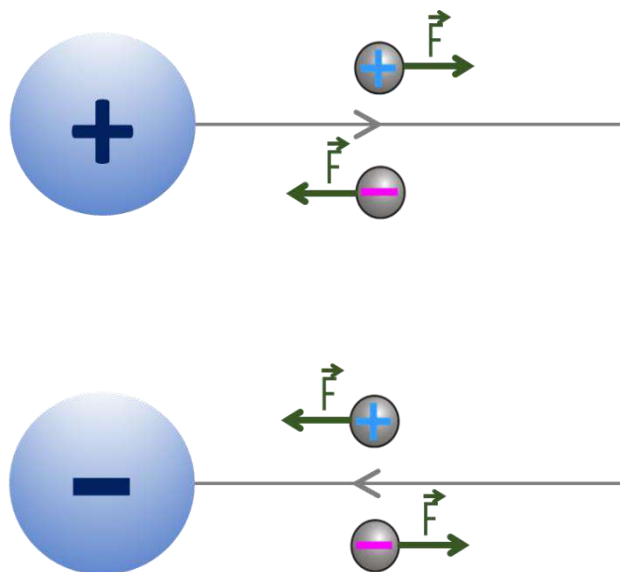
Revistas de divulgação científica ajudam a população, de um modo geral, a se aproximar dos conhecimentos da Física. No entanto, muitas vezes alguns conceitos básicos precisam ser compreendidos para o entendimento das informações. Nesse texto, estão explicitados dois importantes conceitos elementares para a compreensão das informações dadas: o de campo elétrico e o de corrente elétrica.

Assinale a alternativa que corretamente conceitua campo elétrico.

- a) O campo elétrico é uma grandeza vetorial definida como a razão entre a força elétrica e a carga elétrica.
- b) As linhas de força do campo elétrico convergem para a carga positiva e divergem da carga negativa.
- c) O campo elétrico é uma grandeza escalar definida como a razão entre a força elétrica e a carga elétrica.
- d) O sentido do campo elétrico independe do sinal da carga Q , geradora do campo.

Campo elétrico (parte 2)

Campo Elétrico e Força Elétrica



Importante

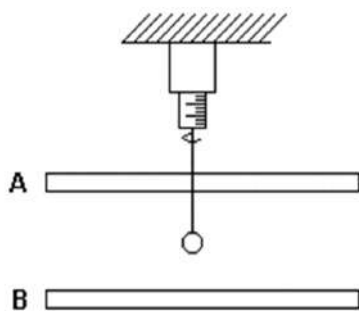
- 1) Força elétrica e campo elétrico têm sempre a mesma direção.
- 2) A força elétrica que atua em uma carga positiva tem sempre o mesmo sentido do campo elétrico.
- 3) A força elétrica que atua em uma carga negativa tem sempre o sentido oposto ao campo elétrico.

Importante

- 1) Uma carga positiva sempre se desloca espontaneamente no mesmo sentido do campo elétrico.
- 2) Uma carga negativa sempre se desloca espontaneamente no sentido oposto ao campo elétrico.

Exercício

(Ufsc) Uma bolinha, carregada negativamente, é pendurada em um dinamômetro e colocada entre duas placas paralelas, carregadas com cargas de mesmo módulo, de acordo com a figura a seguir. O orifício por onde passa o fio, que sustenta a bolinha, não altera o campo elétrico entre as placas, cujo módulo é $4 \times 10^6 \text{ N/C}$. O peso da bolinha é 2 N , mas o dinamômetro registra 3 N , quando a bolinha alcança o equilíbrio. Assinale as proposições CORRETAS.

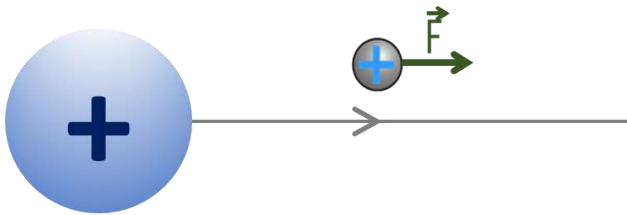


01. A placa A tem carga positiva e a B negativa.
02. A placa A tem carga negativa e a B positiva.
04. Ambas as placas têm carga positiva.
08. O módulo da carga da bolinha é de $0,25 \times 10^{-6} \text{ C}$.
16. O módulo da carga da bolinha é de $4 \times 10^{-6} \text{ C}$.
32. A bolinha permaneceria em equilíbrio, na mesma posição do caso anterior, se sua carga fosse positiva e de mesmo módulo.

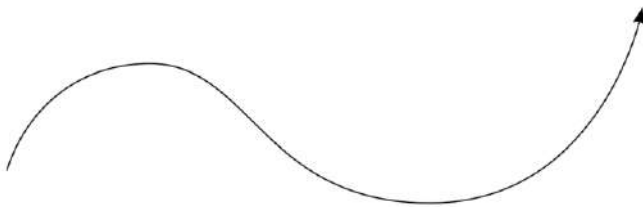


Campo elétrico (parte 3)

Campo Elétrico de uma carga puntiforme

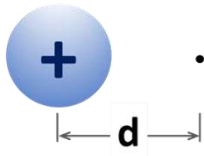


Vetor campo elétrico (\vec{E})



Exercício 01

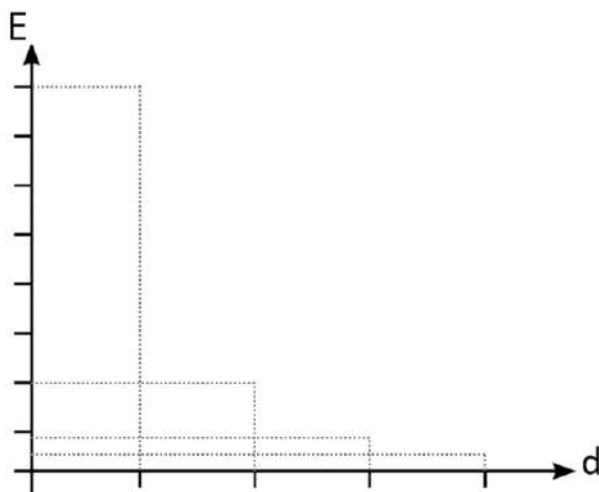
Uma carga puntiforme Q gera um campo elétrico de intensidade $E = 144 \text{ N/C}$ a uma distância de 1 metro conforme a figura a seguir.



a) Complete na tabela abaixo os valores do campo elétrico gerado por essa carga para as respectivas distâncias.

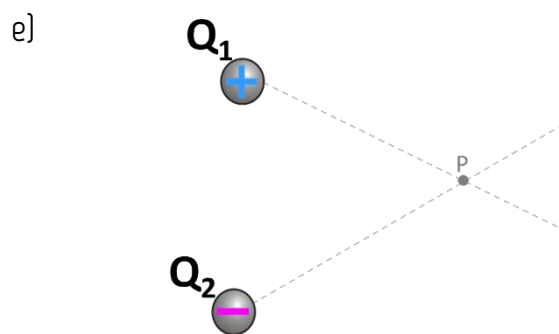
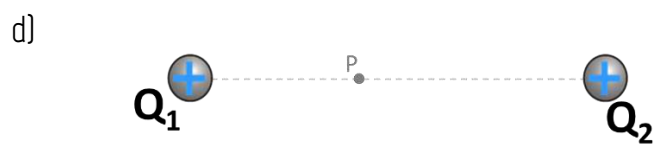
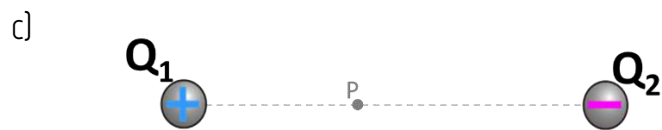
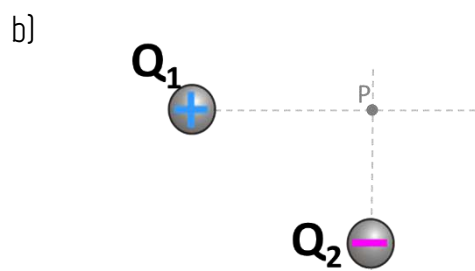
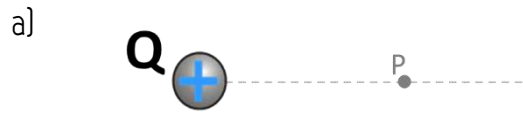
E (N/m)	d (m)
144	1
	2
	3
	4

b) Desenhe o gráfico que compara o campo elétrico e a distância entre o ponto e a carga.



Exercício 02

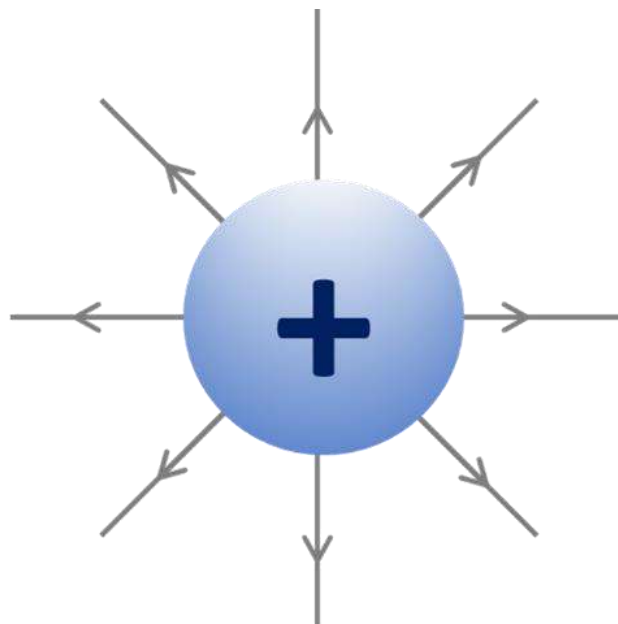
Desenhe o vetor campo elétrico resultante no ponto P em cada um dos casos a seguir:





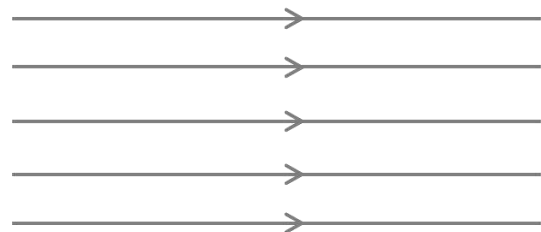
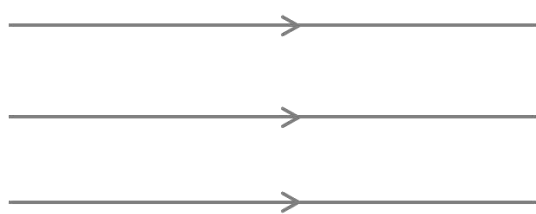
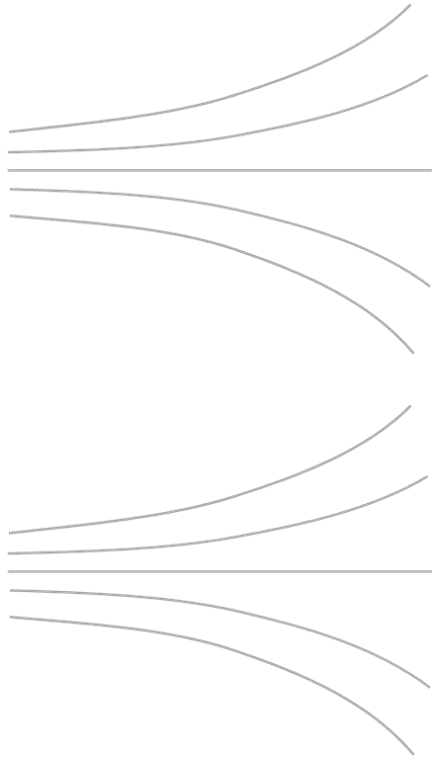
Campo elétrico (parte 4)

Campo Elétrico de uma carga puntiforme



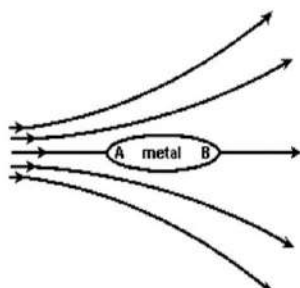
$$E = \frac{k \cdot Q}{d^2}$$

Intensidade de um Campo Elétrico (aspecto visual)



Exercício

(Uem) Considere um corpo metálico descarregado, AB, colocado em repouso em um campo elétrico cujas linhas de força são mostradas na figura a seguir. Assinale o que for correto.



01. Em virtude da indução eletrostática no corpo metálico, a sua extremidade A ficará eletrizada negativamente e a sua extremidade B ficará eletrizada positivamente.

02. Nas proximidades da região A do corpo metálico, a intensidade do campo elétrico externo é maior do que nas proximidades da região B.

04. A força elétrica F_A , que age sobre a extremidade A do corpo metálico, aponta para a esquerda da figura.

08. A força elétrica F_B , que age sobre a extremidade B do corpo metálico, aponta para a direita da figura.

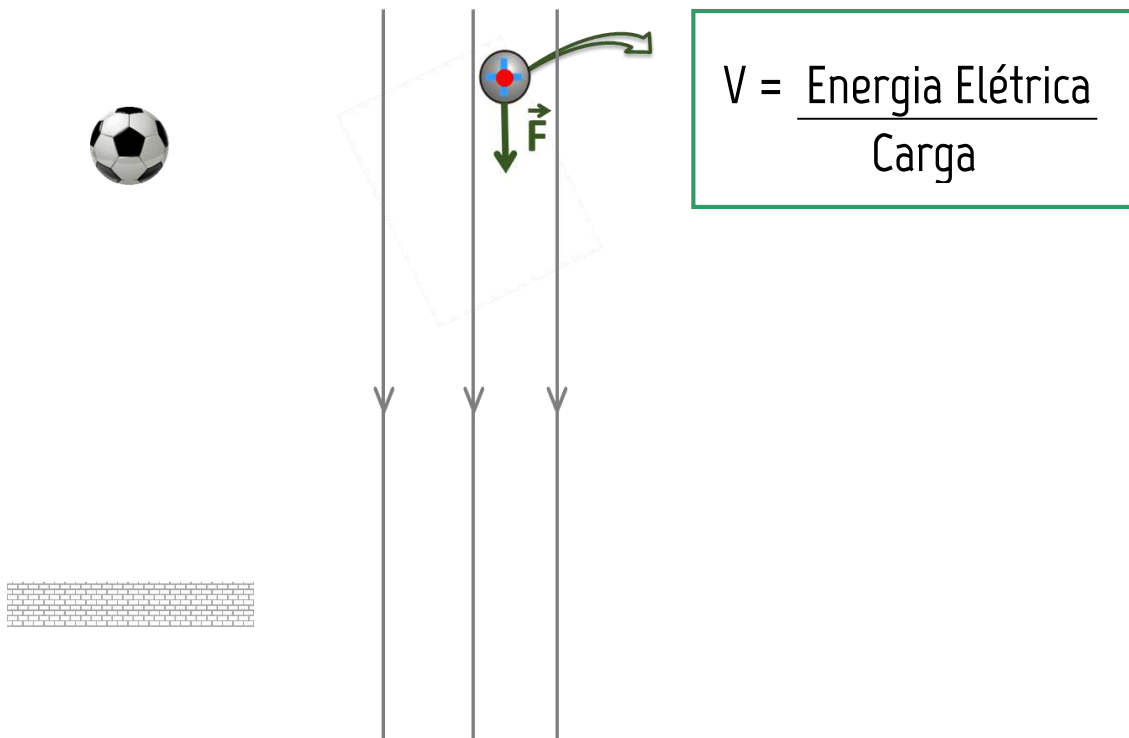
16. Sob a ação das forças F_A e F_B , o corpo metálico tenderá a se deslocar para a esquerda da figura.

32. Se as linhas de força do campo elétrico representado na figura fossem paralelas e igualmente espaçadas, F_A apontaria para a direita e F_B apontaria para a esquerda.

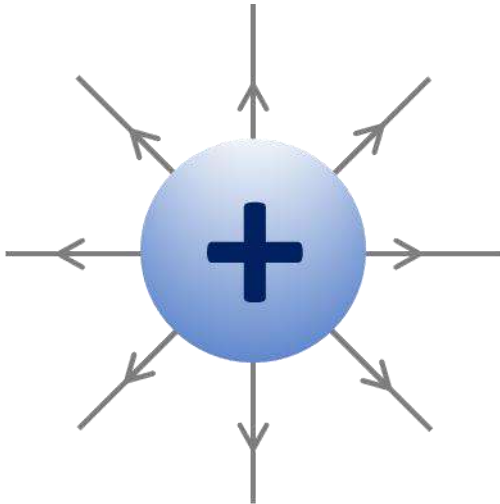
64. Se as linhas de força do campo elétrico representado na figura fossem paralelas e igualmente espaçadas, o corpo permaneceria em repouso.

Potencial elétrico (parte 1)

Potencial Elétrico (V)



Potencial Elétrico de uma carga puntiforme



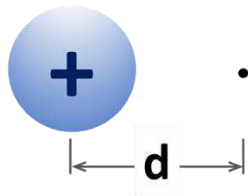
$$V = \frac{k \cdot Q}{d}$$

Importante

- 1) POTENCIAL elétrico é uma grandeza ESCALAR.
- 2) Uma CARGA POSITIVA sempre gera POTENCIAL ELÉTRICO POSITIVO.
- 3) Uma CARGA NEGATIVA sempre gera POTENCIAL ELÉTRICO NEGATIVO.

Exercício

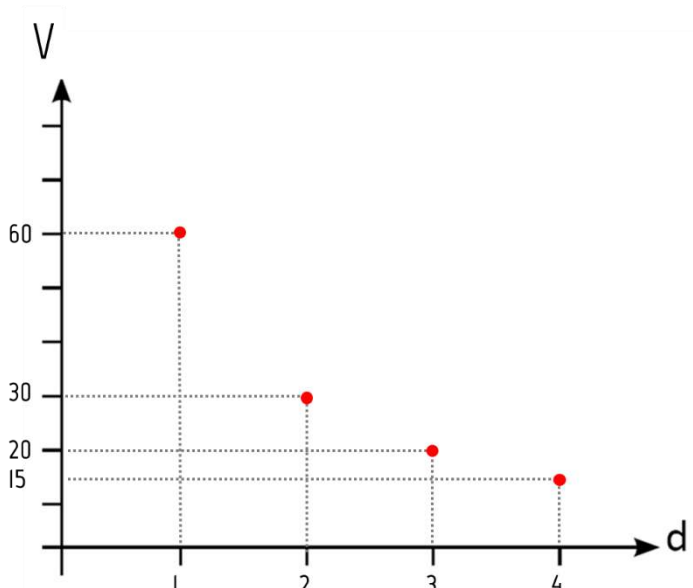
Uma carga puntiforme Q gera um potencial elétrico de intensidade $V = 60V$ a uma distância de 1 metro conforme a figura a seguir.



a) Complete na tabela abaixo os valores do potencial elétrico gerado por essa carga para as respectivas distâncias.

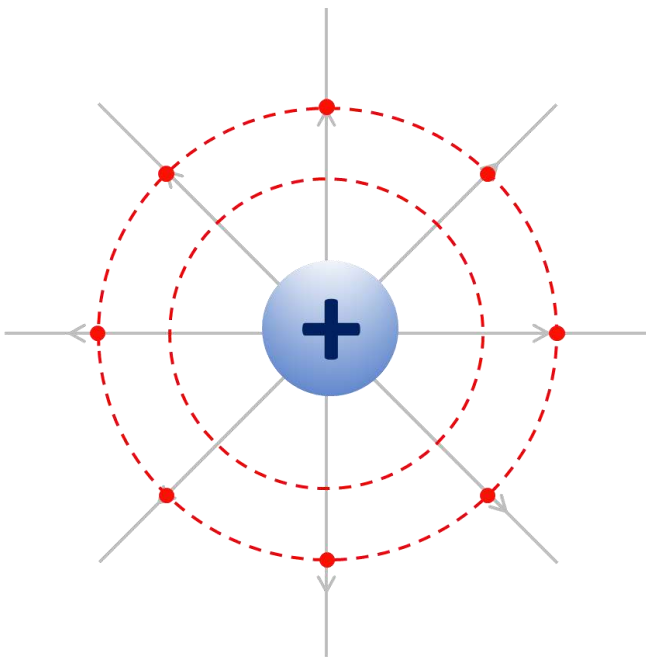
V (V)	d (m)
60	1
	2
	3
	4

b) Desenhe o gráfico que compara o potencial elétrico e a distância entre o ponto e a carga.



Potencial elétrico (parte 2)

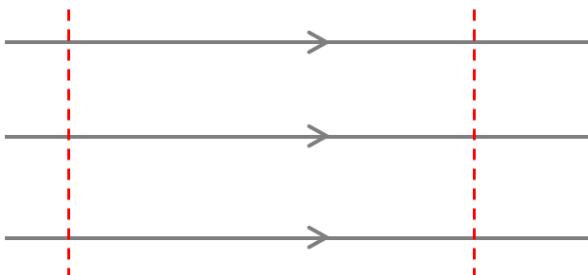
Superfície Equipotencial



$$V = \frac{k \cdot Q}{d}$$

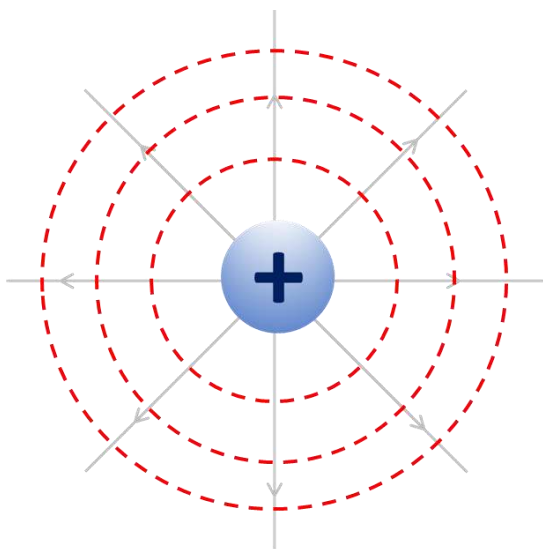
Importante

Uma superfície EQUIPOTENCIAL é sempre PERPENDICULAR às LINHAS DE CAMPO ELÉTRICO.



Exercício

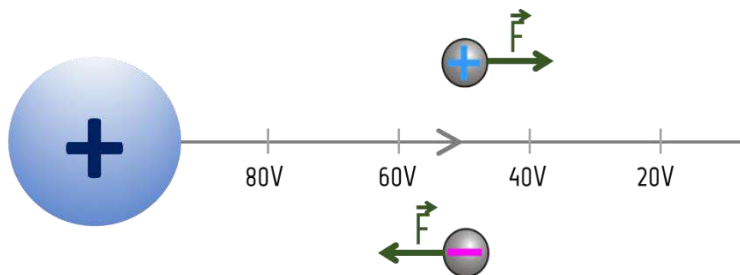
(Ufg) Uma carga puntiforme Q gera uma superfície equipotencial de $2,0V$ a uma distância de $1,0m$ de sua posição. Tendo em vista o exposto, calcule a distância entre as superfícies equipotenciais que diferem dessa por $1,0V$.



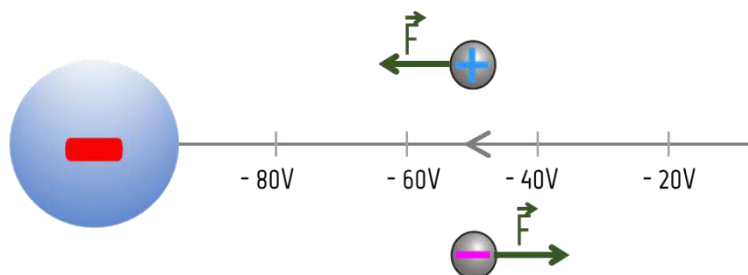


Potencial elétrico (parte 3)

Potencial Elétrico e Campo Elétrico (aprofundamento)



$$V = \frac{k \cdot Q}{d}$$



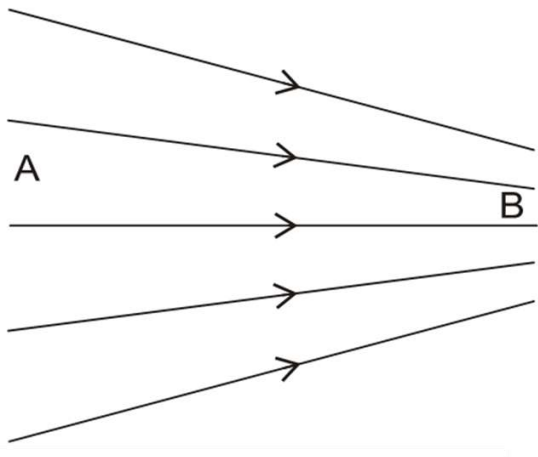
$$V = \frac{k \cdot Q}{d}$$

Importante

- 1) Uma carga positiva sempre gera potencial elétrico POSITIVO.
- 2) Uma carga negativa sempre gera potencial elétrico NEGATIVO.
- 3) Próximo a uma carga positiva o potencial elétrico é sempre MAIOR.
- 4) Próximo a uma carga negativa o potencial elétrico é sempre MENOR.
- 5) Cargas positivas sempre buscam, espontaneamente, uma região de MENOR potencial elétrico.
- 6) Cargas negativas sempre buscam, espontaneamente, uma região de MAIOR potencial elétrico.

Exercício

(Ufsm) A tecnologia dos aparelhos eletroeletrônicos está baseada nos fenômenos de interação das partículas carregadas com campos elétricos e magnéticos. A figura representa as linhas de campo de um campo elétrico.



Assim, analise as afirmativas:

- I. O campo é mais intenso na região A.
- II. O potencial elétrico é maior na região B.
- III. Uma partícula com carga negativa pode ser a fonte desse campo.

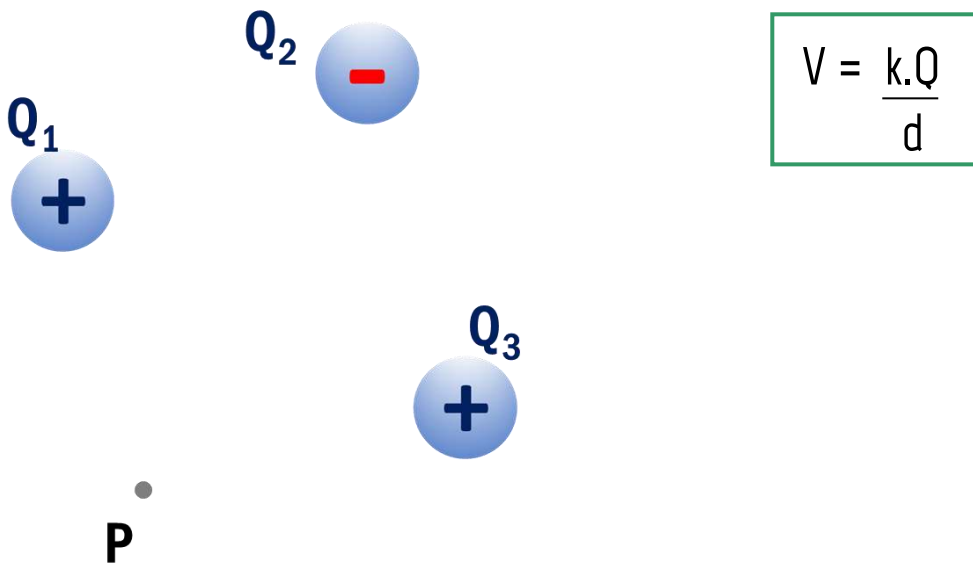
Está(ão) correta(s)

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



Potencial elétrico (parte 4)

Potencial Elétrico de várias cargas puntiformes



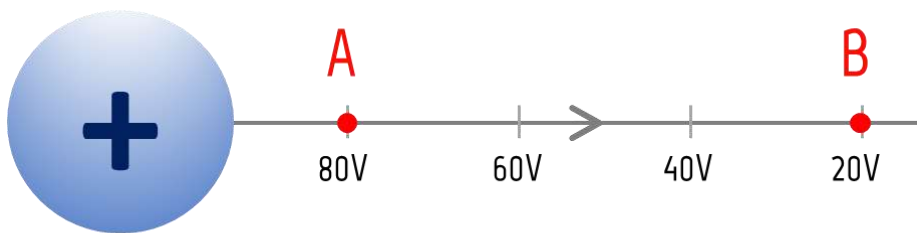
Exercício

Uma carga puntual positiva, $Q_1 = 5 \mu\text{C}$, está disposta no vácuo. Uma outra carga puntual negativa, $Q_2 = -15 \mu\text{C}$ situada a uma distância $d = 8,0 \text{ cm}$ da carga Q_1 . Sabendo que no ponto P o potencial elétrico é nulo, calcule a distância entre esse ponto e a carga Q_1 .



Diferença de Potencial (DDP) (parte 1)

Diferença de Potencial (DDP)

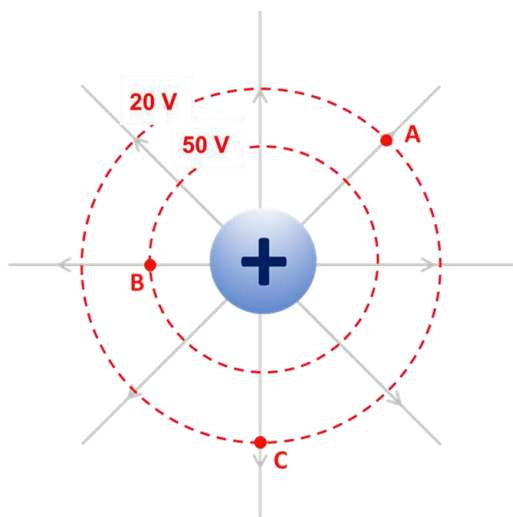


$$V = \frac{k \cdot Q}{d}$$



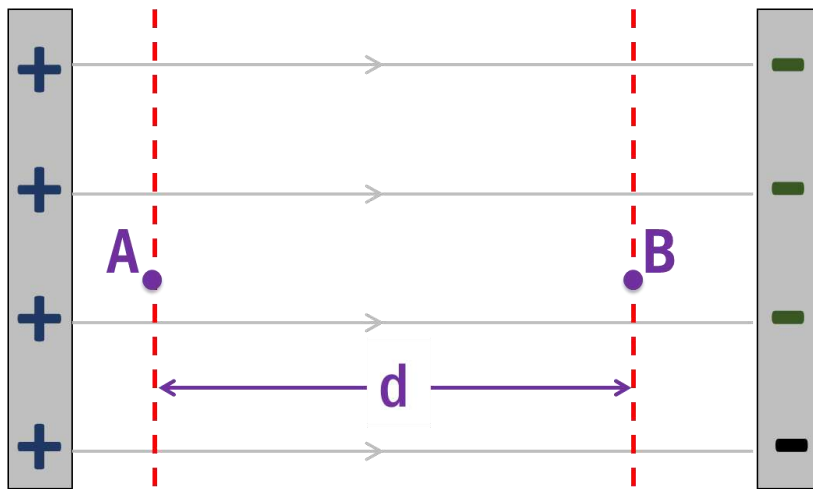
Exercício

A figura a seguir representa uma carga puntual positiva, $Q = 20 \cdot 10^{-3} \text{ C}$, que está disposta no vácuo bem como as superfícies equipotenciais formadas por ela. Com base na figura calcule a diferenças de potencial V_{AB} , V_{BA} , V_{AC} .



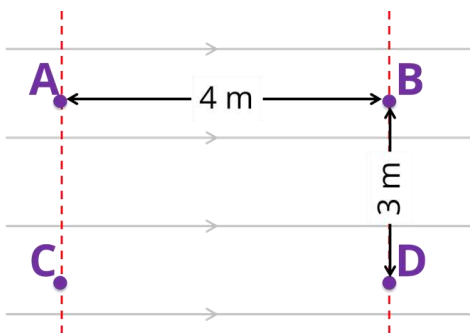
Diferença de Potencial (DDP) (parte 2)

Diferença de Potencial (DDP) em um Campo Elétrico Uniforme



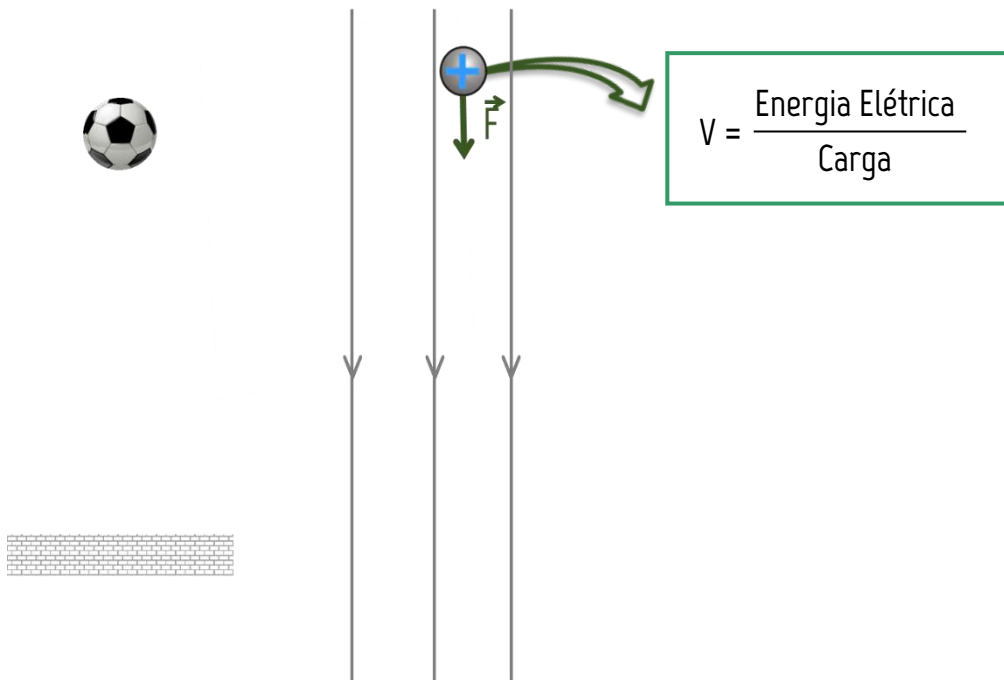
Exercício

A figura a seguir representa um campo elétrico uniforme de intensidade $E = 10 \text{ V/m}$ e quatro pontos (A, B, C, e D) posicionados sobre as respectivas superfícies equipotenciais. Com base nessas informações e na figura abaixo calcule a diferença de potencial entre os pontos A e D (V_{AD}).

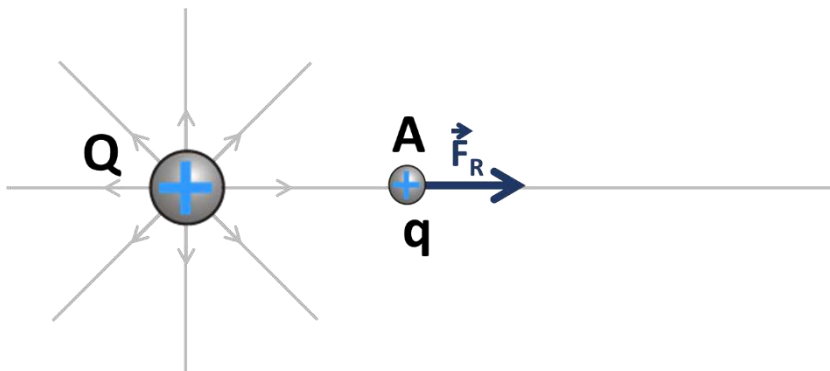


Energia potencial elétrica

Energia potencial elétrica



Energia potencial elétrica entre duas cargas



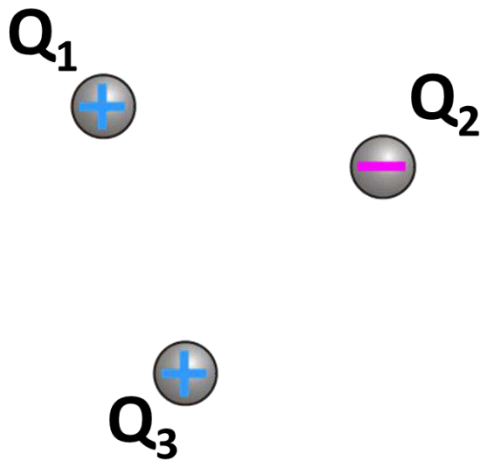
Exercício 01

(Pucrj) Ao colocarmos duas cargas pontuais $q_1 = 5,0 \mu\text{C}$ e $q_2 = 2,0 \mu\text{C}$ a uma distância $d = 30 \text{ cm}$ realizamos trabalho. Determine a energia potencial eletrostática, em joules, deste sistema de cargas pontuais.

Dado: $k = 9.10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

- a) 1
- b) 10
- c) 3.10^{-1}
- d) 2.10^{-5}
- e) 5.10^{-5}

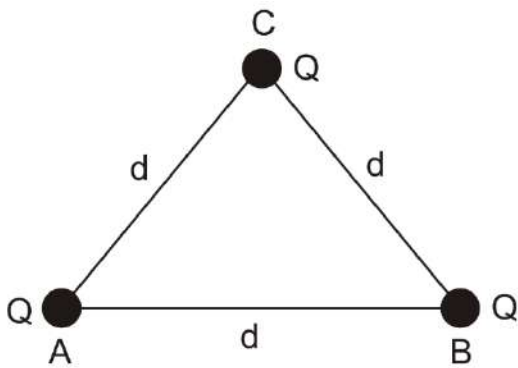
Energia potencial elétrica entre várias cargas



$$E_p = \frac{K \cdot Q \cdot q}{d}$$

Exercício 02

[Upe] Considere três cargas elétricas puntiformes, positivas e iguais a Q , colocadas no vácuo, fixas nos vértices A, B e C de um triângulo equilátero de lado d , de acordo com a figura a seguir:

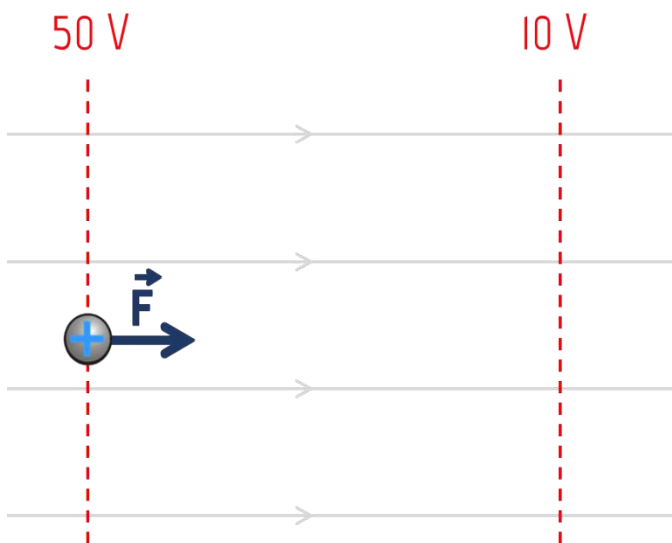
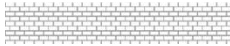
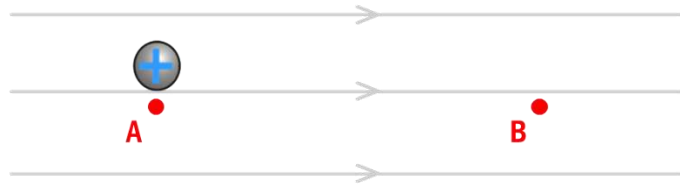


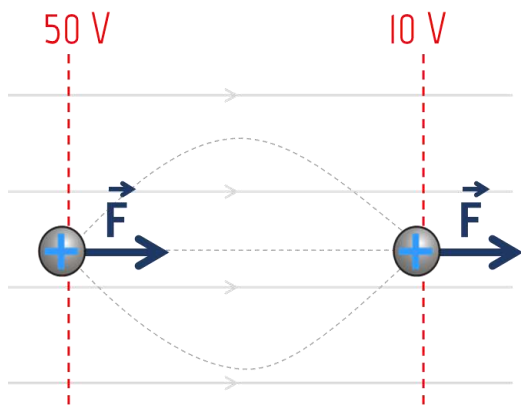
A energia potencial elétrica do par de cargas, disponibilizadas nos vértices A e B, é igual a $0,8 \text{ J}$. Nessas condições, é correto afirmar que a energia potencial elétrica do sistema constituído das três cargas, em joules, vale:

- a) $0,8$
- b) $1,2$
- c) $1,6$
- d) $2,0$
- e) $2,4$

Trabalho da força elétrica

Trabalho da força elétrica

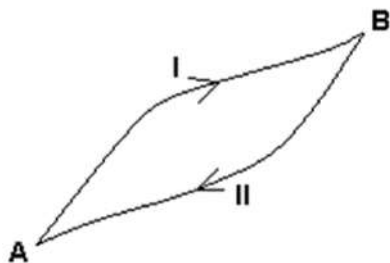




O trabalho da força elétrica não depende da trajetória descrita pela carga.

Exercício 01

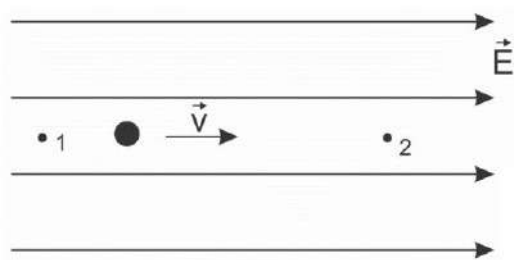
(Ufrj) Uma carga elétrica $q = 1 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ se movimenta em uma região onde existe um campo eletrostático uniforme. Essa carga parte de um ponto A, cujo potencial elétrico é $V_A = 2\text{V}$, e caminha pelo percurso (I) até um ponto B, onde o potencial elétrico é $V_B = 4\text{V}$.



- a) Calcule o trabalho realizado pela força elétrica que atua sobre a carga ao longo do deslocamento de A a B.
- b) Supondo que a carga retorne ao ponto A pelo caminho (II), determine o trabalho total realizado pela força elétrica ao longo do percurso de ida e volta, (I) + (II).

Exercício 02

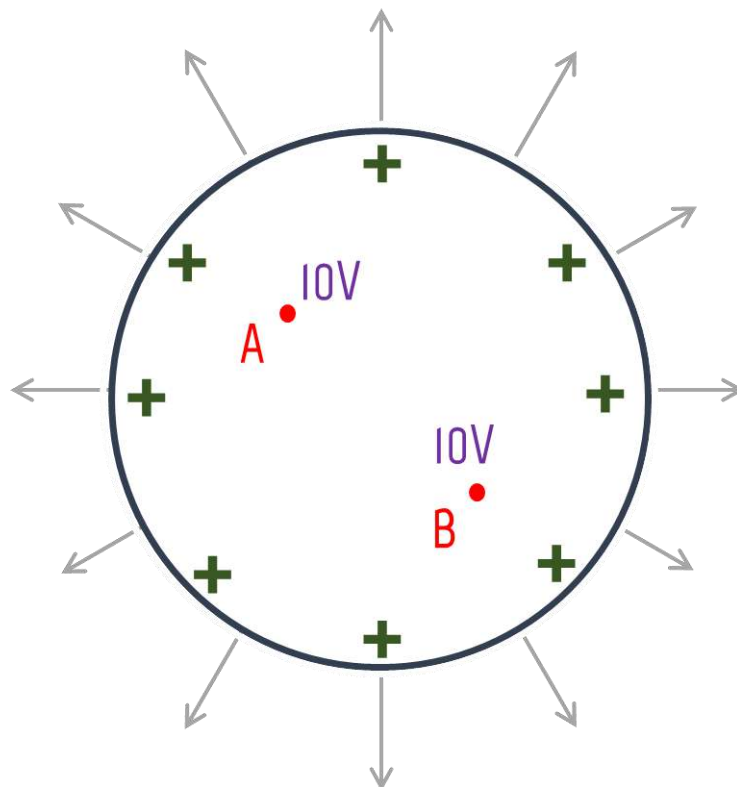
(Ufpr) Um próton movimenta-se em linha reta paralelamente às linhas de força de um campo elétrico uniforme, conforme mostrado na figura. Partindo do repouso no ponto 1 e somente sob ação da força elétrica, ele percorre uma distância de 0,6 m e passa pelo ponto 2. Entre os pontos 1 e 2 há uma diferença de potencial V igual a 32 V. Considerando a massa do próton igual a $1,6 \cdot 10^{-27}$ kg e sua carga igual a $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, assinale a alternativa que apresenta corretamente a velocidade do próton ao passar pelo ponto 2.



- a) $2,0 \cdot 10^4$ m/s
- b) $4,0 \cdot 10^4$ m/s
- c) $8,0 \cdot 10^4$ m/s
- d) $1,6 \cdot 10^5$ m/s
- e) $3,2 \cdot 10^5$ m/s

Equilíbrio eletrostático

Equilíbrio Eletrostático



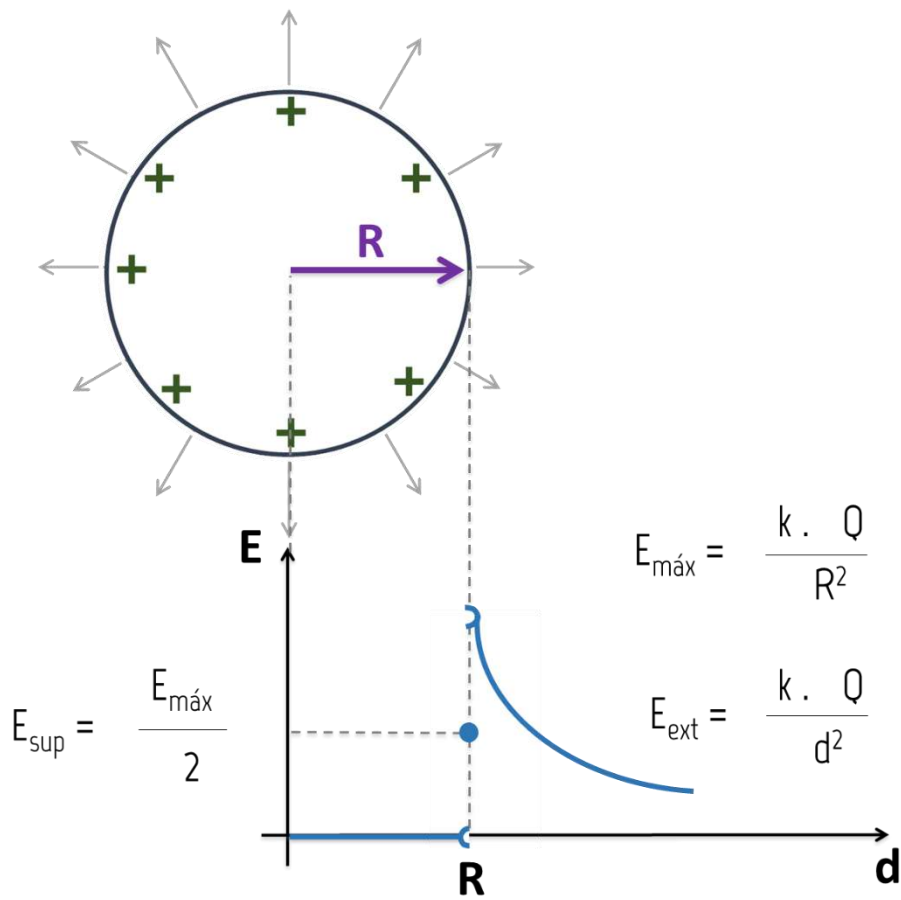
No interior de um condutor eletrizado e em equilíbrio eletrostático:

- O campo elétrico é sempre igual a zero.
- O potencial elétrico é sempre constante e diferente de zero.
- A diferença de potencial é sempre igual a zero.

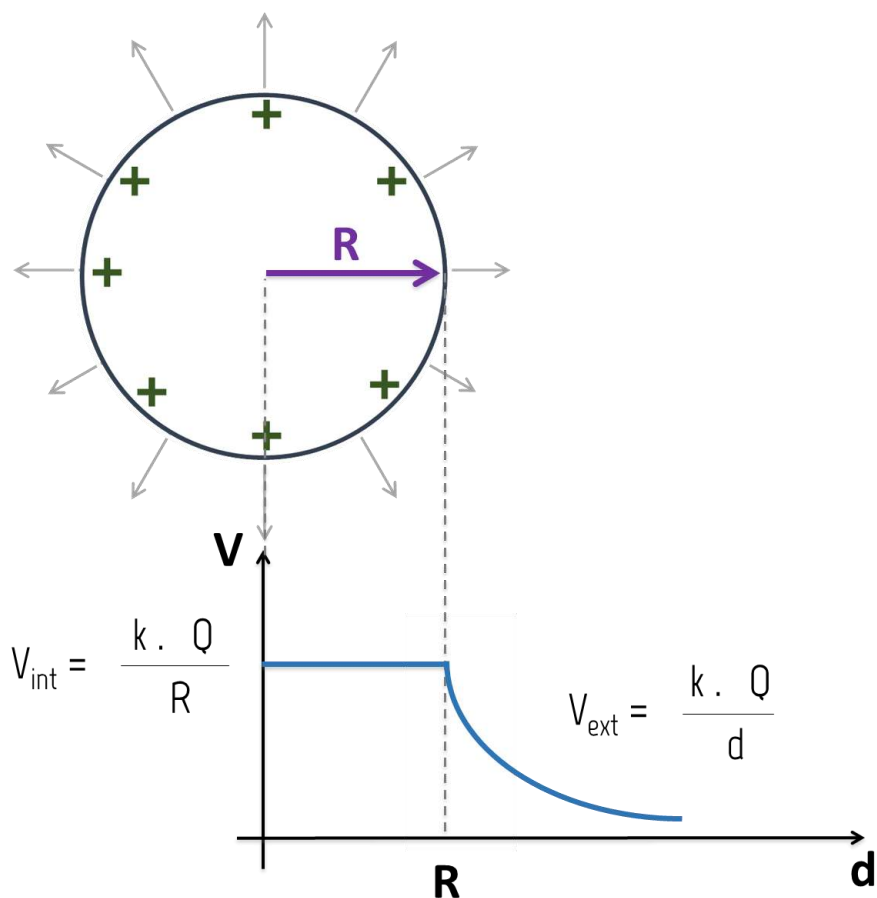
Gaiola de Faraday



Campo elétrico

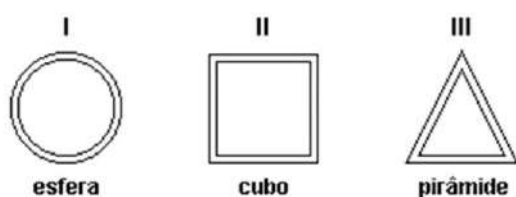


Potencial elétrico



Exercício 01

(Ufrgs) A figura a seguir representa, em corte, três objetos de formas geométricas diferentes, feitos de material bom condutor, que se encontram em repouso. Os objetos são ocos, totalmente fechados, e suas cavidades internas se acham vazias. A superfície de cada um dos objetos está carregada com carga elétrica estática de mesmo valor Q .

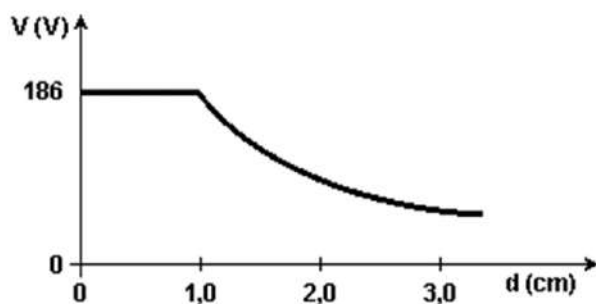


Em quais desses objetos o campo elétrico é nulo em qualquer ponto da cavidade interna?

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

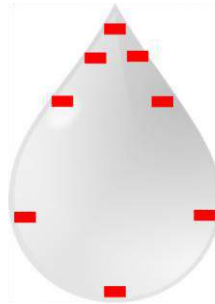
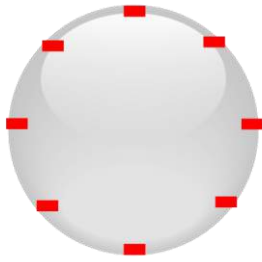
Exercício 02

(Ufpe) O gráfico mostra o potencial elétrico em função da distância ao centro de uma esfera condutora carregada de 1,0 cm de raio, no vácuo. Calcule o potencial elétrico a 3,0 cm do centro da esfera, em volts.

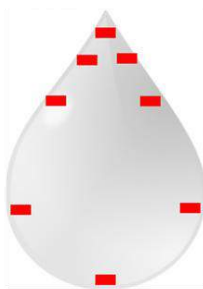
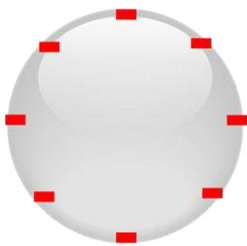


Rigidez dielétrica

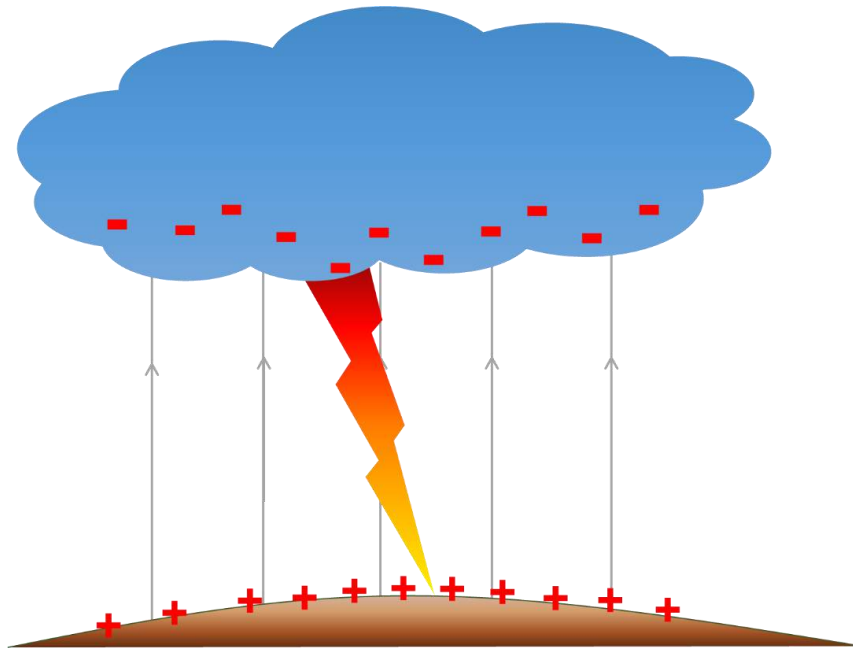
Poder das pontas



Densidade superficial de cargas (σ)



Rigidez dielétrica



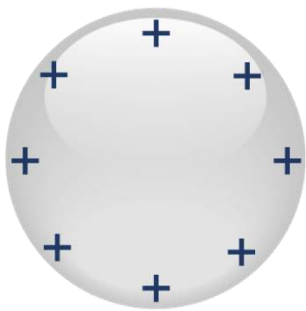
Exercício

(Ufrgs) Analise as afirmativas, a seguir, identificando a INCORRETA.

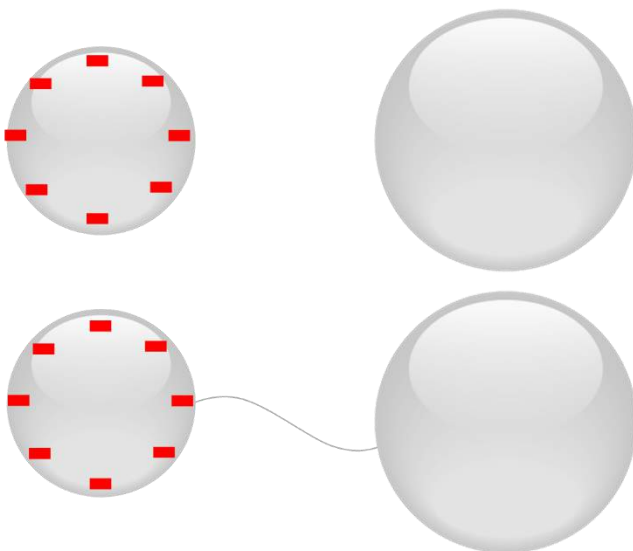
- a) Quando um condutor eletrizado é colocado nas proximidades de um condutor com carga total nula, existirá força de atração eletrostática entre eles.
- b) Um bastão eletrizado negativamente é colocado nas imediações de uma esfera condutora que está aterrada. A esfera então se eletriza, sendo sua carga total positiva.
- c) Se dois corpos, inicialmente neutros, são eletrizados atritando-se um no outro, eles adquirirão cargas totais de mesma quantidade, mas de sinais opostos.
- d) O para-raio é um dispositivo de proteção para os prédios, pois impede descargas elétricas entre o prédio e as nuvens.
- e) Dois corpos condutores, de formas diferentes, são eletrizados com cargas de $-2\mu\text{C}$ e $+1\mu\text{C}$. Depois que esses corpos são colocados em contato e afastados, a carga em um deles pode ser $-0,3\mu\text{C}$.

Condutor eletrizado

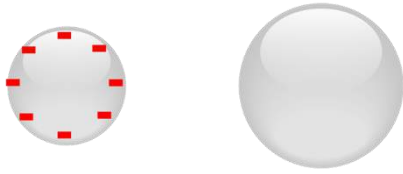
Capacitância (C)



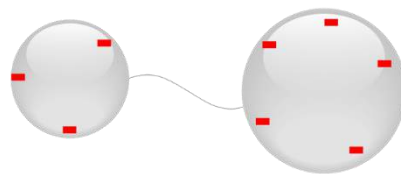
Eletrização por contato



Antes do contato



Depois do contato



Exercício

[Ufsc] Uma esfera condutora 1, de raio R_1 , está eletricamente carregada com uma carga Q_1 e apresenta um potencial elétrico V_1 . A esfera condutora 1 é ligada, por meio de um fio condutor de dimensões desprezíveis, a uma esfera condutora 2, de raio R_2 e descarregada. Após atingirem equilíbrio eletrostático, a esfera 1 adquire carga Q_1' e potencial V_1' e a esfera 2 adquire carga Q_2' e potencial V_2' .



Considerando a situação descrita, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

- 01) $V_1 = V_1' + V_2'$
- 02) $Q_2' = Q_1'$
- 04) $Q_1' + Q_2' = Q_1$
- 08) $V_1' = V_2'$
- 16) $Q_2'/Q_1' = R_2/R_1$
- 32) $V_1 = V_1'$

Capacitores (parte 01)

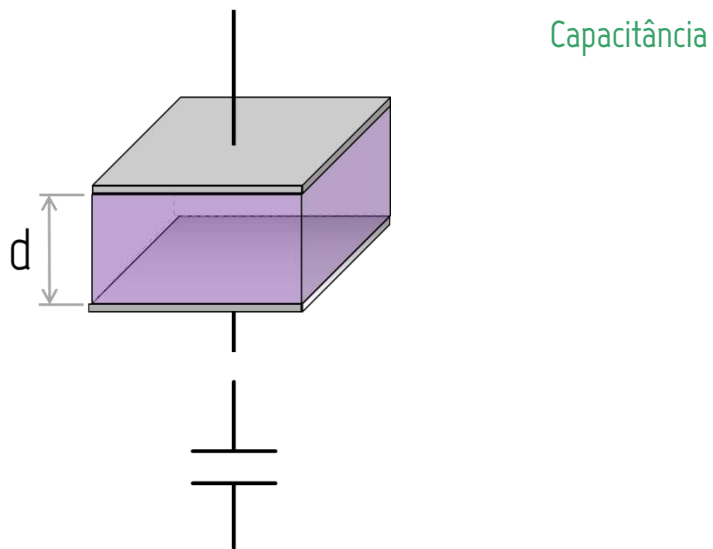
Capacitores



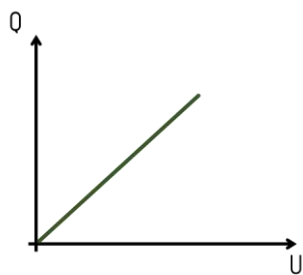
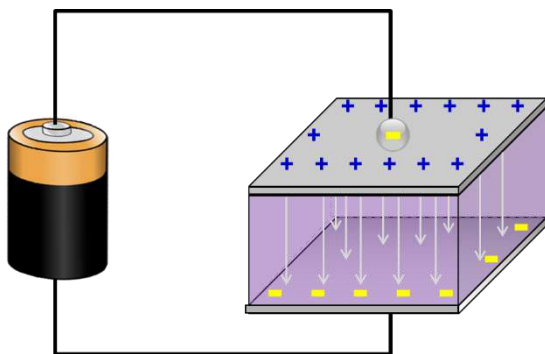
O capacitor é um dispositivo utilizado para armazenar energia elétrica.



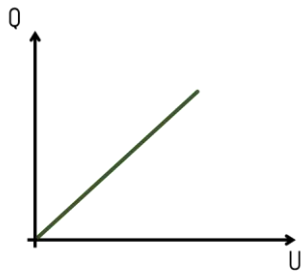
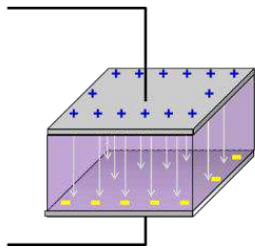
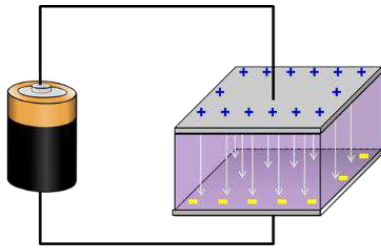
Capacitor plano de placas paralelas



Carga armazenada em um capacitor



Energia armazenada em um capacitor

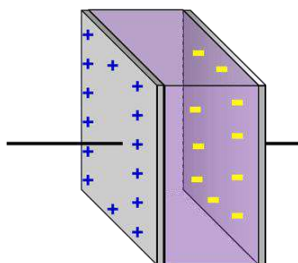


Exercício 01

A função do desfibrilador é reverter as arritmias cardíacas (fibrilação) com a aplicação de um pulso de corrente elétrica de grande intensidade e curta duração. Essa corrente elétrica contrai as fibras cardíacas e pode restabelecer o ritmo normal de batimentos do coração. O capacitor é o elemento fundamental do desfibrilador, pois armazena energia potencial elétrica necessária para seu funcionamento. Considerando-se que um capacitor de 1 mF tenha sido submetido a uma diferença de potencial elétrica de 8.000 V , qual é a carga elétrica e energia potencial elétrica armazenada no capacitor?

Exercício 02

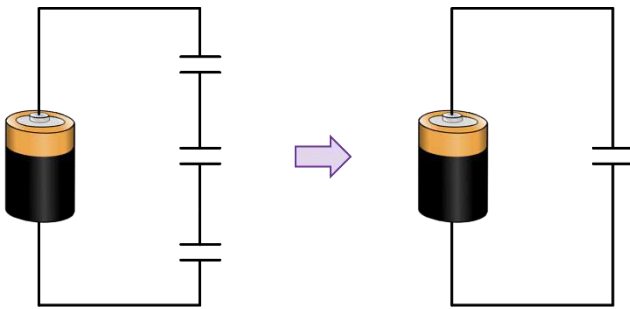
Analise as afirmações a seguir, relativas a um capacitor carregado e isolado da fonte de tensão.



- A carga diminui quando se separam as placas do capacitor.
- A carga permanece constante, independentemente do afastamento entre as placas.
- A ddp diminui com a separação entre as placas.
- A ddp aumenta com a separação entre as placas.

Capacitores (parte 02)

Associação de capacitores em série



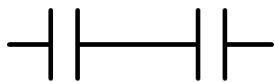
Propriedades

$$Q_{\text{TOTAL}} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_n$$

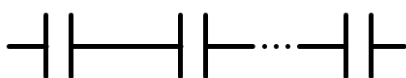
$$V_{\text{TOTAL}} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

Casos especiais

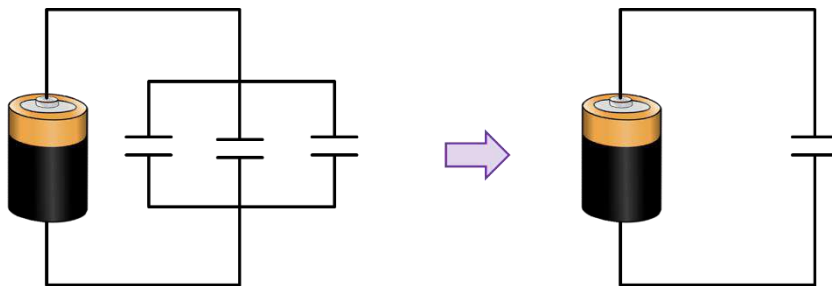
1ª) Apenas 2 capacitores em série



2ª) "N" capacitores iguais em série



Associação de capacitores em paralelo



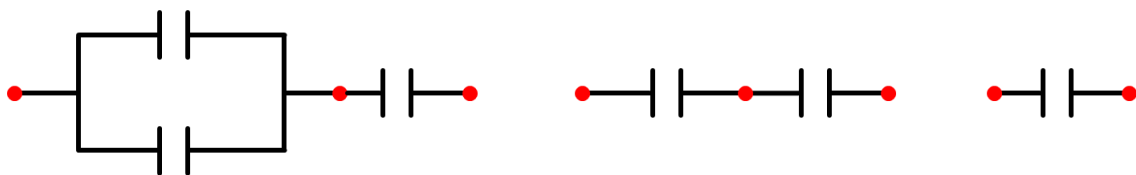
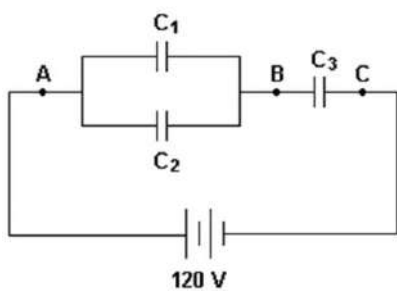
Propriedades

$$Q_{\text{TOTAL}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

$$V_{\text{TOTAL}} = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$

Exercício

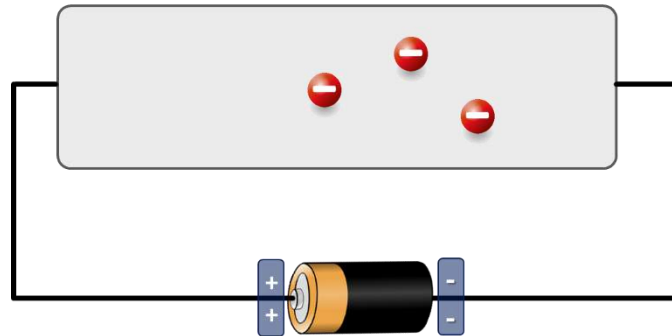
(Ufpe) Três capacitores $C_1 = C_2 = 1,0 \mu\text{F}$ e $C_3 = 3,0 \mu\text{F}$ estão associados como mostra a figura. A associação de capacitores está submetida a uma diferença de potencial de 120 V fornecida por uma bateria. Calcule o módulo da diferença de potencial entre os pontos B e C, em volts.



Corrente elétrica

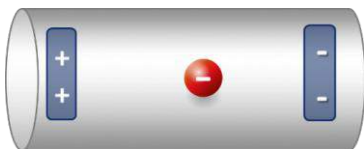
Corrente elétrica

É o movimento ordenado de cargas elétricas.

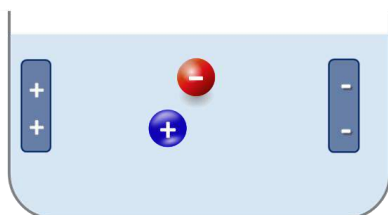


Sentido da corrente elétrica

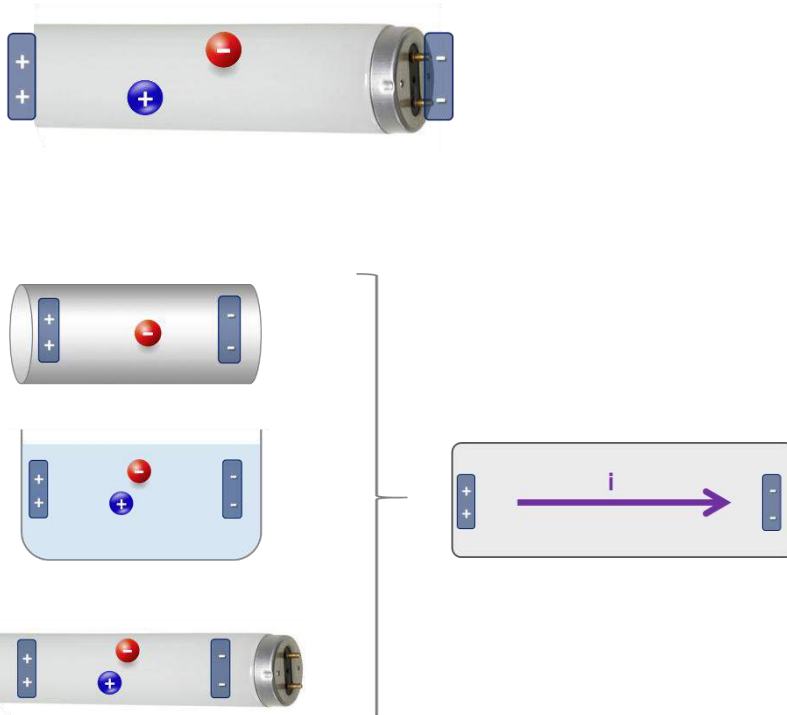
1) Nos metais



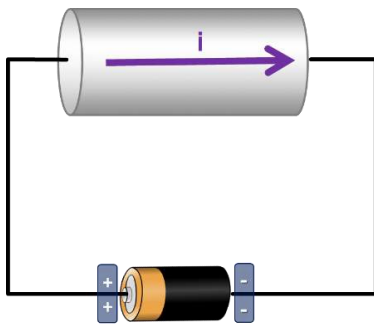
2) Nas soluções eletrolíticas



3) Nos gases ionizados



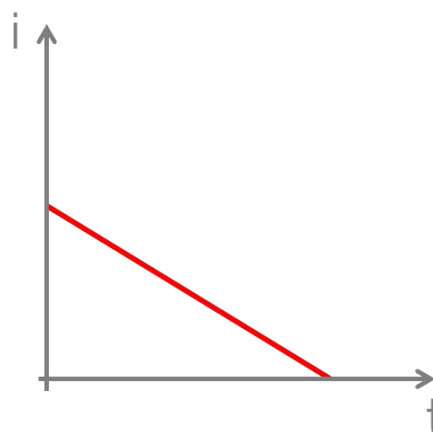
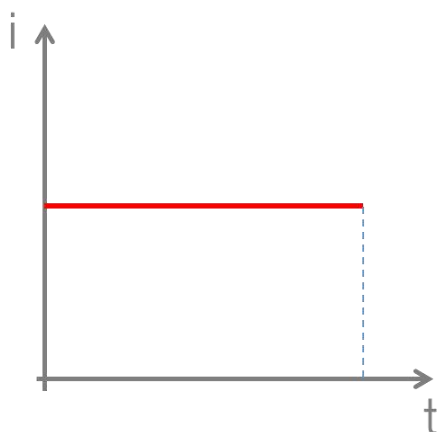
Cálculo da intensidade da corrente elétrica



Exercício 01

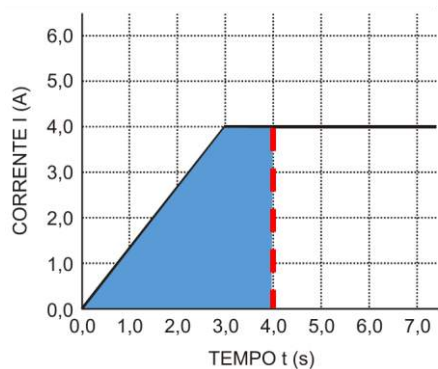
(Pucsp) Uma lâmpada permanece acesa durante 1 h, sendo percorrida por uma corrente elétrica de intensidade igual a 0,5 A. (Dado: $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C). Qual a carga elétrica que passou por uma secção transversal do seu filamento?

Método gráfico



Exercício 02

(Ufpe) O gráfico mostra a variação da corrente elétrica i , em ampère, num fio em função do tempo t , em segundos. Qual a carga elétrica, em coulomb, que passa por uma seção transversal do condutor nos primeiros 4,0 segundos?

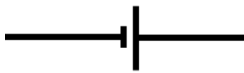


Tensão elétrica e Resistência elétrica

Diferença de potencial (DDP) ou tensão elétrica

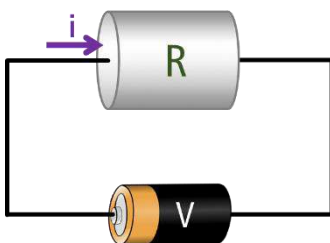


$$V = \frac{\text{energia elétrica}}{\text{carga}}$$



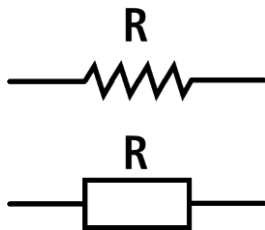
Resistência elétrica

Representa a oposição, de um objeto (corpo), à passagem de corrente elétrica.

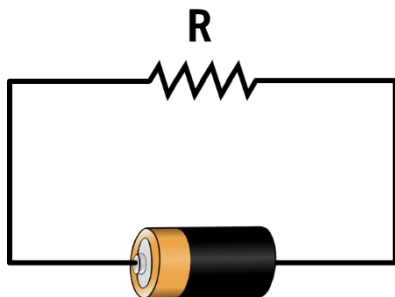


Resistor

É o componente com função de transformar energia elétrica exclusivamente em calor.



Lâmpada

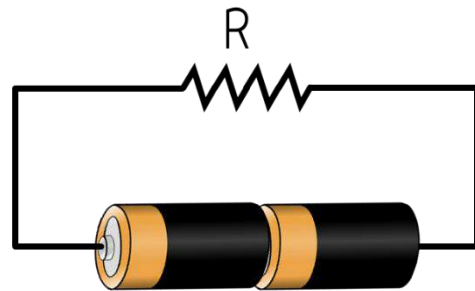
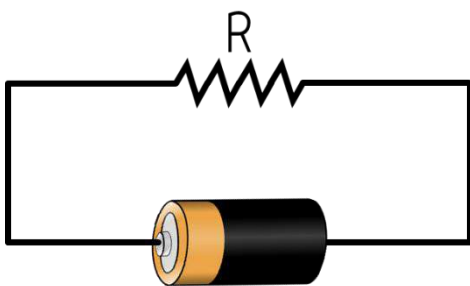


Exercício

Os terminais de um resistor, de resistência constante, são ligados a uma bateria de 20V. Observa-se que passa pelo resistor uma corrente de 2A. Qual será a corrente que passará pelo mesmo resistor se este for submetido a uma ddp de 60V?

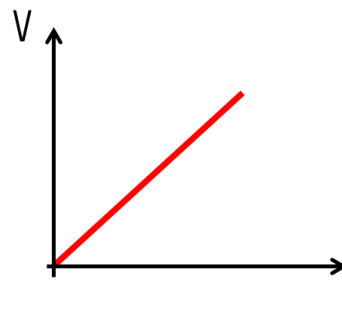
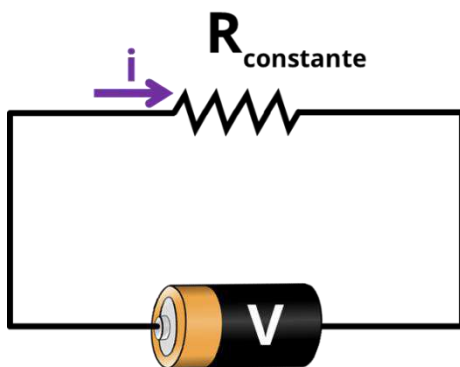
Primeira lei de Ohm

1ª Lei de Ohm



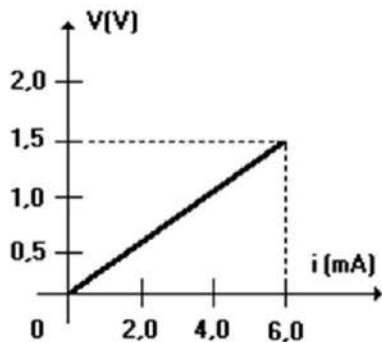
Mantendo-se a temperatura de um resistor constante, a diferença de potencial aplicada nos seus extremos é diretamente proporcional à corrente que o percorre.

Resistor ôhmico



Exercício 01

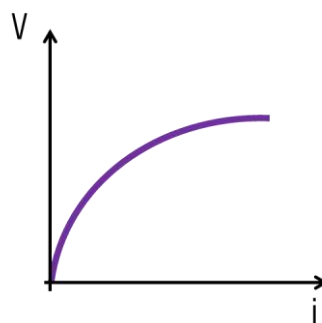
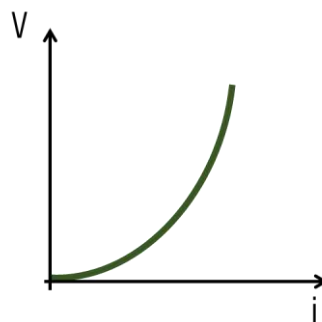
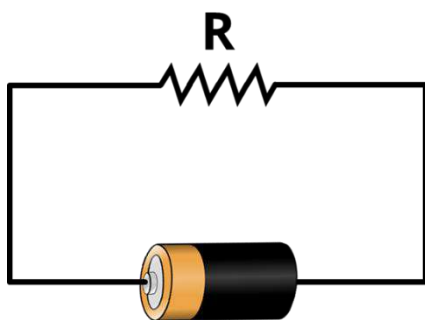
(Pucmg) O gráfico representa a curva característica tensão-corrente para um determinado resistor.



Em relação ao resistor, é CORRETO afirmar:

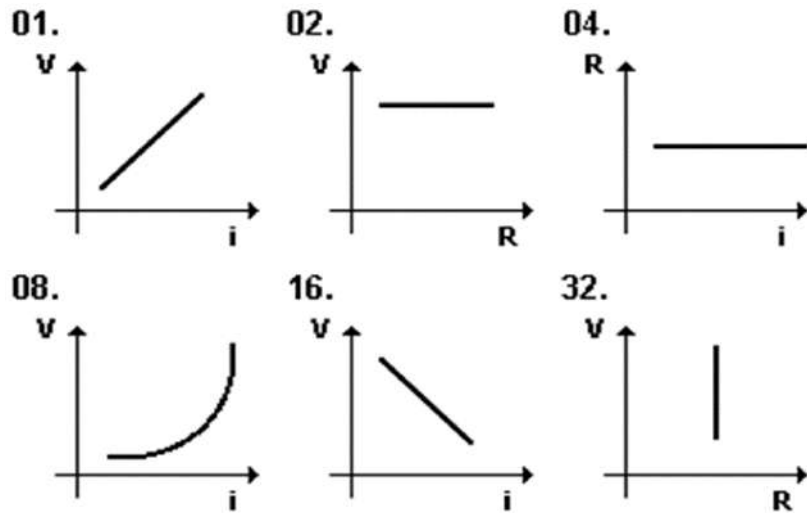
- a) é ôhmico e sua resistência vale $4,5 \times 10^2 \Omega$.
- b) é ôhmico e sua resistência vale $1,8 \times 10^2 \Omega$.
- c) é ôhmico e sua resistência vale $2,5 \times 10^2 \Omega$.
- d) não é ôhmico e sua resistência vale $0,40 \Omega$.
- e) não é ôhmico e sua resistência vale $0,25 \Omega$.

Resistor não-ôhmico



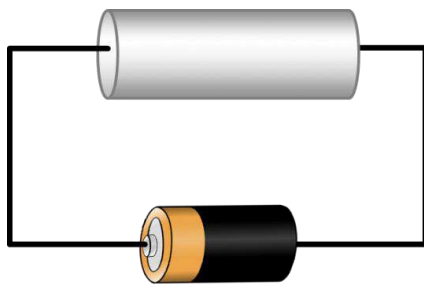
Exercício 02

(Ufsc) Dados os gráficos a seguir, assinale aquele(s) que pode(m) representar resistência ôhmica, a uma mesma temperatura.

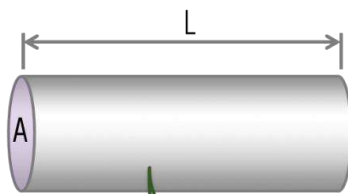


Segunda lei de Ohm

2ª Lei de Ohm



$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$



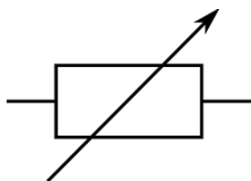
ρ : resistividade elétrica

A segunda lei de Ohm afirma que a resistência de um condutor é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à área de sua secção transversal.

Resistor de chuveiro



Reostato



Exercício 01

Um engenheiro eletricitista, ao projetar a instalação elétrica de uma edificação, deve levar em conta vários fatores, de modo a garantir principalmente a segurança dos futuros usuários. Considerando um trecho da fiação, com determinado comprimento, que irá alimentar um conjunto de lâmpadas, avalie as seguintes afirmativas:

1. Quanto mais fino for o fio condutor, maior será a sua resistência elétrica.
2. Quanto mais fino for o fio condutor, menor será a sua resistividade.
3. Quanto mais fino for o fio condutor, maior será a sua resistividade.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.
- b) Somente a afirmativa 2 é verdadeira.
- c) Somente a afirmativa 3 é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.

Exercício 02

(Macksp) Um fio metálico tem resistência elétrica igual a 10Ω . A resistência elétrica de outro fio de mesmo material, com o dobro do comprimento e dobro do raio da seção transversal, é:

- a) 20Ω .
- b) 15Ω .
- c) 10Ω .
- d) 5Ω .
- e) 2Ω .

Consumo de energia elétrica

Consumo de energia elétrica



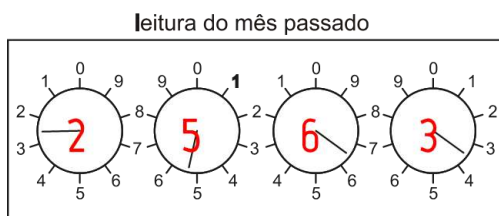
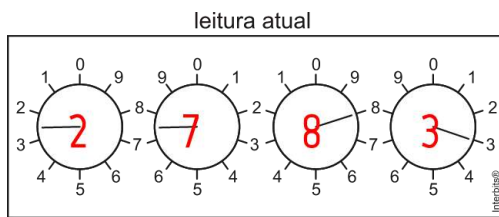
$$P = \frac{\text{energia}}{\text{tempo}}$$

Conversão de unidades de potência

Conversão de unidades de tempo

Exercício 01

(Enem) A energia elétrica consumida nas residências é medida, em quilowatt-hora, por meio de um relógio medidor de consumo. Nesse relógio, da direita para esquerda, tem-se o ponteiro da unidade, da dezena, da centena e do milhar. Se um ponteiro estiver entre dois números, considera-se o último número ultrapassado pelo ponteiro. Suponha que as medidas indicadas nos esquemas seguintes tenham sido feitas em uma cidade em que o preço do quilowatt-hora fosse de R\$ 0,20. O valor a ser pago pelo consumo de energia elétrica registrado seria de:



FILHO, A.G.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica*. São Paulo: Scipione, 1997.

- a) R\$ 41,80.
- b) R\$ 42,00.
- c) R\$ 43,00.
- d) R\$ 43,80.
- e) R\$ 44,00.

Exercício 02

As companhias de eletricidade geralmente usam medidores calibrados em quilowatt-hora (kWh). Um kWh representa o trabalho realizado por uma máquina desenvolvendo potência igual a 1 kW durante 1 hora. Numa conta mensal de energia elétrica de uma residência com 4 moradores, lêem-se, entre outros, os seguintes valores:

CONSUMO (kWh) - 300

TOTAL A PAGAR (R\$) - 75,00

Cada um dos 4 moradores toma um banho diário, um de cada vez, num chuveiro elétrico de 3 kW. Se cada banho tem duração de 5 minutos, o custo ao final de um mês (30 dias) da energia consumida pelo chuveiro é de

- a) R\$ 4,50.
- b) R\$ 7,50.
- c) R\$ 15,00.
- d) R\$ 22,50.
- e) R\$ 45,00.



Potência elétrica (parte 01)

Potência elétrica



Disjuntor



Exercício 01

(Imed) Considere uma bateria ideal de 12 V na qual é ligada uma lâmpada. Logo após ser ligada, a lâmpada atinge um brilho que não varia ao longo do tempo. Nesse estado, a corrente elétrica que percorre a lâmpada é igual a 0,5 A. Desprezando efeitos de dissipação nos fios condutores, determine, respectivamente, a resistência elétrica da lâmpada e a potência dissipada por ela.

- a) 32 ohms e 12 watts.
- b) 12 ohms e 12 watts.
- c) 24 ohms e 6 watts.
- d) 24 ohms e 12 watts.
- e) 32 ohms e 24 watts.

Exercício 02

(Pucrj) Os chuveiros elétricos de três temperaturas são muito utilizados no Brasil. Para instalarmos um chuveiro é necessário escolher a potência do chuveiro e a tensão que iremos utilizar na nossa instalação elétrica. Desta forma, se instalarmos um chuveiro de 4.500 W utilizando a tensão de 220 V, nós podemos utilizar um disjuntor que aguente a passagem de 21 A. Se quisermos ligar outro chuveiro de potência de 4.500 W em uma rede de tensão de 110 V, qual deverá ser o disjuntor escolhido?

- a) 21 A
- b) 25 A
- c) 45 A
- d) 35 A
- e) 40 A

Exercício 03

(Enem) Quando ocorre um curto-circuito em uma instalação elétrica, como na figura, a resistência elétrica total do circuito diminui muito, estabelecendo-se nele uma corrente muito elevada.



O superaquecimento da fiação, devido a esse aumento da corrente elétrica, pode ocasionar incêndios, que seriam evitados instalando-se fusíveis e disjuntores que interrompem essa corrente, quando a mesma atinge um valor acima do especificado nesses dispositivos de proteção.

Suponha que um chuveiro instalado em uma rede elétrica de 110 V, em uma residência, possua três posições de regulação da temperatura da água. Na posição verão utiliza 2100 W, na posição primavera, 2400 W e na posição inverno, 3200 W.

GRAF. *Física 3: Eletromagnetismo*. São Paulo: EDUSP, 1993 (adaptado).

Deseja-se que o chuveiro funcione em qualquer uma das três posições de regulação de temperatura, sem que haja riscos de incêndio. Qual deve ser o valor mínimo adequado do disjuntor a ser utilizado?

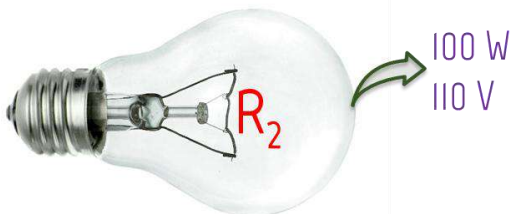
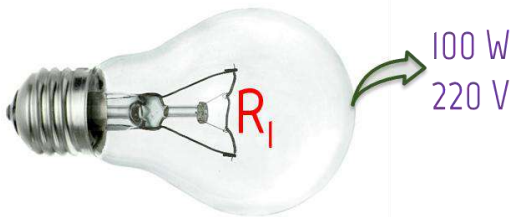
- a) 40 A
- b) 30 A
- c) 25 A
- d) 23 A
- e) 20 A

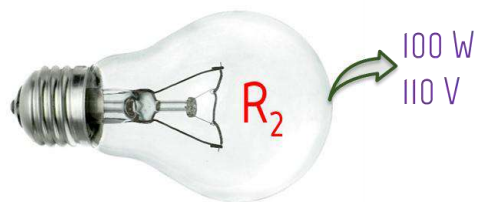
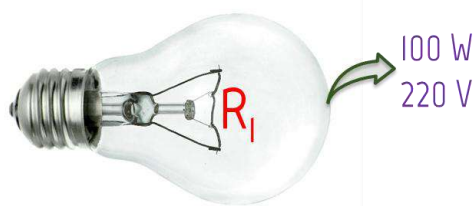
Potência elétrica (parte 02)

Potência elétrica



Exemplo: Potência elétrica





Exercício 01

(Ufc) Duas lâmpadas, L_1 e L_2 , são idênticas, exceto por uma diferença: a lâmpada L_1 tem um filamento mais espesso que a lâmpada L_2 . Ao ligarmos cada lâmpada a uma tensão de 220 V, observaremos que:

- a) L_1 e L_2 terão o mesmo brilho.
- b) L_1 brilhará mais, pois tem maior resistência.
- c) L_2 brilhará mais, pois tem maior resistência.
- d) L_2 brilhará mais, pois tem menor resistência.
- e) L_1 brilhará mais, pois tem menor resistência.

Exercício 02

(Cftmg) Uma empresa fabrica dois modelos de lâmpadas de mesma potência, sendo uma para operar em 110 V e outra, para 220 V. Comparando-se essas lâmpadas, afirma-se que

- I. ambas dissipam a mesma quantidade de calor em uma hora de funcionamento.
- II. ambas possuem o mesmo valor de resistência elétrica.
- III. o modelo de 110 V consome menor energia elétrica em uma hora de funcionamento.
- IV. a corrente elétrica no modelo de 220 V é a metade do valor da de 110 V.

São corretas apenas as afirmativas

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

Exercício 03

(Uff) Em dias frios, o chuveiro elétrico é geralmente regulado para a posição “inverno”. O efeito dessa regulagem é alterar a resistência elétrica do resistor do chuveiro de modo a aquecer mais, e mais rapidamente, a água do banho. Para isso, essa resistência deve ser



- a) diminuída, aumentando-se o comprimento do resistor.
- b) aumentada, aumentando-se o comprimento do resistor.
- c) diminuída, diminuindo-se o comprimento do resistor.
- d) aumentada, diminuindo-se o comprimento do resistor.
- e) aumentada, aumentando-se a voltagem nos terminais do resistor.

Potência elétrica (parte 03)

Potência elétrica - aplicações



Exercício 01

(Enem) Todo carro possui uma caixa de fusíveis, que são utilizados para proteção dos circuitos elétricos. Os fusíveis são constituídos de um material de baixo ponto de fusão, como o estanho, por exemplo, e se fundem quando percorridos por uma corrente elétrica igual ou maior do que aquela que são capazes de suportar. O quadro a seguir mostra uma série de fusíveis e os valores de corrente por eles suportados.

Fusível	Corrente Elétrica (A)
Azul	1,5
Amarelo	2,5
Laranja	5,0
Preto	7,5
Vermelho	10,0

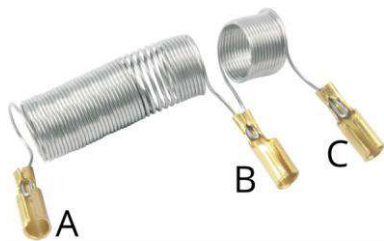
Um farol usa uma lâmpada de gás halogênio de 55 W de potência que opera com 36 V. Os dois faróis são ligados separadamente, com um fusível para cada um, mas, após um mau funcionamento, o motorista passou a conectá-los em paralelo, usando apenas um fusível.

Dessa forma, admitindo-se que a fiação suporte a carga dos dois faróis, o menor valor de fusível adequado para proteção desse novo circuito é o:

- a) azul.
- b) preto.
- c) laranja.
- d) amarelo.
- e) vermelho.

Exercício 02

A figura a seguir representa um resistor de um chuveiro elétrico. O fabricante especifica que quando 220 volts forem aplicados entre os terminais A e B, ou entre A e C do resistor sob fluxo contínuo de água, 5000 watts são a potência elétrica máxima que podem ser convertidos em calor.



Considerando que um dos contatos elétricos é feito sempre em A, assinale a alternativa que apresenta os polos que devem estar ligados à rede elétrica quando selecionamos a opção INVERNO.

- a) A – A
- b) A – B
- c) A – C
- d) Apenas uma ligação no polo A

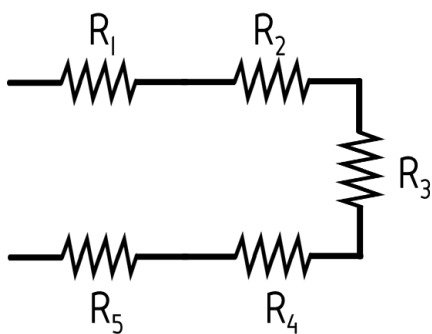
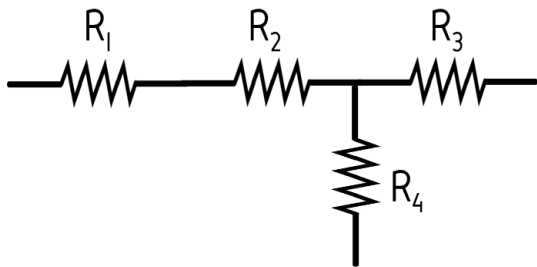
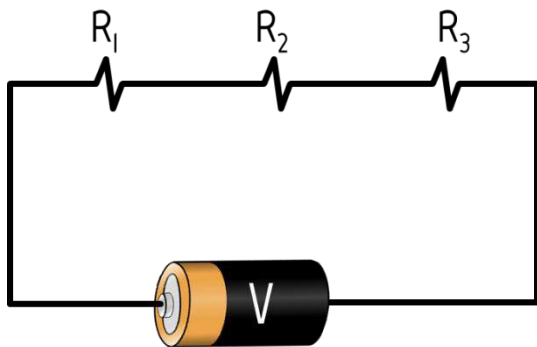
Exercício 03

Dois fios condutores retos A e B, de mesmo material, têm o mesmo comprimento, mas a resistência elétrica de A é a metade da resistência de B. Sobre tais fios, é correto afirmar:

- A área da seção transversal de A é quatro vezes menor que a área da seção transversal de B.
- Quando percorridos por corrente elétrica de igual intensidade, a potência dissipada por B é maior que a dissipada por A.
- Quando submetidos à mesma tensão elétrica, a potência dissipada por A é maior que a dissipada por B.
- Quando percorridos pela mesma corrente, a tensão elétrica em B é maior que a tensão elétrica em A.
- Quando submetidos à mesma tensão, a corrente elétrica que passa por A é igual à corrente elétrica que passa por B.

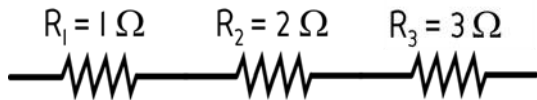
Associação de resistores (parte 01)

Associação de resistores em SÉRIE



Exercício 01

A figura a seguir apresenta três resistores de resistências elétricas respectivamente iguais a $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$ e $R_3 = 3 \Omega$. Suponha que esses resistores sejam percorridos por uma corrente elétrica de 10 A.



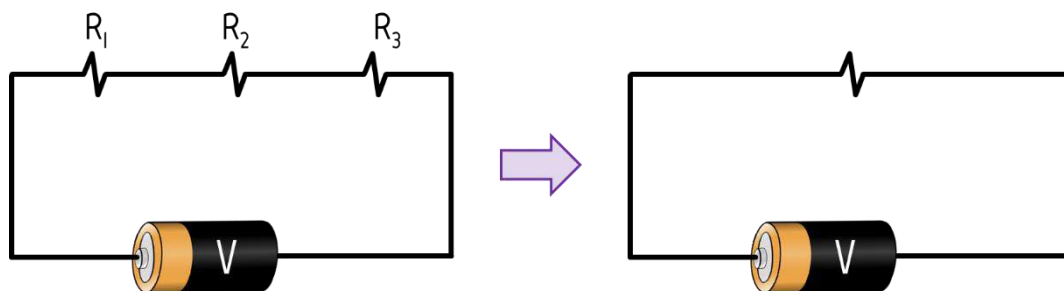
Calcule a ddp em cada um dos resistores e a ddp total.

Exercício 02

[Upe] Ligando quatro lâmpadas de características idênticas, em série, com uma fonte de força eletromotriz de 220 V, é CORRETO afirmar que a diferença de potencial elétrico em cada lâmpada, em Volts, vale

- a) 55
- b) 110
- c) 220
- d) 330
- e) 880

Associação de resistores em SÉRIE



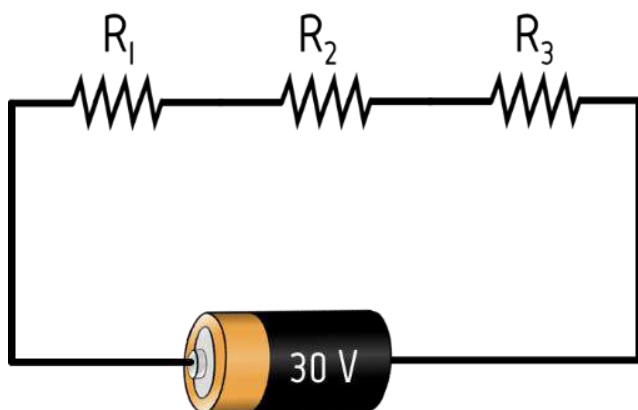
Propriedades

$$i_{\text{TOTAL}} = i_1 = i_2 = i_3 = \dots = i_n$$

$$V_{\text{TOTAL}} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

Exercício 03

A figura a seguir apresenta três resistores de resistências elétricas respectivamente iguais a $R_1 = 3 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$ e $R_3 = 8 \Omega$ ligados a uma bateria que fornece uma tensão de 30 V.

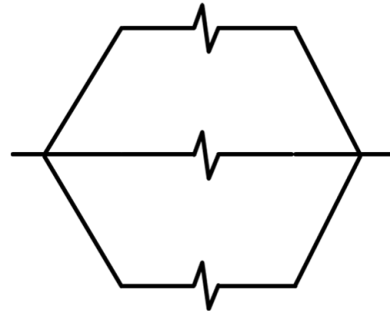
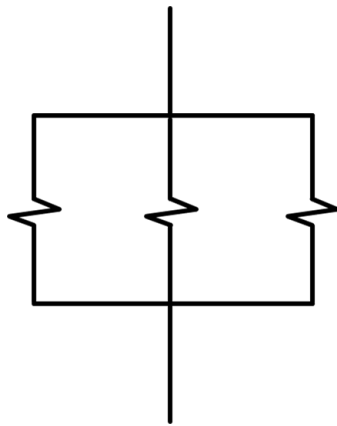


Com base nessas informações responda os itens a seguir:

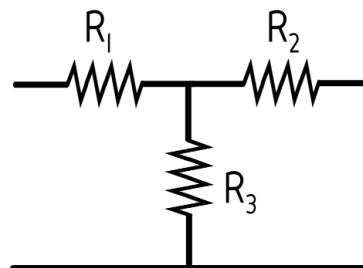
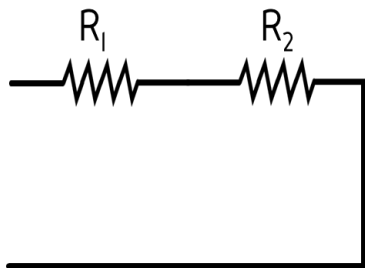
- a. Calcule a resistência equivalente do circuito.
- b. Calcule a corrente elétrica que percorre o circuito.
- c. Calcule a tensão elétrica em cada resistor.
- d. Calcule a potência elétrica em cada resistor.
- e. Calcule a potência elétrica gerada pela bateria.

Associação de resistores (parte 02)

Associação de resistores em PARALELO

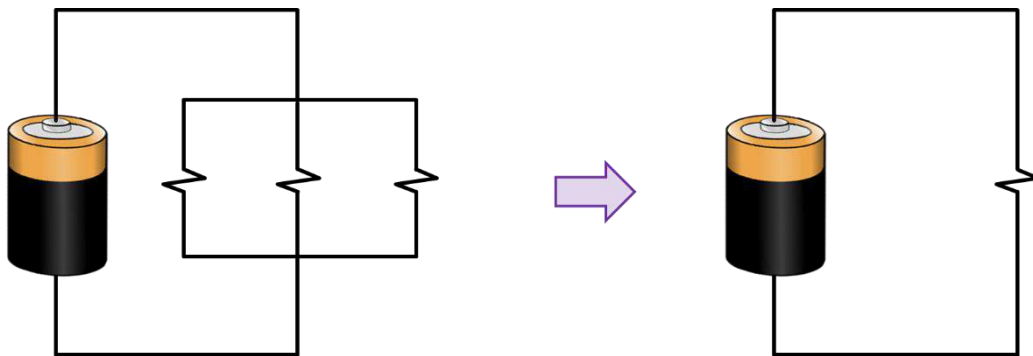


Exemplo



Os resistores R_1 e R_2 estão associados em _____ .

Os resistores R_2 e R_3 estão associados em _____ .



Propriedades

$$i_{\text{TOTAL}} = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n$$

$$V_{\text{TOTAL}} = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$

Exercício

(Ufsm) Em uma instalação elétrica doméstica, as tomadas são ligadas em _____ para que a mesma _____ em todos os eletrodomésticos ligados a essa instalação.

Assinale a alternativa que completa as lacunas, na ordem.

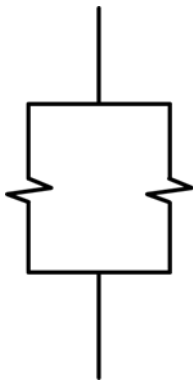
- a) paralelo – tensão seja aplicada
- b) paralelo – corrente circule
- c) paralelo – potência atue
- d) série – tensão seja aplicada
- e) série – corrente circule

Associação de resistores (parte 03)

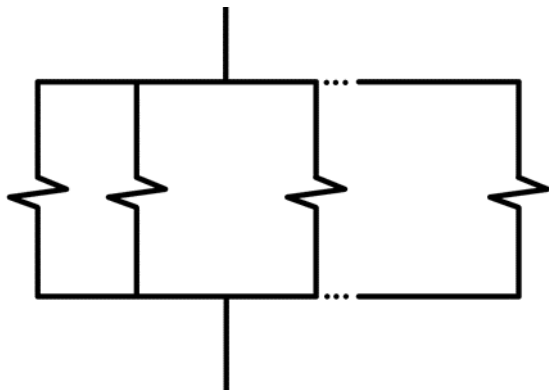
Associação de resistores em PARALELO

Casos especiais

1) apenas 2 resistores em paralelo

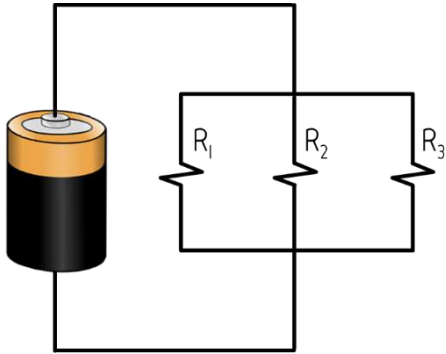


2) "N" resistores em iguais em paralelo



Exercício

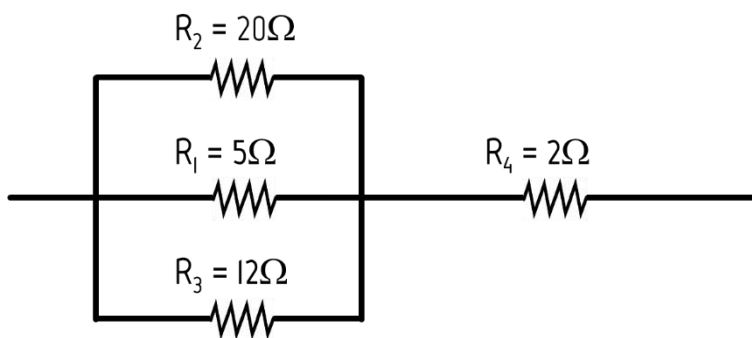
A figura a seguir apresenta três resistores de resistências elétricas respectivamente iguais a $R_1 = 12 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$ e $R_3 = 6 \Omega$ ligados a uma bateria que fornece uma tensão de 24 V.



- Calcule a resistência equivalente do circuito.
- Calcule a corrente elétrica que percorre o circuito.
- Calcule a corrente elétrica em cada resistor.
- Calcule a potência elétrica dissipada em cada resistor.
- Calcule a potência elétrica gerada pela bateria.

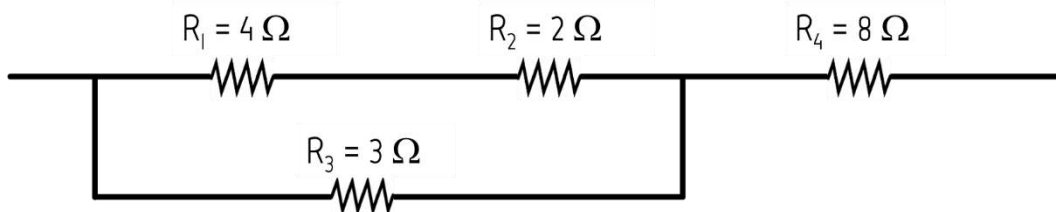
Associação de resistores (parte 04)

Associação de mista de resistores



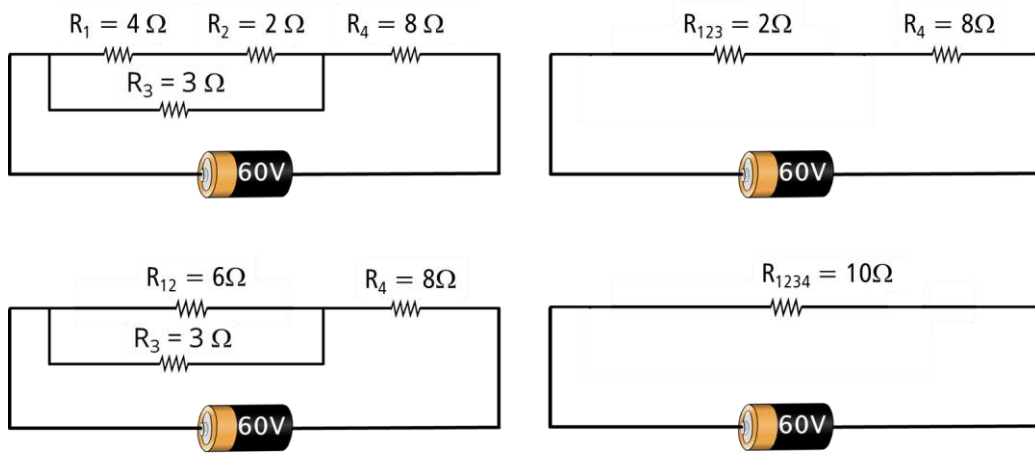
Exercício 01

A figura a seguir apresenta três resistores de resistências elétricas, respectivamente, iguais a $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 3\Omega$ e $R_4 = 8\Omega$. Suponha que esses resistores estejam ligados a uma bateria de 60 V.

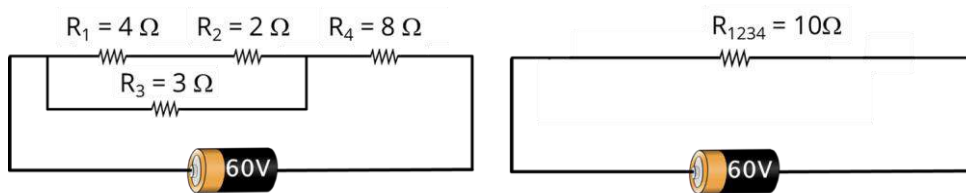


Com base nessas informações responda os itens a seguir:

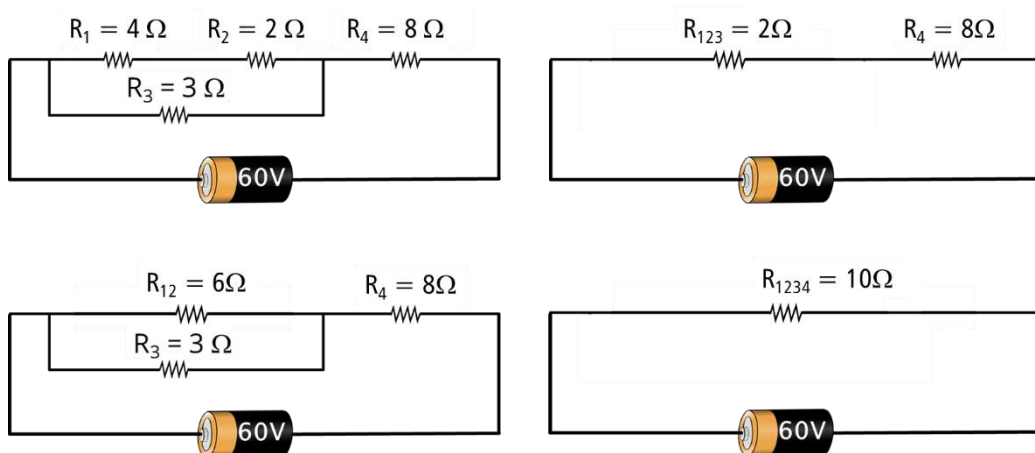
a. Calcule a resistência equivalente do circuito.



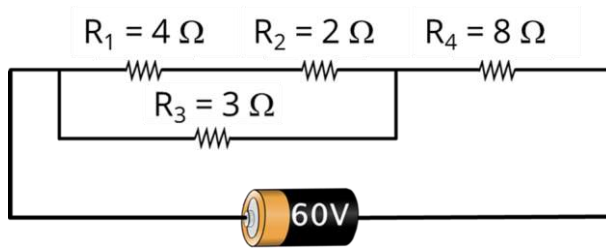
b. Calcule a corrente elétrica total



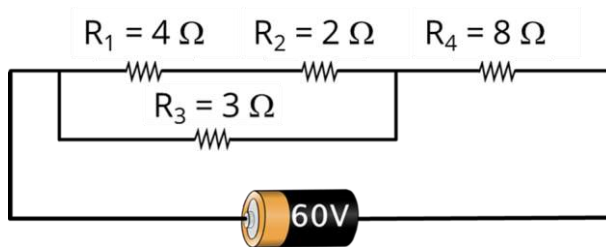
c. Calcule a corrente e a ddp em cada resistor.



d. Calcule a potência dissipada em cada resistor.



e. Calcule a potência gerada pela bateria.



Exercício 02

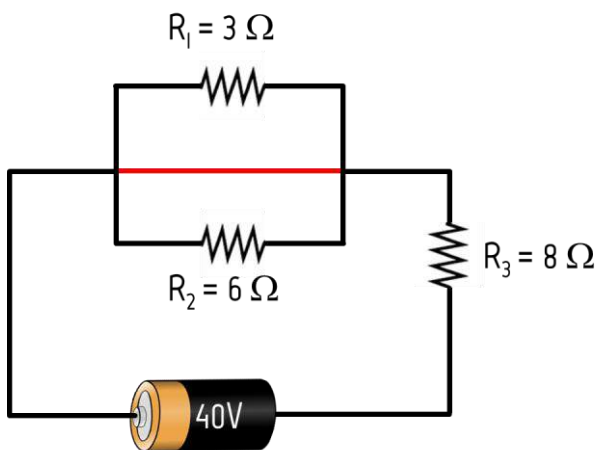
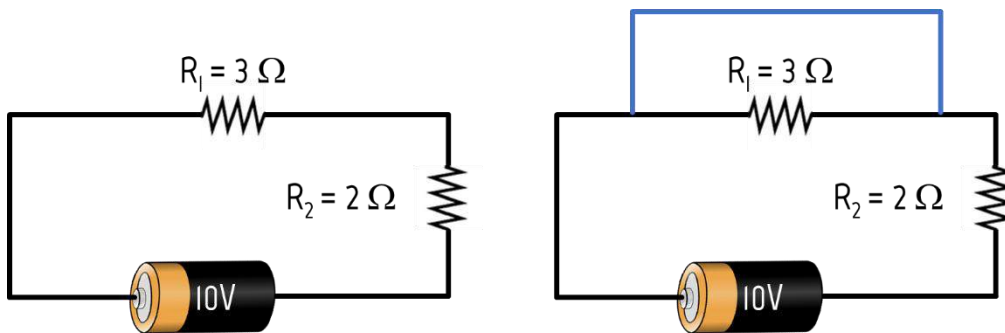
(Enem) Um grupo de amigos foi passar o fim de semana em um acampamento rural, onde não há eletricidade. Uma pessoa levou um gerador a *diesel* e outra levou duas lâmpadas, diferentes fios e bocais. Perto do anoitecer, iniciaram a instalação e verificaram que as lâmpadas eram de $60 \text{ W} - 110 \text{ V}$ e o gerador produzia uma tensão de 220 V .

Para que as duas lâmpadas possam funcionar de acordo com suas especificações e o circuito tenha menor perda possível, a estrutura do circuito elétrico deverá ser de dois bocais ligados em

- série e usar fios de maior espessura.
- série e usar fios de máximo comprimento.
- paralelo e usar fios de menor espessura.
- paralelo e usar fios de maior espessura.
- paralelo e usar fios de máximo comprimento.

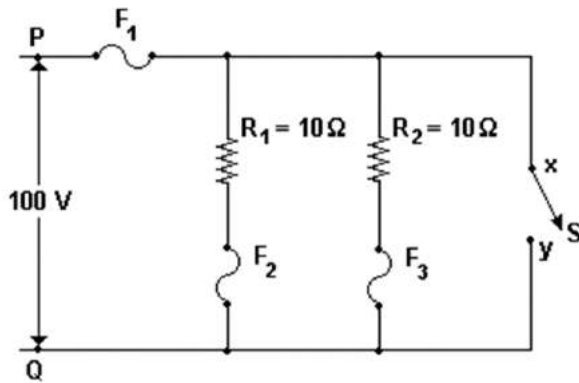
Curto-circuito

Curto-circuito



Exercício

(Uff) No circuito esquematizado a seguir, F_1 , F_2 e F_3 são fusíveis para 20 A, R_1 e R_2 são resistores e S é uma chave. Estes elementos estão associados a uma bateria que estabelece uma diferença de potencial igual a 100V entre os pontos P e Q.

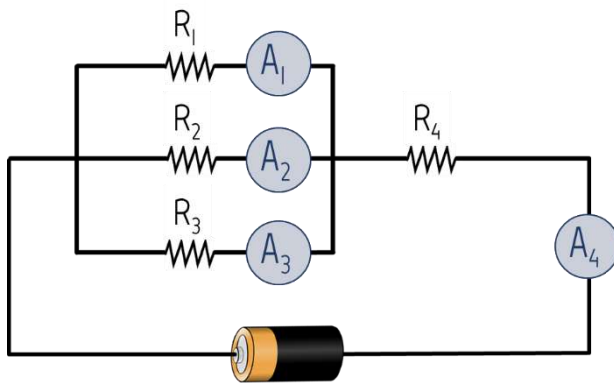


Fechando-se a chave S , os pontos X e Y são ligados em curto-circuito. Nesta situação pode-se afirmar que:

- a) Apenas o fusível F_1 queimará.
- b) Apenas o fusível F_2 queimará.
- c) Apenas o fusível F_3 queimará.
- d) Apenas os fusíveis F_2 e F_3 queimarão.
- e) Os fusíveis F_1 , F_2 e F_3 queimarão.

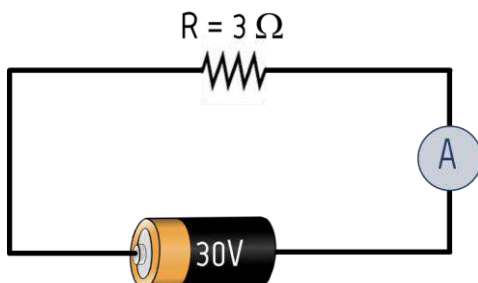
Amperímetro e Voltímetro

Amperímetro



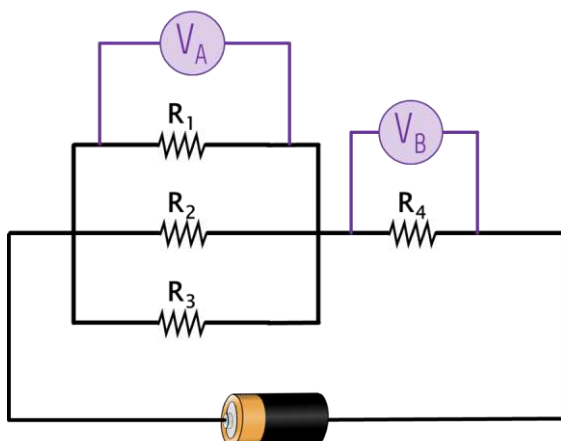
Um amperímetro sempre deve ser ligado em série com o elemento em que se pretende medir a intensidade da corrente elétrica.

Amperímetro ideal



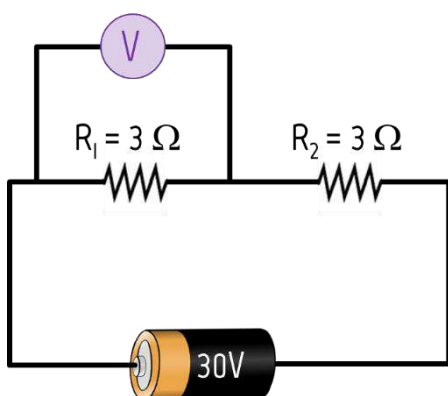
Um amperímetro ideal possui resistência elétrica nula.

Voltímetro



Um voltmímetro sempre deve ser ligado em paralelo com o elemento em que se pretende medir a tensão elétrica.

Voltímetro ideal



Um voltmímetro ideal possui resistência elétrica infinita.

Exercício 01

(Pucmg) Leia atentamente as afirmativas abaixo.

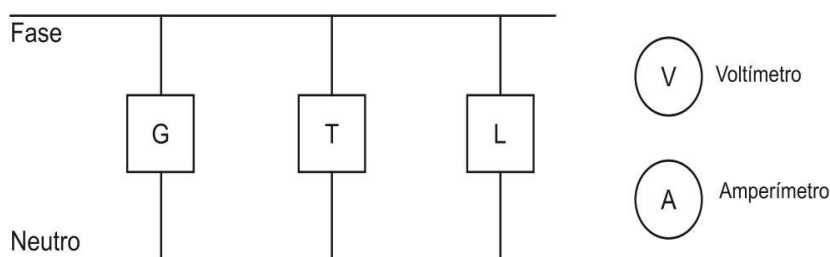
- I. Para se medir a queda de potencial em um resistor, deve-se colocar o amperímetro em paralelo com o resistor.
- II. Para se medir a corrente através de um resistor, deve-se colocar o voltímetro em paralelo com o resistor.
- III. Para se medir a corrente através de um resistor, deve-se colocar o amperímetro em série com o resistor.

Assinale:

- a) se apenas a afirmativa I é correta.
- b) se apenas a afirmativa II é correta.
- c) se apenas a afirmativa III é correta.
- d) se as afirmativas I e III são corretas.

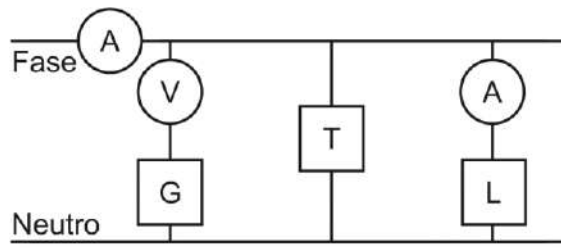
Exercício 02

(Enem) Um eletricitista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O eletricitista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada. Para isso, ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).

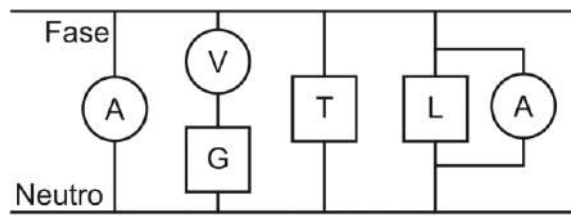


Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:

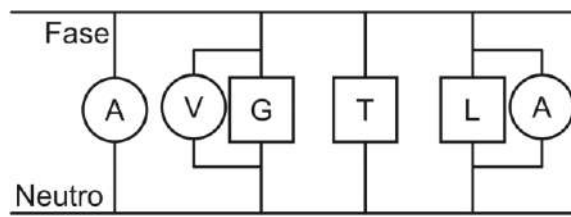
a.



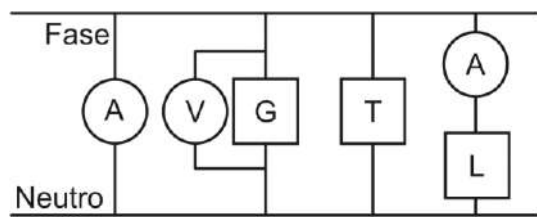
b.



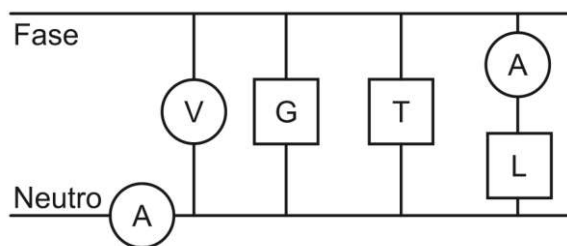
c.



d.



e.



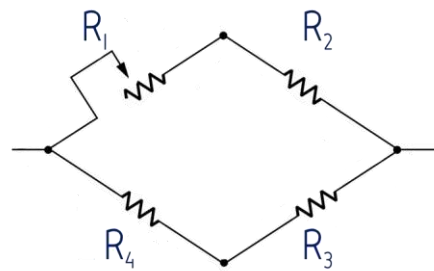
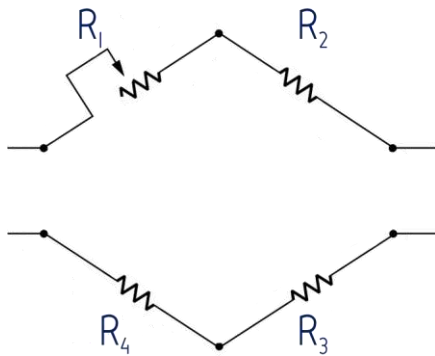
Ponte de Wheatstone

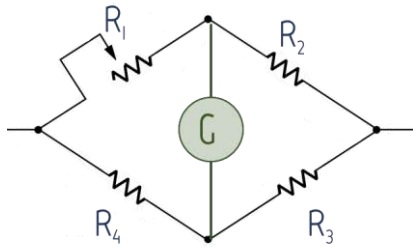
Galvanômetro



Um galvanômetro mede correntes de baixa intensidade (pequeno valor).

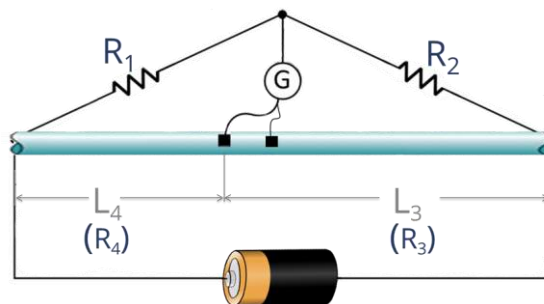
Ponte de Wheatstone



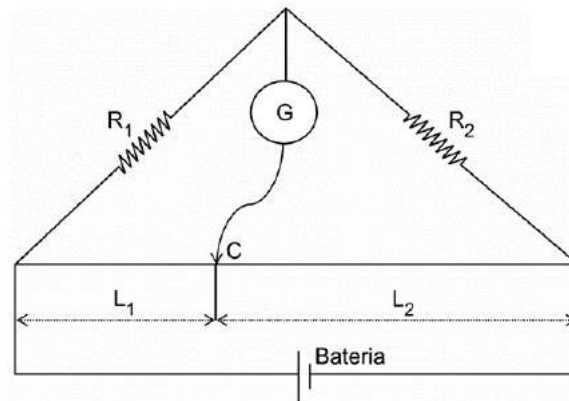


$$V = R \cdot i \quad \left\{ \begin{array}{l} V_1 = R_1 \cdot i_a \\ V_2 = R_2 \cdot i_a \\ V_3 = R_3 \cdot i_b \\ V_4 = R_4 \cdot i_b \end{array} \right.$$

Ponte de fio (Wheatstone)



Exercício



A ponte de fio mostrada acima é constituída por uma bateria, um galvanômetro dois resistores, um de resistência elétrica $R_1 = 10 \, \Omega$ e outro de resistência elétrica $R_2 = 40 \, \Omega$ um fio condutor homogêneo de resistividade r , área de secção transversal A , comprimento $L = 100 \, \text{cm}$ e um cursor que desliza sobre o fio condutor.

Quando o cursor é colocado de modo a dividir o fio condutor em dois trechos de comprimentos L_1 e L_2 a corrente elétrica no galvanômetro é nula. Os comprimentos L_1 e L_2 valem, respectivamente,

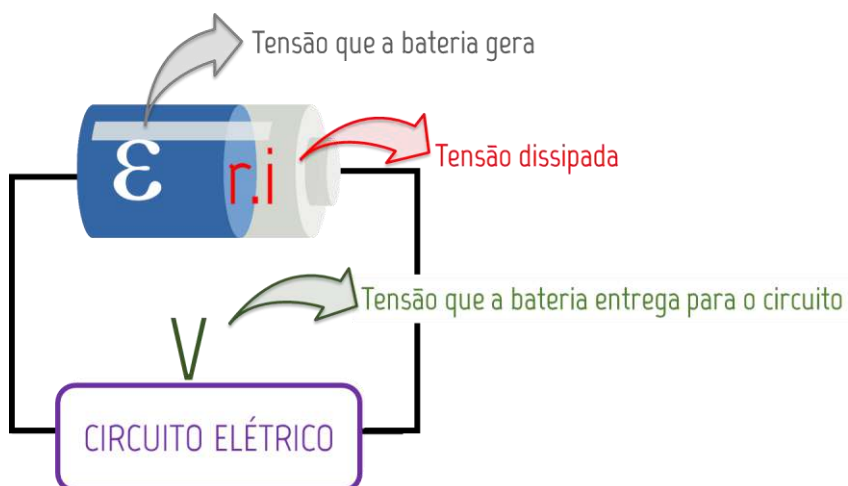
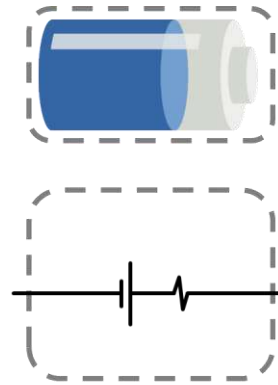
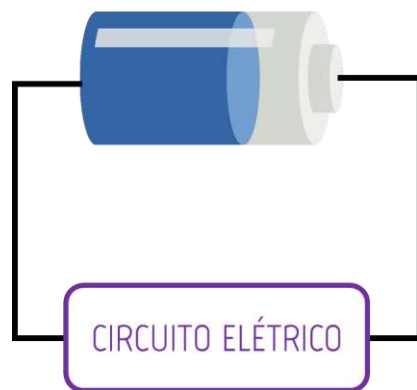
- a) 50 cm e 50 cm
- b) 60 cm e 40 cm
- c) 40 cm e 60 cm
- d) 80 cm e 20 cm
- e) 20 cm e 80 cm

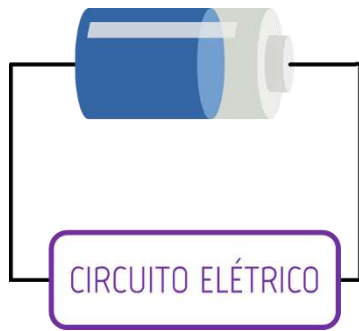


Geradores (parte 01)

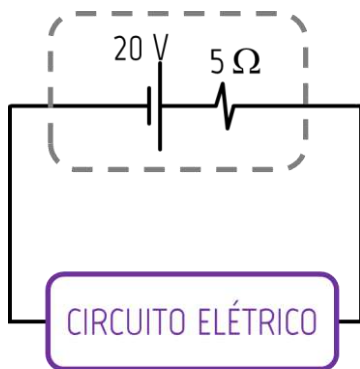
Geradores

Os GERADORES transformam outras formas de energia em energia elétrica.

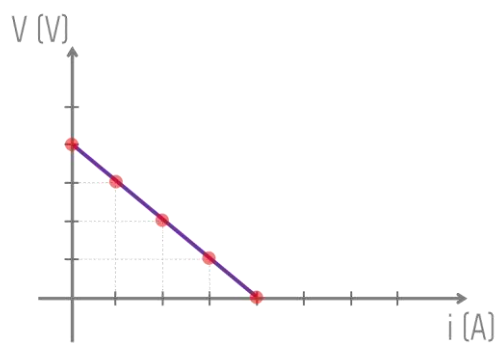




Equação característica



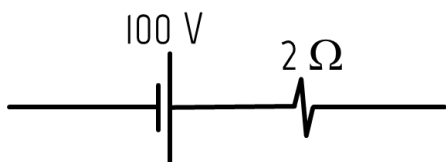
Gráfico



V (V)	i (A)
	0
	1
	2
	3
	4

Exercício

Com base no gerador representado na figura a baixo escreva a equação característica do gerador e represente o gráfico $V \times i$ para esse gerador.

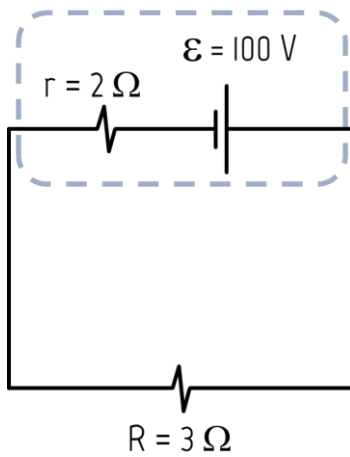


Geradores (parte 02)

Circuito com Geradores e Resistores

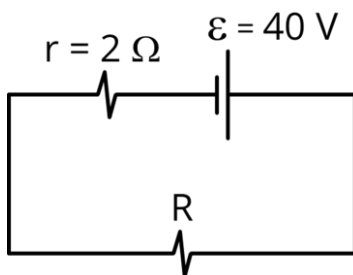
Gerador

Resistor

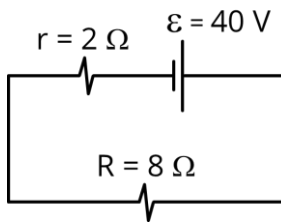


Exercício 01

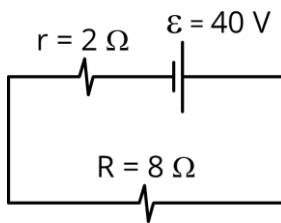
Com base no circuito representado na figura a baixo determine:



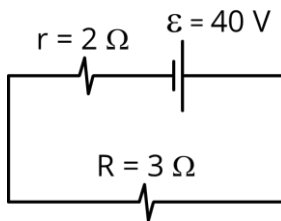
a) A intensidade da corrente elétrica que percorre o circuito e a ddp que a bateria fornece para um resistor de resistência $R = 8 \Omega$.



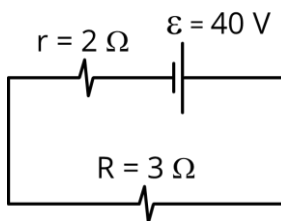
b) Determine o rendimento do gerador quando ligado ao resistor de 8Ω .



c) A intensidade da corrente elétrica que percorre o circuito e a ddp fornecida pela bateria, se substituirmos o resistor de 8Ω por um de 3Ω .

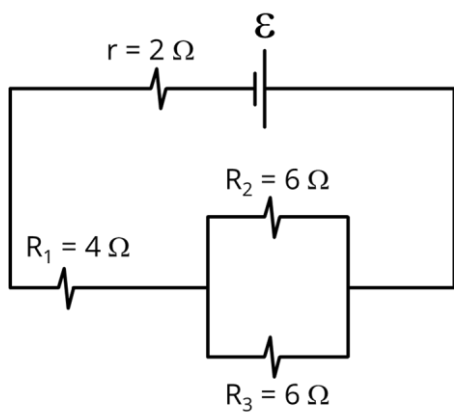


d) Determine o rendimento do gerador quando ligado ao resistor de 3Ω .



Exercício 02

[Ufsm] No circuito da figura, a corrente no resistor R_2 é de 2 A. O valor da força eletromotriz da fonte (ε) é, em V:

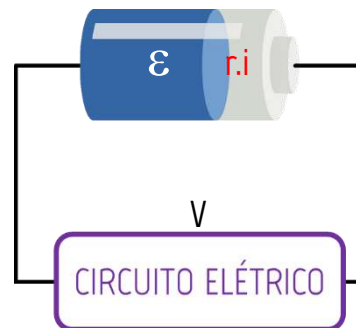


- a) 6
- b) 12
- c) 24
- d) 36
- e) 48

Geradores (parte 03)

Potência em Geradores

$$P = \text{tensão} \times \text{corrente}$$



Tensão gerada pela bateria

Potência gerada pela bateria

Tensão dissipada

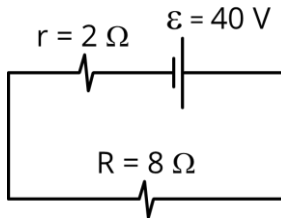
Potência dissipada

Tensão fornecida pela bateria

Potência fornecida pela bateria

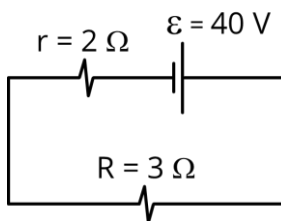
Exercício 01

Com base no circuito representado na figura a baixo determine a potência gerada, a potência dissipada e a potência fornecida ao circuito:

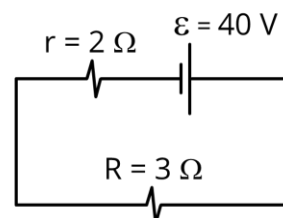
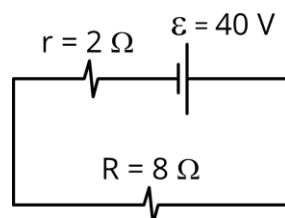


Exercício 02

Com base no circuito representado na figura a baixo determine a potência gerada, a potência dissipada e a potência fornecida ao circuito:

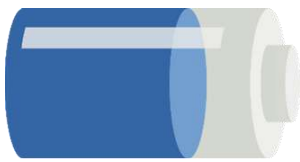


Comparando os circuitos



Geradores (parte 04)

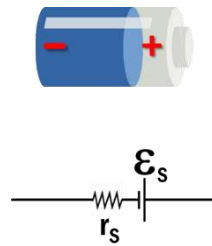
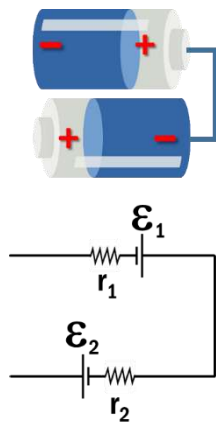
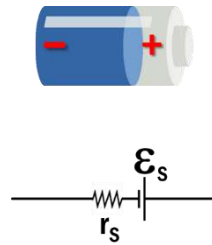
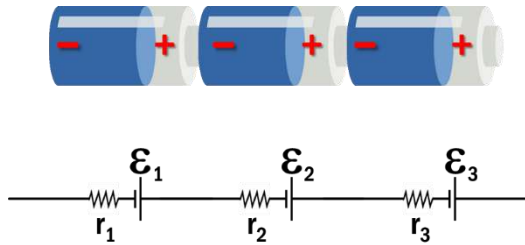
Geradores



Associação de Geradores

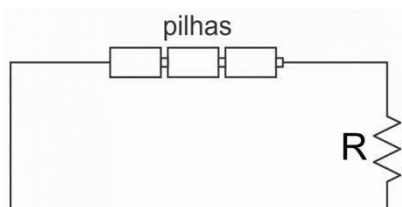
l) em série

Gerador equivalente



Exercício 01

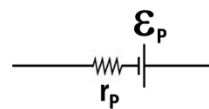
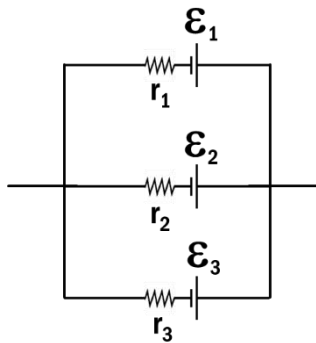
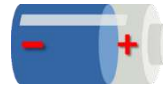
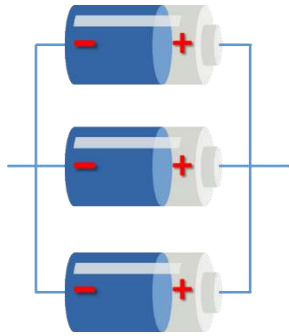
O circuito a seguir representa três pilhas de 1,5 V e resistência interna $0,25 \Omega$ cada uma e um resistor R de resistência elétrica $1,5 \Omega$. Calcule o valor da corrente elétrica que percorre o circuito.



Associação de Geradores

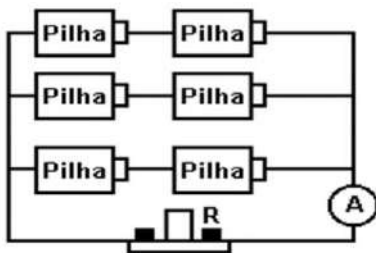
1) em paralelo

Gerador equivalente

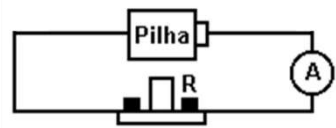
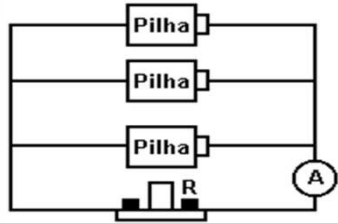
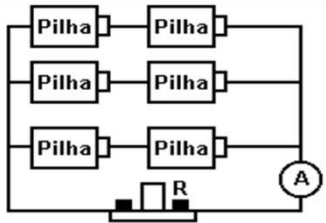


Exercício 02

Seis pilhas iguais, cada uma com força eletromotriz $\varepsilon = 1,5 \text{ V}$ e resistência interna $r = 3 \Omega$, estão ligadas a um aparelho, com resistência elétrica $R = 1 \Omega$, na forma esquematizada na figura. Nessas condições, a corrente medida pelo amperímetro A, colocado na posição indicada, é igual a



- a) 1A
- b) 2A
- c) 3A
- d) 6A
- e) 12A



Receptores

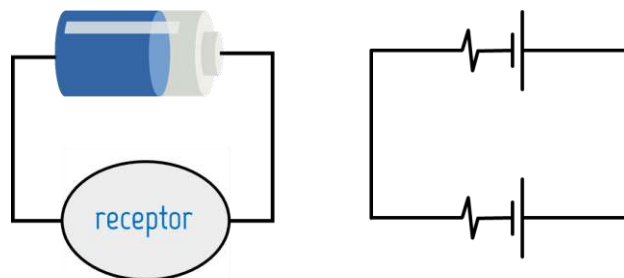
Receptores

Os RECEPTORES transformam energia elétrica em outras formas de energia desde que não seja exclusivamente em calor.

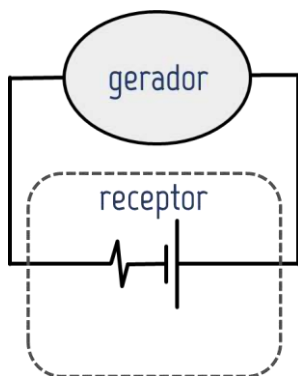
Equação característica



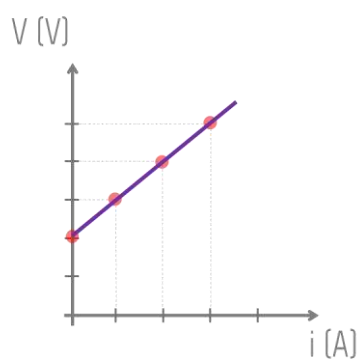
Polaridade de um receptor



Receptores



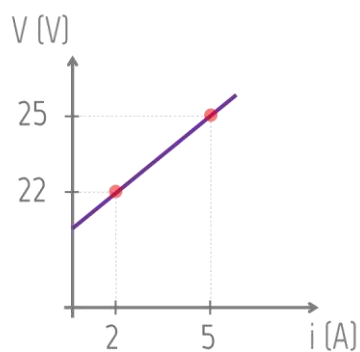
Gráfico



V (V)	i (A)
	0
	1
	2
	3

Exercício 01

A ddp nos terminais de um receptor varia com a corrente, conforme o gráfico a seguir. Determine a fcm e a resistência interna desse receptor.



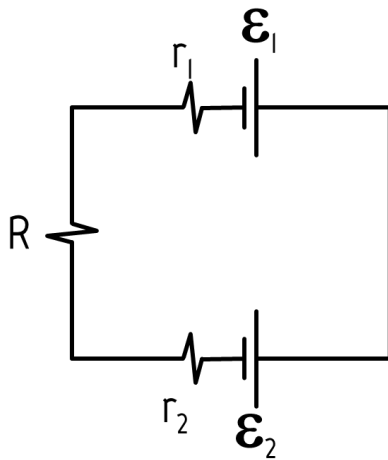
Exercício 02

Um liquidificador de f.cem igual a 100 V e resistência interna igual a 2Ω é ligado a uma tomada de 110 V. Com base nessas informações calcule:

- a) o valor da corrente elétrica de operação desse liquidificador quando o eixo gira livremente.
- b) o valor da corrente elétrica se, ao fazer um suco com poupa congelada, o eixo do liquidificador travar.

Circuito com gerador, receptor e resistor

Circuitos com geradores, receptores e resistores



Resistor

$$V = R \cdot i$$

Gerador

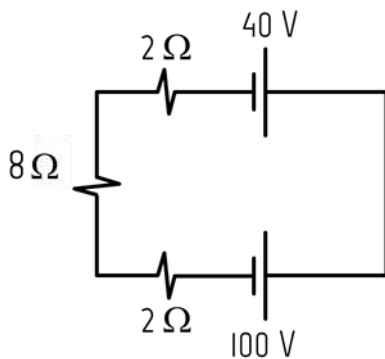
$$V = \mathcal{E} - r \cdot i$$

Receptor

$$V = \mathcal{E} + r \cdot i$$

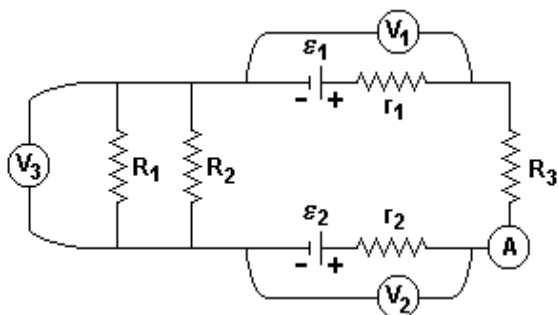
Exercício 01

A figura a seguir apresenta um circuito com um gerador, um receptor e um resistor. Determine o sentido e a intensidade da corrente elétrica.



Exercício 02

(Ufsc) No circuito a seguir representado, temos duas baterias de forças eletromotrizes $\varepsilon_1 = 9\text{ V}$ e $\varepsilon_2 = 3\text{ V}$, cujas resistências internas valem $r_1 = r_2 = 1\ \Omega$. São conhecidos, também, os valores das resistências $R_1 = R_2 = 4\ \Omega$ e $R_3 = 2\ \Omega$. V_1 , V_2 e V_3 são voltímetros e A é um amperímetro, todos ideais:



01. A bateria ε_1 está funcionando como um gerador de força eletromotriz e a bateria ε_2 como um receptor, ou gerador de força contraeletromotriz.

02. A leitura no amperímetro é igual a $1,0\text{ A}$

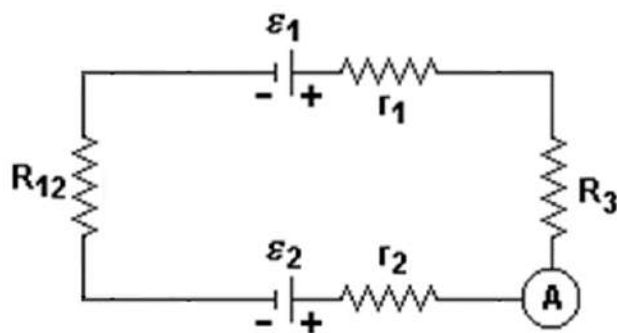
04. A leitura no voltímetro V_2 é igual a $2,0\text{ V}$.

08. A leitura no voltímetro V_1 é igual a $8,0\text{ V}$.

16. A leitura no voltímetro V_3 é igual a $4,0\text{ V}$.

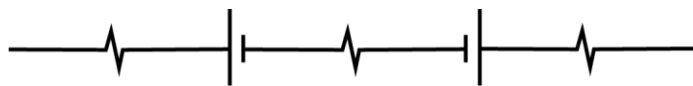
32. Em $1,0\text{ h}$, a bateria de força eletromotriz ε_2 consome $4,0\text{ Wh}$ de energia.

64. A potência dissipada por efeito Joule, no gerador, é igual $1,5\text{ W}$.



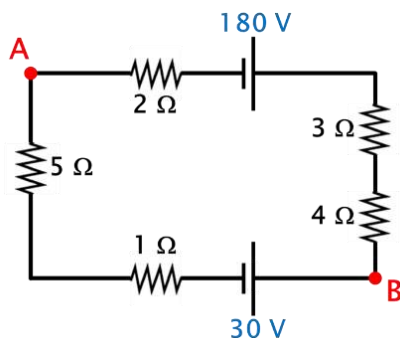
Soma das tensões em um circuito

Soma das tensões em um circuito



Exercício

Com base nas informações do circuito a seguir determine:



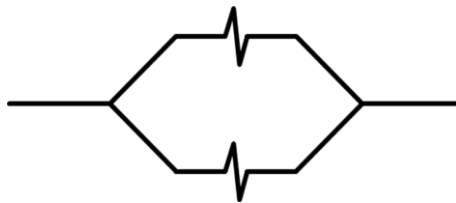
- A intensidade da corrente elétrica.
- A ddp em cada resistor.
- Os polos positivo e negativo em cada resistor.
- Os polos positivo e negativo no gerador e no receptor.
- A soma das tensões de A para B.



Leis de Kirchhoff

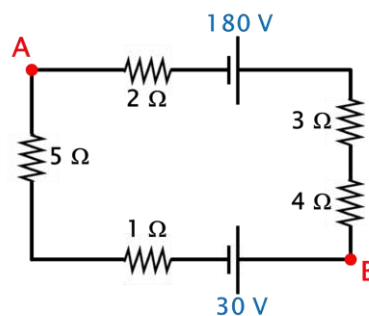
Leis de Kirchhoff

1ª Lei (lei dos nós)



A soma das correntes que chegam em um nó é sempre igual à soma das correntes que saem desse nó (princípio da conservação das cargas elétricas).

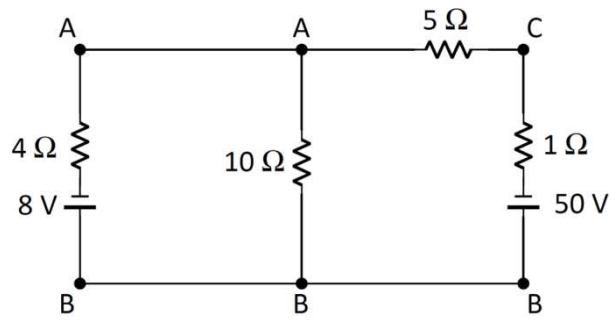
2ª Lei (lei das malhas)



A soma das tensões em uma malha fechada é sempre igual a zero (princípio da conservação da energia).

Exercício

Com base nas informações do circuito a seguir determine a intensidade da corrente elétrica em cada trecho do circuito:



Nó A

Malha da esquerda

Malha da direita

Passo a passo para resolver exercícios com mais de uma malha

1º Passo: Marcar todas as extremidades do circuito e dar um nome (A, B, C,...) a elas.

2º Passo: Atribuir (chutar) um sentido para corrente em cada trecho do circuito.

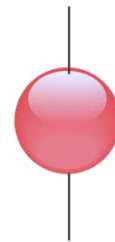
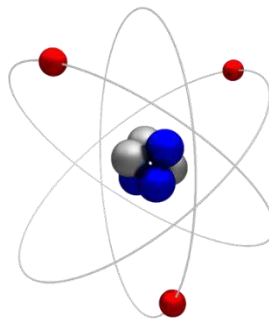
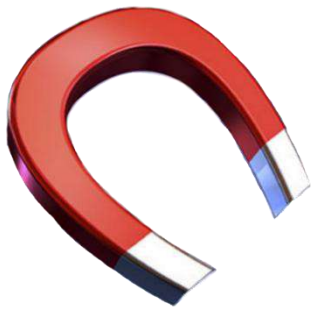
3º Passo: Colocar os polos positivo e negativo nos resistores, geradores e receptores do circuito.

4º Passo: Aplicar a primeira lei de Kirchhoff.

5º Passo: Aplicar a segunda lei de Kirchhoff.

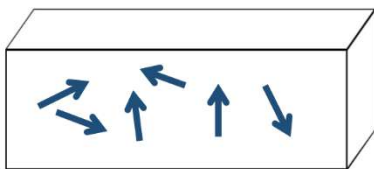
Fundamentos (parte 01)

Magnetismo

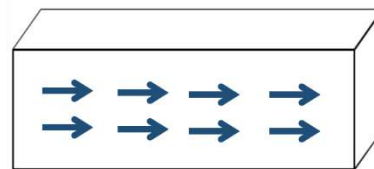


Cargas elétricas em movimento geram magnetismo.

Propriedades magnéticas



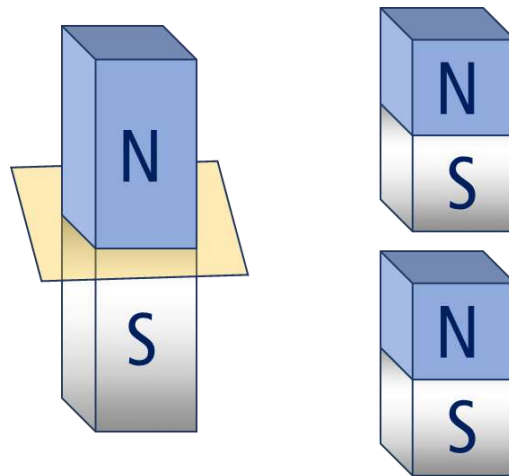
Não magnetizado



Magnetizado

Um objeto magnetizado pode perder suas propriedades magnéticas com o aquecimento ou com choques mecânicos.

Polos magnéticos



Todo ímã possui dois polos magnéticos, um polo norte e um polo sul.
É impossível separar os polos norte e sul de um ímã.

Exercício 01

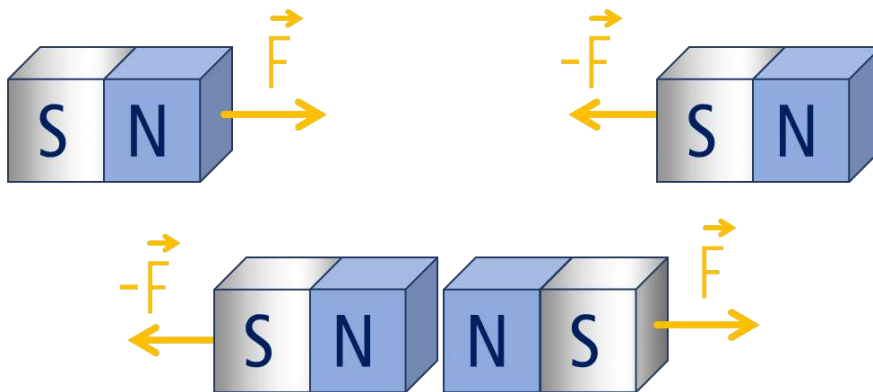
O comportamento magnético dos corpos costuma causar grandes dúvidas e curiosidades nas pessoas. Sobre este tema, analise as afirmativas a seguir.

- I. cargas elétricas em repouso geram ao seu redor um campo magnético.
- II. um ímã sujeito a altas temperaturas tende a perder suas propriedades magnéticas.
- III. é possível obter um único polo magnético isolado quebrando-se um ímã em dois pedaços iguais.

É(são) correta(s):

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

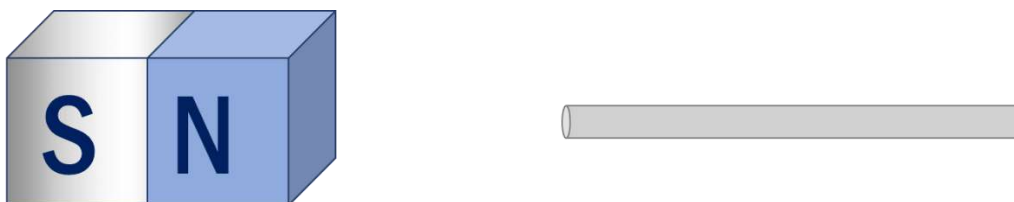
Princípio da atração e repulsão



Polos opostos sempre se atraem, ou seja, polo norte atrai polo sul e polo sul atrai polo norte.

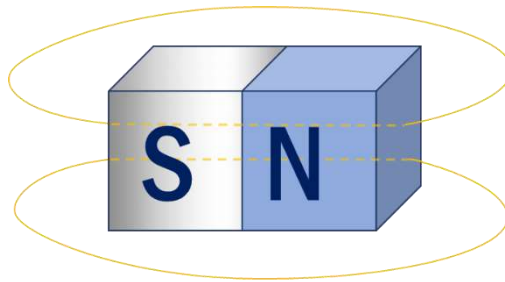
Polos iguais sempre se repelem, ou seja, polo norte repele polo norte e polo sul repele polo sul.

Campo magnético



Campo magnético é uma região com influência magnética.

Linhas de campo magnético

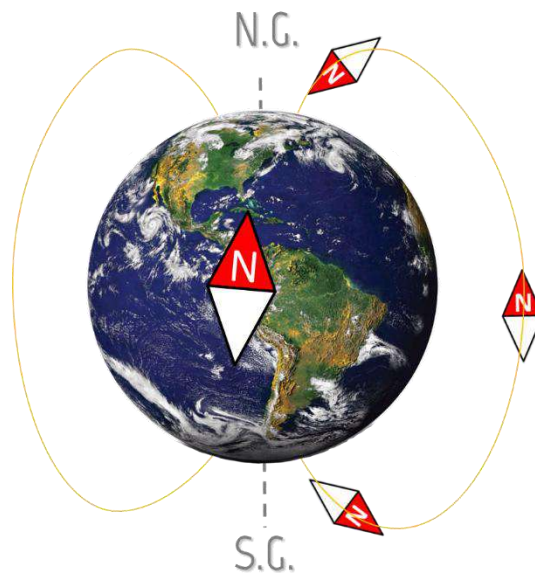


Dentro do ímã as linhas de campo magnético são sempre orientadas do polo sul para o polo norte.

Fora do ímã as linhas de campo magnético são sempre orientadas do polo norte para o polo sul.

As linhas de campo magnético são sempre linhas fechadas.

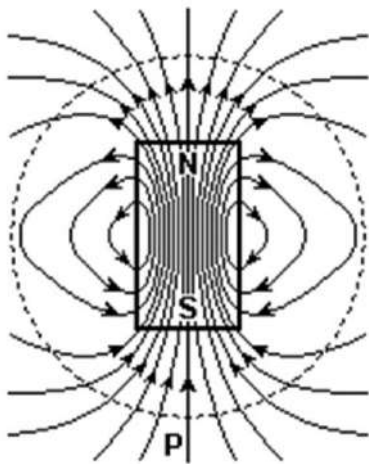
Magnetismo terrestre



O polo norte de uma bússola sempre tem o mesmo sentido das linhas da campo magnético.

Exercício 02

(Fuvest) Sobre uma mesa plana e horizontal, é colocado um ímã em forma de barra, representado na figura, visto de cima, juntamente com algumas linhas de seu campo magnético. Uma pequena bússola é deslocada, lentamente, sobre a mesa, a partir do ponto P, realizando uma volta circular completa em torno do ímã. Ao final desse movimento, a agulha da bússola terá completado, em torno de seu próprio eixo, um número de voltas igual a:

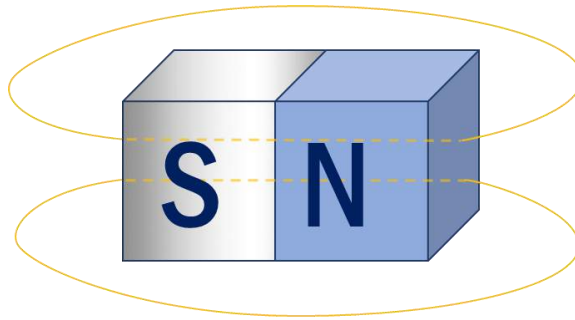


- a) 1/4 de volta.
- b) 1/2 volta.
- c) 1 volta completa.
- d) 2 voltas completas.
- e) 4 voltas completas.

Obs.: Nessas condições, desconsidere o campo magnético da Terra.

Fundamentos (parte 02)

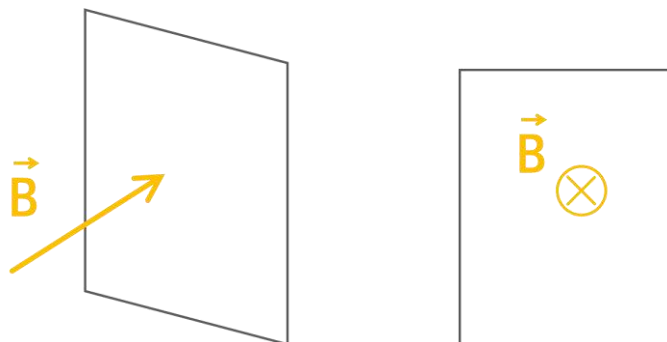
Vetor campo magnético



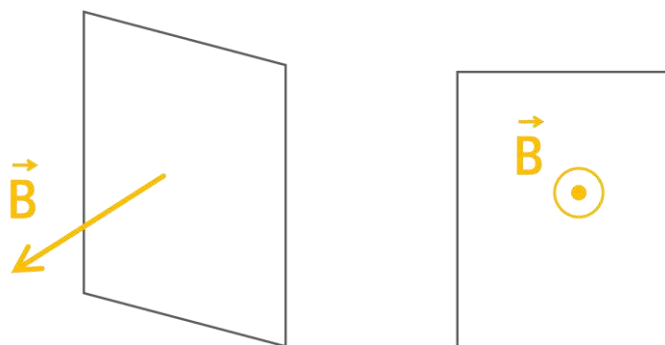
O vetor campo magnético (\vec{B}) é sempre tangente às linhas de campo magnético (linhas de indução magnética).

Vetor campo magnético

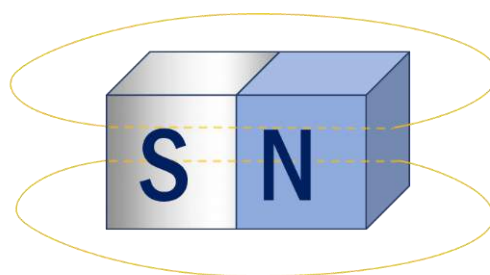
Campo magnético entrando na superfície



Campo magnético saindo da superfície

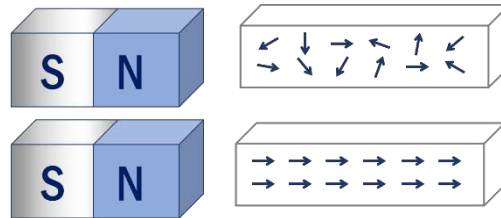


Intensidade do campo magnético



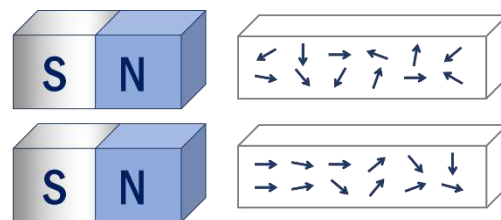
Comportamento magnético dos materiais

Materiais ferromagnéticos



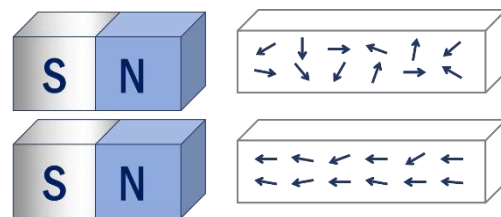
Os materiais ferromagnéticos são fortemente atraídos por um ímã.

Materiais paramagnéticos



Os materiais paramagnéticos sofrem atração desprezível de um ímã.

Materiais diamagnéticos

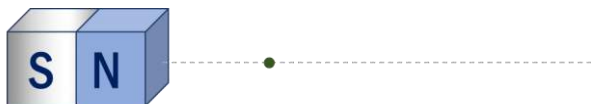


Os materiais diamagnéticos são repelidos por um ímã.

Exercício

Nos itens a seguir desenhe o vetor campo magnético no ponto indicado.

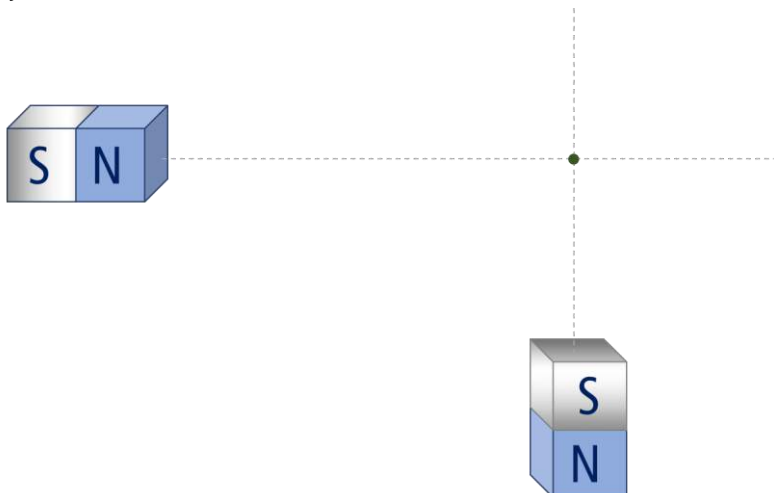
a)



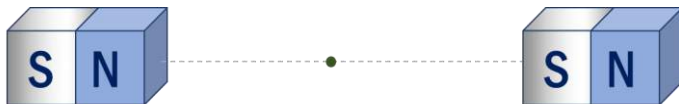
b)



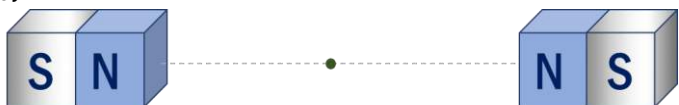
c)



d)



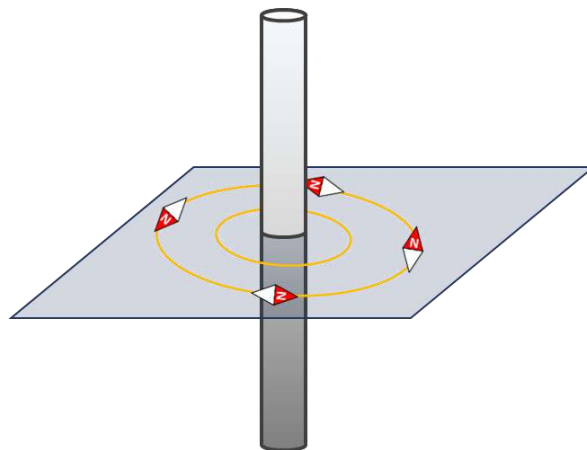
e)



Fontes de campo magnético - Fio

Fio retilíneo percorrido por uma corrente elétrica

Experimento de Oersted



As linhas de campo magnético são circulares e concêntricas com o fio.

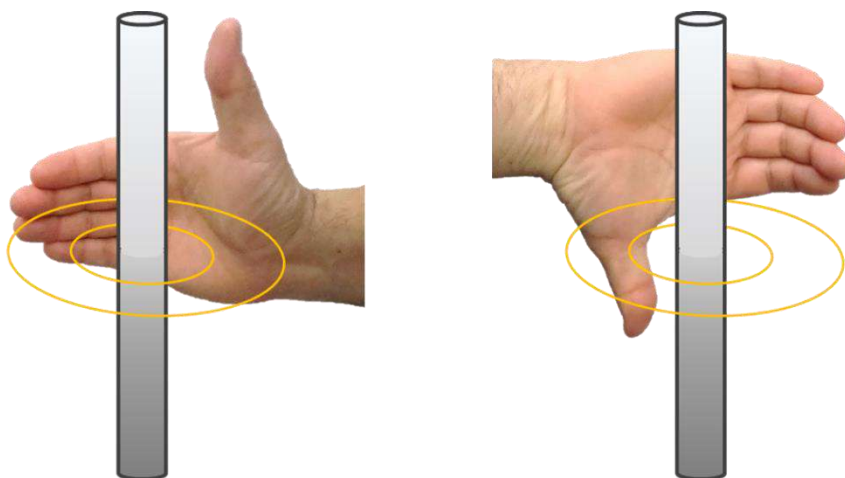
Orientação do campo magnético

Regra da mão direita



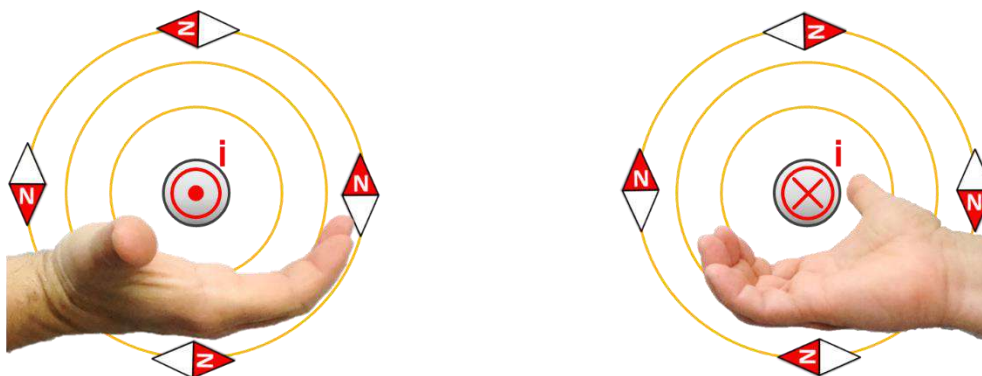
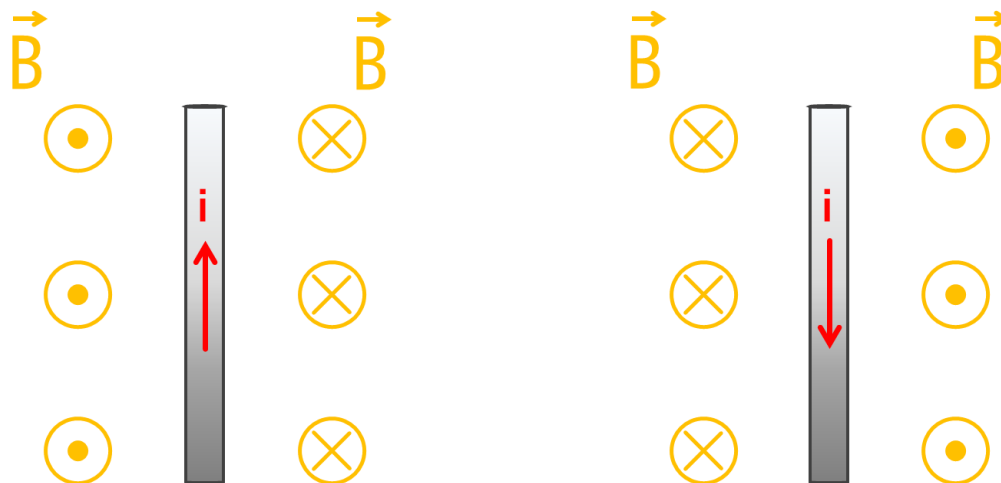
Polegar: corrente elétrica

Outros dedos: linhas de campo magnético



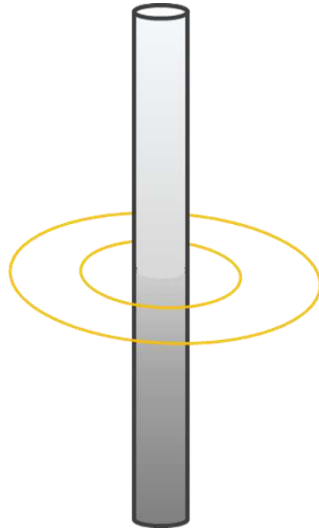
Orientação do campo magnético

Regra da mão direita



Ao invertermos o sentido da corrente elétrica o sentido do campo magnético também inverte.

Módulo do campo magnético



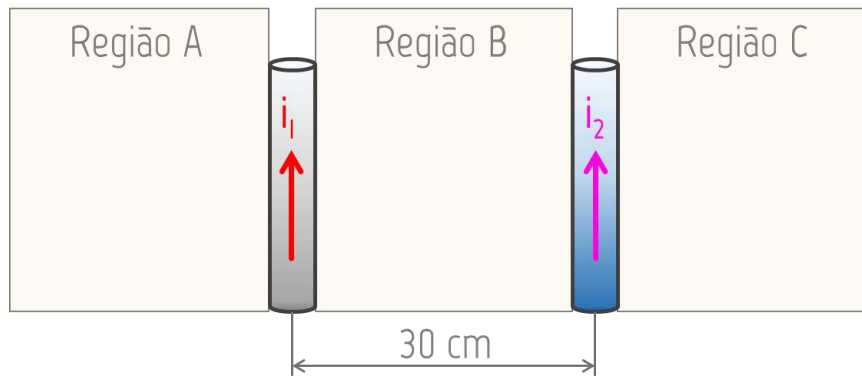
Exercício 01

(Fei) Um fio de cobre, reto e extenso é percorrido por uma corrente $i = 1,5$ A. Qual é a intensidade do vetor campo magnético originado em um ponto à distância $r = 0,25$ m do fio. Dado: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T.m . A⁻¹

- a) $B = 10^{-6}$ T
- b) $B = 0,6 \cdot 10^{-6}$ T
- c) $B = 1,2 \cdot 10^{-6}$ T
- d) $B = 2,4 \cdot 10^{-6}$ T

Exercício 02

Dois fios retilíneos e paralelos são percorridos por duas correntes $i_1 = 10\text{ A}$ e $i_2 = 5\text{ A}$, conforme mostra a figura a seguir. Determine em qual região (A, B ou C) existe um ponto onde o campo magnético é nulo e calcule a distância entre esse ponto e o fio I.

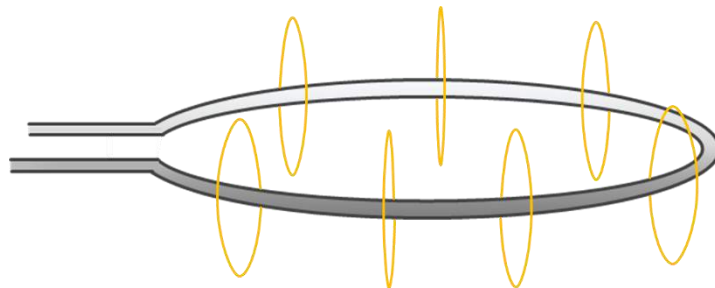




Fontes de campo magnético - Espira

Fontes de campo magnético

Espira percorrida por uma corrente elétrica



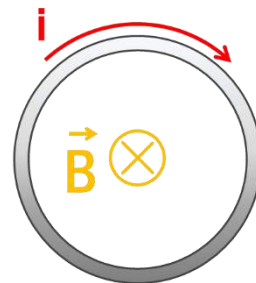
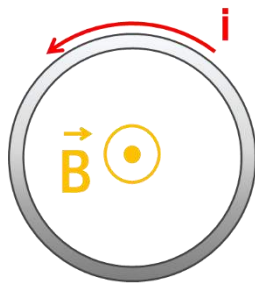
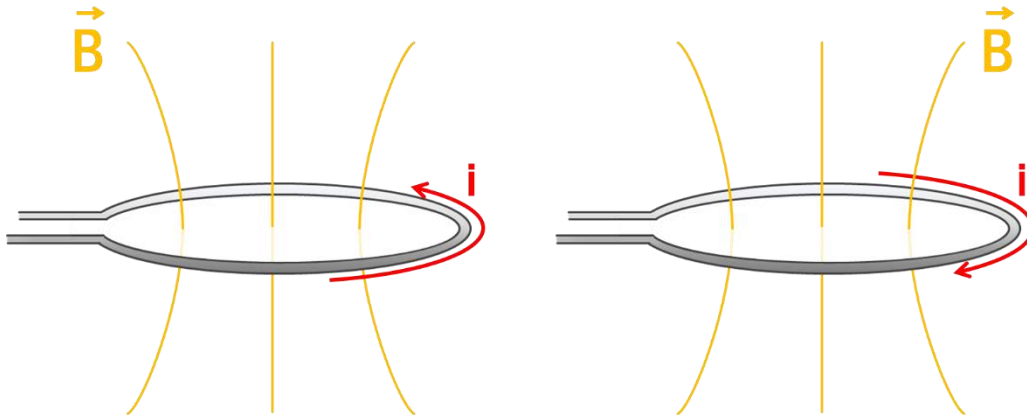
Orientação do campo magnético

Regra da mão direita



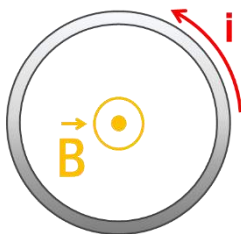
Polegar: linhas de campo magnético no centro da espira

Outros dedos: corrente elétrica

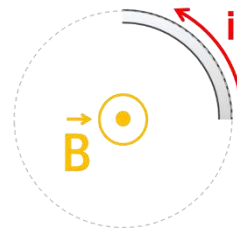
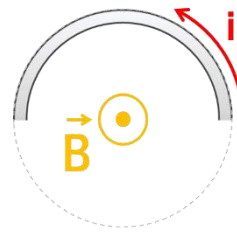


Módulo do campo magnético

No centro da espira

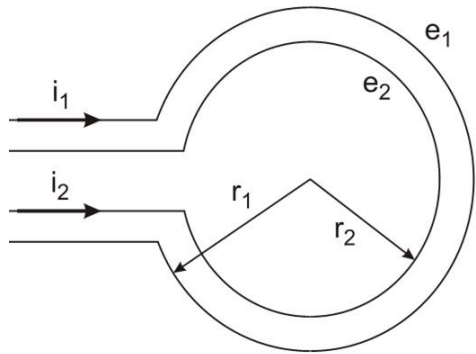


Casos especiais



Exercício

[Esc. Naval] Na figura abaixo, e_1 e e_2 são duas espiras circulares, concêntricas e coplanares de raios $r_1 = 8$ m e $r_2 = 2$ m respectivamente. A espira e_2 é percorrida por uma corrente $i_2 = 4$ 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 cujo valor, em amperes, é de:

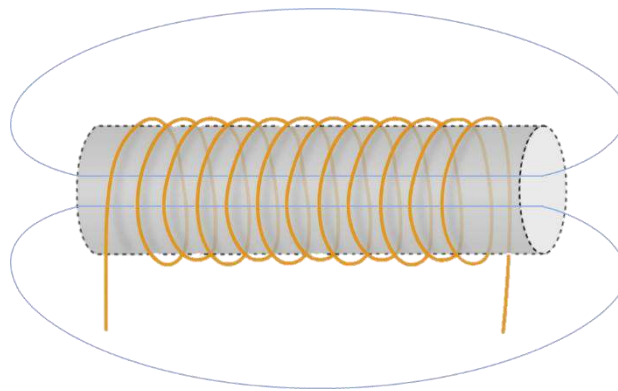


- a) 4,0
- b) 8,0
- c) 12
- d) 16
- e) 20

Fontes de campo magnético - Solenoide

Fontes de campo magnético

Solenoide percorrido por uma corrente elétrica



Dentro do solenoide o campo magnético é uniforme.

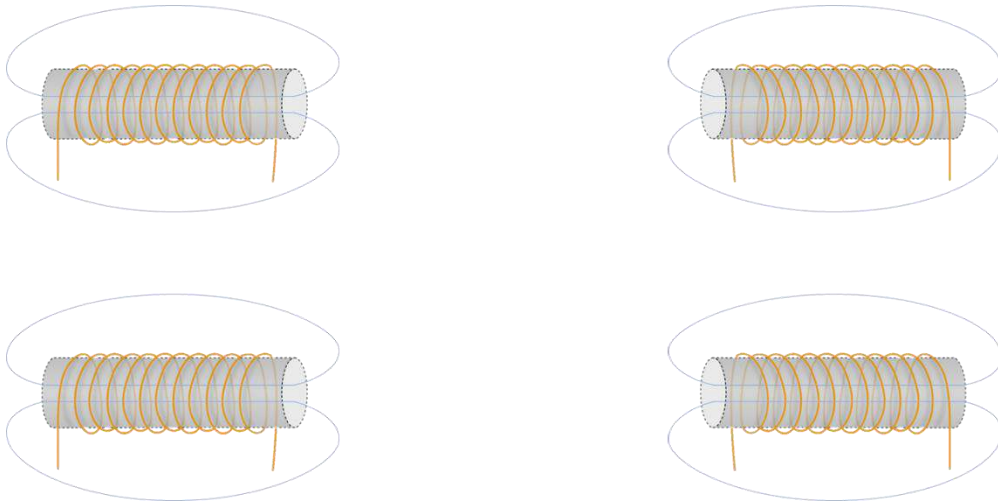
Orientação do campo magnético

Regra da mão direita



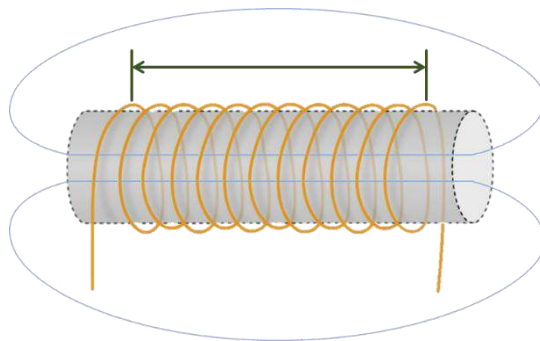
Polegar: linhas de campo magnético dentro do solenoide

Outros dedos: corrente elétrica

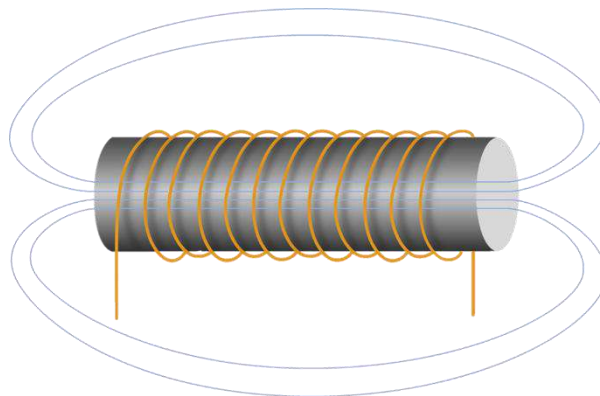


Módulo do campo magnético

Dentro do solenoide



Eletroímãs





Exercício 01

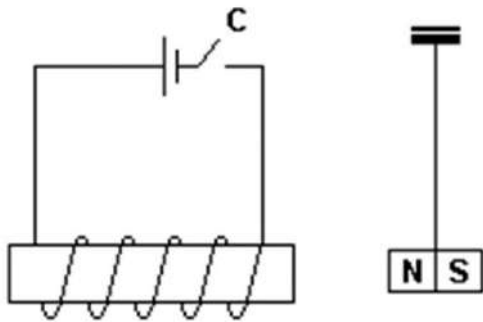
(Ufpb) Os eletroímãs, formados por solenoides percorridos por correntes elétricas e um núcleo de ferro, são dispositivos utilizados por guindastes eletromagnéticos, os quais servem para transportar materiais metálicos pesados. Um engenheiro, para construir um eletroímã, utiliza um bastão cilíndrico de ferro de 2 metros de comprimento e o enrola com um fio dando $4 \cdot 10^6$ voltas. Ao fazer passar uma corrente de 1,5 A pelo fio, um campo magnético é gerado no interior do solenoide, e a presença do núcleo de ferro aumenta em 1.000 vezes o valor desse campo.

Adotando para a constante μ_0 o valor $4\pi \cdot 10^{-7}$ T.m/A, é correto afirmar que, nessas circunstâncias, o valor da intensidade do campo magnético, no interior do cilindro de ferro, em tesla, é de:

- a) $24\pi \cdot 10^2$
- b) $12\pi \cdot 10^2$
- c) $6\pi \cdot 10^2$
- d) $3\pi \cdot 10^2$
- e) $\pi \cdot 10^2$

Exercício 02

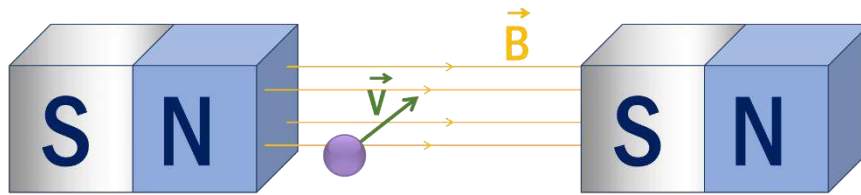
(Ufms) A figura a seguir representa um eletroímã e um pêndulo, cuja massa presa à extremidade é um pequeno imã. Ao fechar a chave C, é correto afirmar que:



- 01) o imã do pêndulo será repelido pelo eletroímã.
- 02) o imã do pêndulo será atraído pelo eletroímã.
- 04) o imã do pêndulo irá girar 180° em torno do fio que o suporta.
- 08) o polo sul do eletroímã estará à sua direita.
- 16) o campo elétrico no interior do eletroímã é nulo.

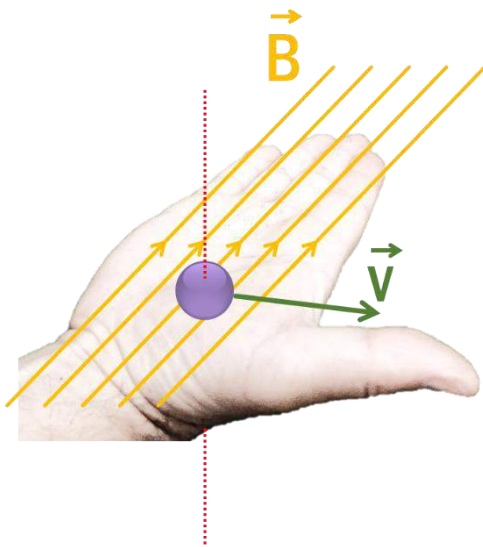
Força magnética (parte 01)

Força magnética sobre uma carga



Orientação do campo magnético

Regra da mão direita

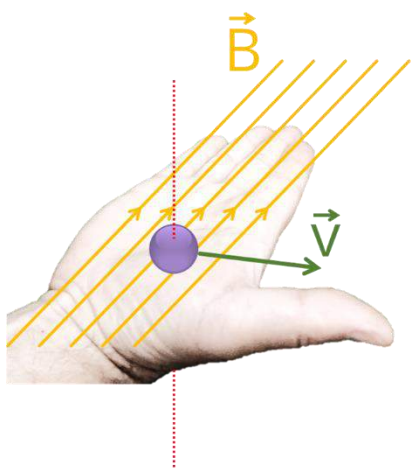


Polegar: velocidade da carga
Outros dedos: campo magnético

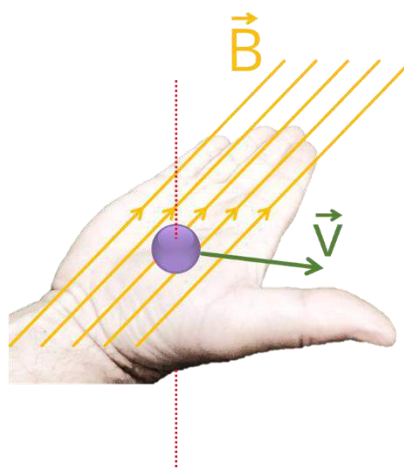
A força magnética é sempre perpendicular ao campo magnético e à velocidade da carga.

Regra da mão direita

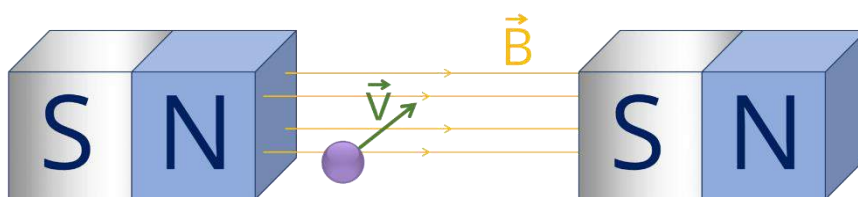
Carga positiva



Carga negativa



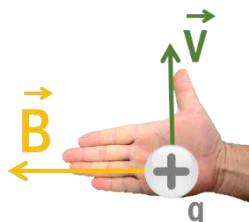
Módulo da força magnética sobre a carga



Exercício 01

Com relação às grandezas força magnética (F), campo magnético (B) e velocidade da carga (v) bem como em relação ao sinal da carga q (positivo ou negativo), represente o que falta:

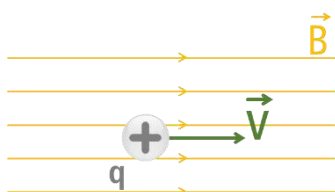
a)



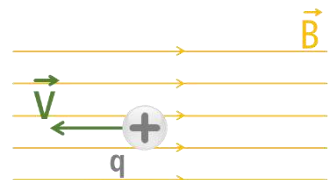
b)



c)



d)

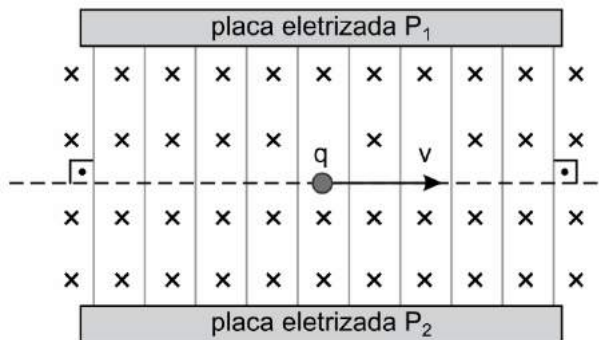


Exercício 02

[Unesp] Em muitos experimentos envolvendo cargas elétricas, é conveniente que elas mantenham sua velocidade vetorial constante. Isso pode ser conseguido fazendo a carga movimentar-se em uma região onde atuam um campo elétrico E e um campo magnético B ambos uniformes e perpendiculares entre si. Quando as magnitudes desses campos são ajustadas convenientemente, a carga atravessa a região em movimento retilíneo e uniforme.

A figura representa um dispositivo cuja finalidade é fazer com que uma partícula eletrizada com carga elétrica $q > 0$ atravesse uma região entre duas placas paralelas P_1 e P_2 eletrizadas com cargas de sinais opostos, seguindo a trajetória indicada pela linha tracejada. O símbolo x representa um campo magnético uniforme $B = 0,004 \text{ T}$ com direção

horizontal, perpendicular ao plano que contém a figura e com sentido para dentro dele. As linhas verticais, ainda não orientadas e paralelas entre si, representam as linhas de força de um campo elétrico uniforme de módulo $E = 20 \text{ N/C}$.

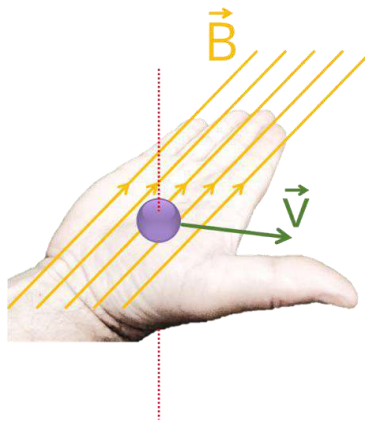


Desconsiderando a ação do campo gravitacional sobre a partícula e considerando que os módulos de B e E sejam ajustados para que a carga não desvie quando atravessar o dispositivo, determine, justificando, se as linhas de força do campo elétrico devem ser orientadas no sentido da placa P_1 ou da placa P_2 e calcule o módulo da velocidade v da carga, em m/s .

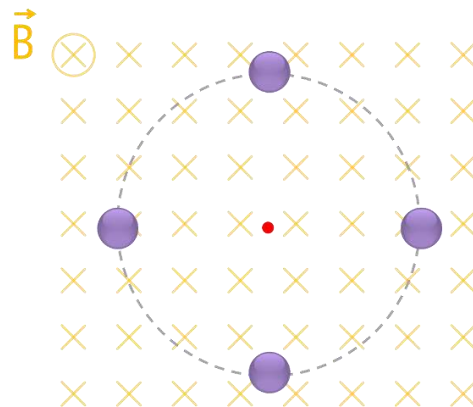
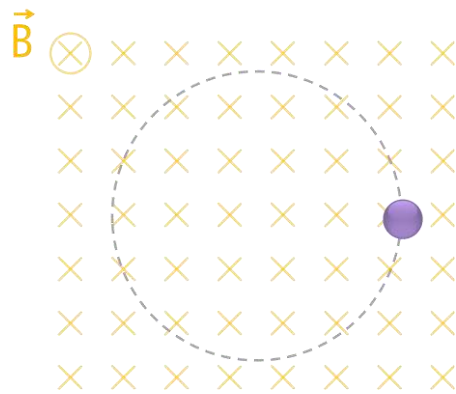


Força magnética (parte 02)

Força magnética sobre uma carga

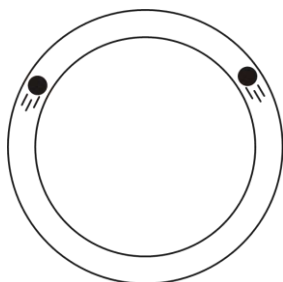


Carga lançada perpendicularmente a um campo magnético uniforme



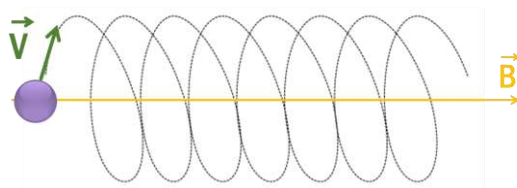
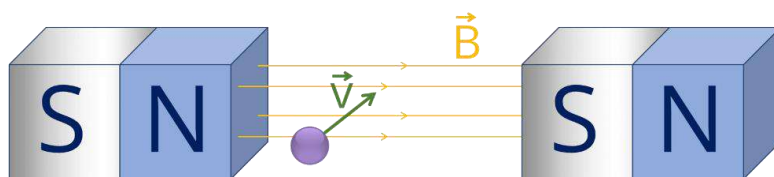
Exercício 01

(Ufms) O acelerador LHC colidiu dois prótons, girando em trajetórias circulares com sentidos opostos, sendo um no sentido horário e o outro no sentido anti-horário, veja a figura. Considere que as trajetórias dos prótons antes da colisão eram mantidas circulares devido unicamente à interação de campos magnéticos perpendiculares ao plano das órbitas dos prótons. Com fundamentos no eletromagnetismo, é correto afirmar:

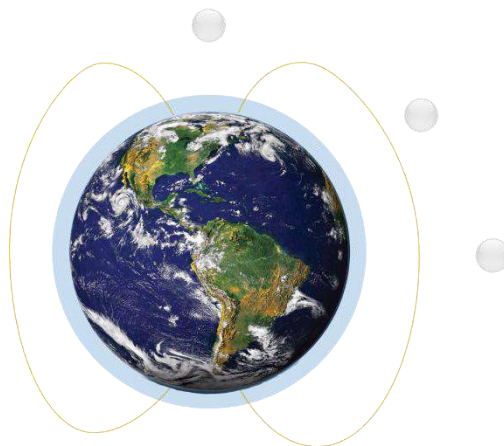


- 01) A finalidade do campo magnético é apenas mudar a direção da velocidade dos prótons.
- 02) A finalidade do campo magnético é aumentar a energia cinética dos prótons.
- 04) O próton que está girando no sentido anti-horário está submetido a um campo magnético que possui um sentido que está entrando no plano da página.
- 08) A força magnética aplicada em cada próton possui direção tangente à trajetória.
- 16) A força magnética aplicada em cada próton não realiza trabalho.

Carga lançada obliquamente a um campo magnético uniforme



Auroras



Exercício 02

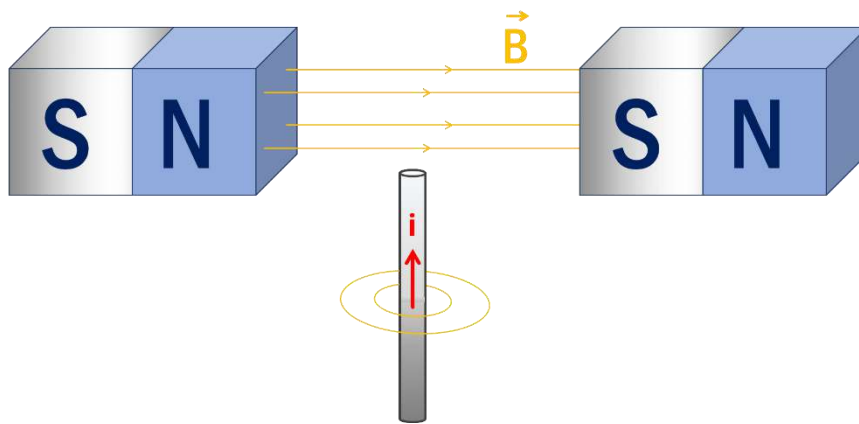
[Ueg] O Sol emite uma grande quantidade de partículas radioativas a todo instante. O nosso planeta é bombardeado por elas, porém essas partículas não penetram em nossa atmosfera por causa do campo magnético terrestre que nos protege. Esse fenômeno é visível nos polos e chama-se aurora boreal ou austral. Quando se observa um planeta por meio de um telescópio, e o fenômeno da aurora boreal é visível nele, esta observação nos garante que o planeta observado

- a) está fora do Sistema Solar.
- b) não possui atmosfera.
- c) possui campo magnético.
- d) possui uma extensa camada de ozônio.



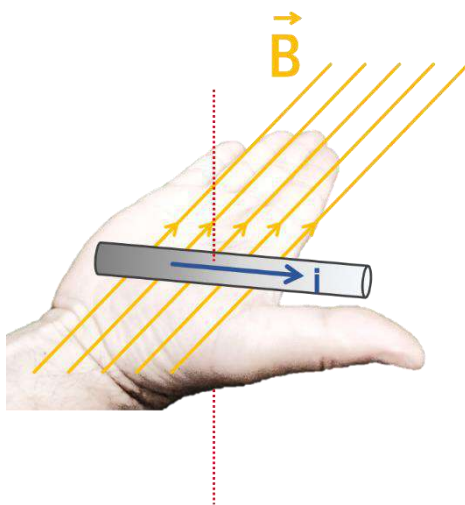
Força magnética (parte 03)

Força magnética sobre um condutor retilíneo (fio)



Orientação da força magnética

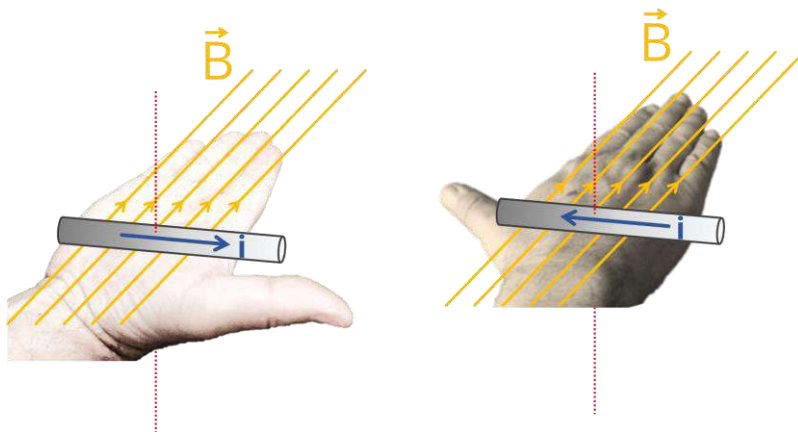
Regra da mão direita



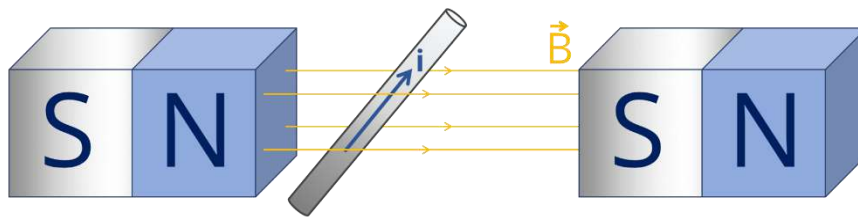
Polegar: corrente elétrica

Outros dedos: campo magnético

A força magnética é sempre perpendicular ao campo magnético e à corrente elétrica.

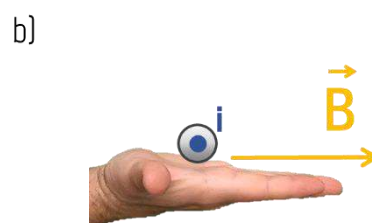
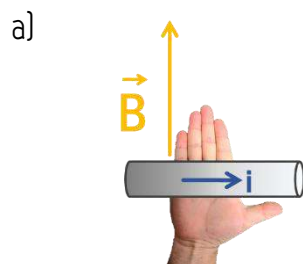


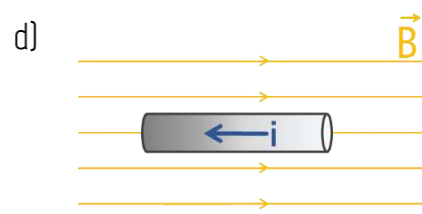
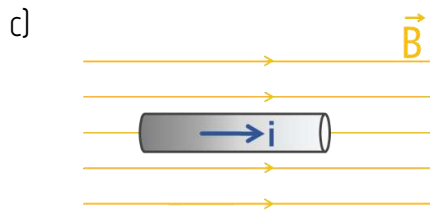
Módulo da força magnética sobre um condutor retilíneo (fio)



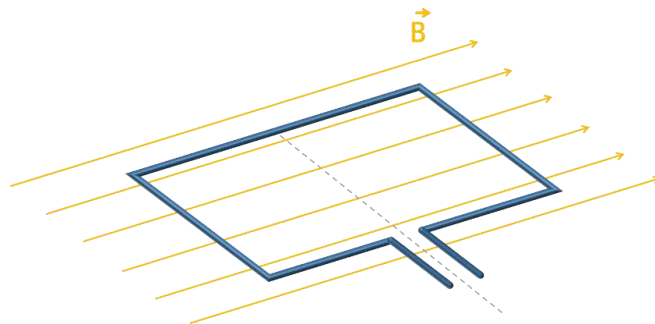
Exercício 01

Com relação às grandezas força magnética (F), campo magnético (B) e corrente elétrica (i), represente o que falta:



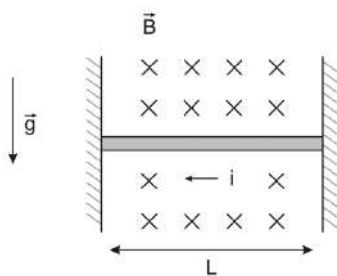


Força magnética sobre uma espira



Exercício 02

(Upe) Uma barra uniforme, condutora, de massa $m = 100 \text{ g}$ e comprimento $L = 0,50 \text{ m}$, foi posicionada entre duas superfícies rugosas. A barra permanece em repouso quando uma corrente elétrica $i = 2 \text{ A}$ a atravessa na presença de um campo magnético de módulo $B = 1 \text{ T}$, constante, que aponta para dentro do plano da figura.



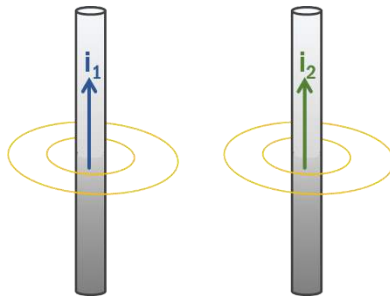
Com base nessas informações, determine o módulo e o sentido da força de atrito resultante que atua na barra e o sentido.

- a) $1001,0 \text{ N}$ para cima
- b) $1001,0 \text{ N}$ para baixo
- c) $2,0 \text{ N}$ para cima
- d) $2,0 \text{ N}$ para baixo
- e) $1,0 \text{ N}$ para cima



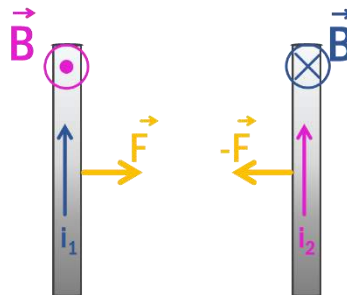
Força magnética (parte 04)

Força magnética entre dois fios paralelos

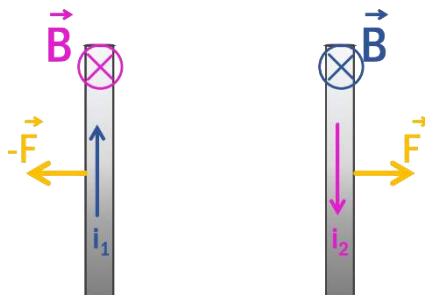


Orientação da força magnética

Regra da mão direita

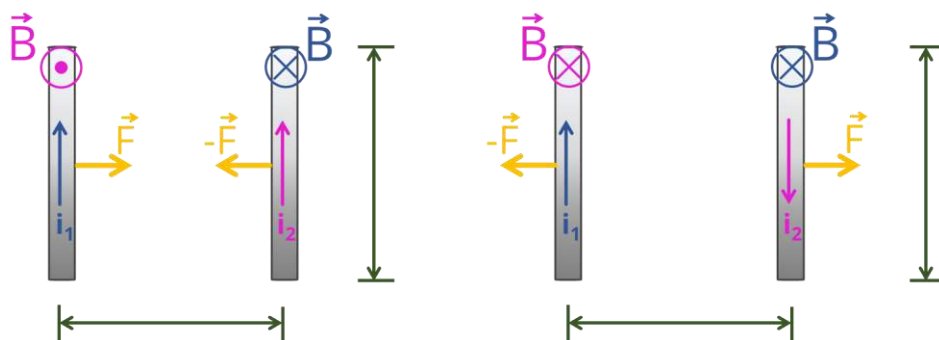


Condutores percorridos por correntes de mesmo sentido se atraem.



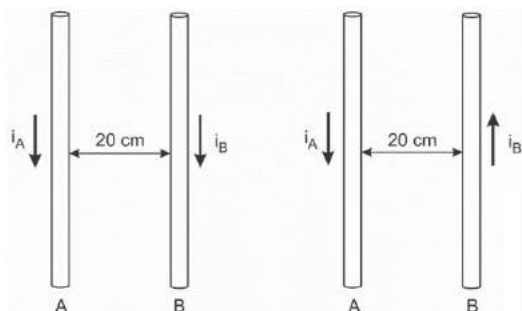
Condutores percorridos por correntes de sentidos opostos se repelem.

Módulo da força magnética entre dois fios



Exercício

(Udesc) Dois fios retilíneos, longos e paralelos, estão dispostos, conforme mostra a figura, em duas configurações diferentes: na primeira correntes elétricas de intensidades $i_A = 3 \text{ A}$ e $i_B = 2 \text{ A}$ são paralelas; e na segunda, correntes elétricas também de intensidades $i_A = 3 \text{ A}$ e $i_B = 2 \text{ A}$ são antiparalelas.



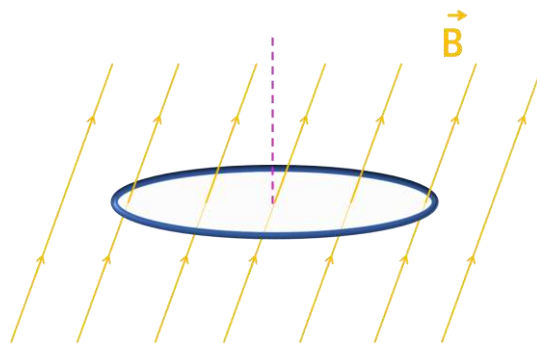
A intensidade da força magnética sobre 1 m de comprimento do fio B, e o comportamento dos fios, nas duas configurações acima, são, respectivamente, iguais a:

- a) $6 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ repelem-se; $6 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ atraem-se.
- b) $3 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ atraem-se; $3 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ repelem-se.
- c) $3 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ repelem-se; $3 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ atraem-se.
- d) $9 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ atraem-se; $9 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ repelem-se.
- e) $6 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ atraem-se; $6 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ repelem-se.

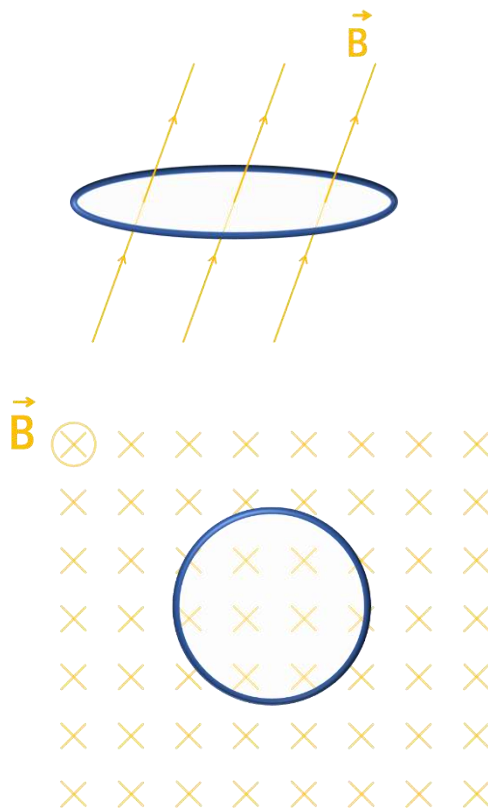


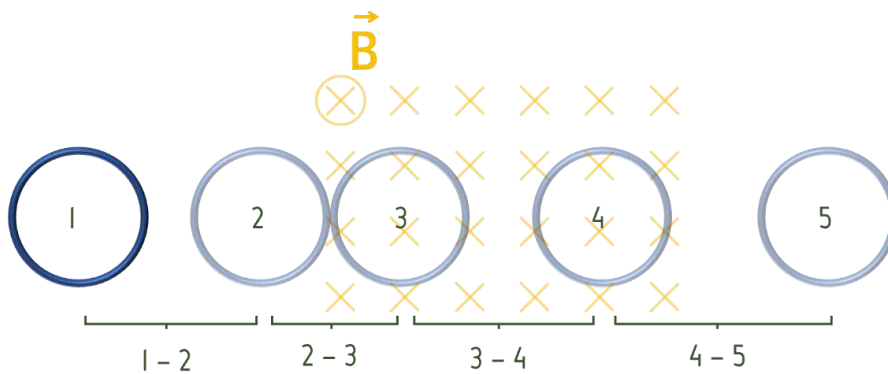
Indução eletromagnética (parte 01)

Fluxo magnético (ϕ)



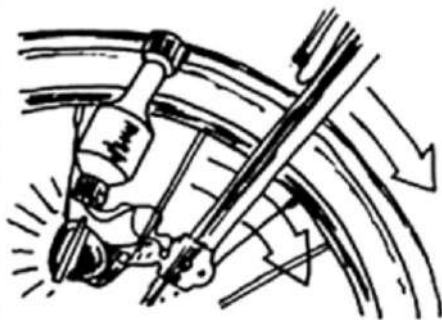
Lei de Faraday





Exercício 01

(Enem) Os dínamos são geradores de energia elétrica utilizados em bicicletas para acender uma pequena lâmpada. Para isso, é necessário que a parte móvel esteja em contato com o pneu da bicicleta e, quando ela entra em movimento, é gerada energia elétrica para acender a lâmpada. Dentro desse gerador, encontram-se um ímã e uma bobina.

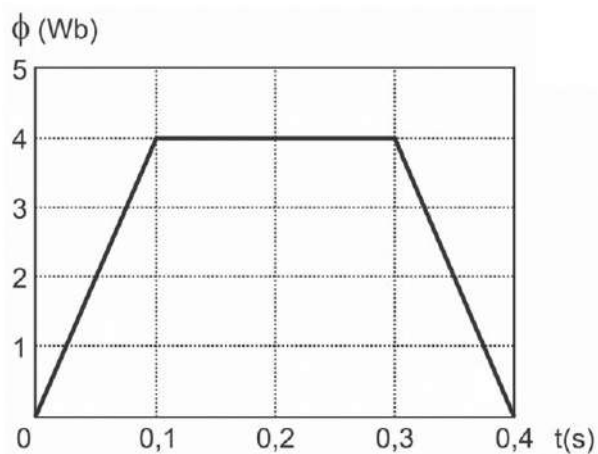


O princípio de funcionamento desse equipamento é explicado pelo fato de que a

- corrente elétrica no circuito fechado gera um campo magnético nessa região.
- bobina imersa no campo magnético em circuito fechado gera uma corrente elétrica.
- bobina em atrito com o campo magnético no circuito fechado gera uma corrente elétrica.
- corrente elétrica é gerada em circuito fechado por causa da presença do campo magnético.
- corrente elétrica é gerada em circuito fechado quando há variação do campo magnético.

Exercício 02

[Unesp] Uma espira, locomovendo-se paralelamente ao solo e com velocidade constante, atravessa uma região onde existe um campo magnético uniforme, perpendicular ao plano da espira e ao solo. O fluxo magnético registrado, a partir do instante em que a espira entra nessa região até o instante de sua saída, é apresentado no gráfico da figura.

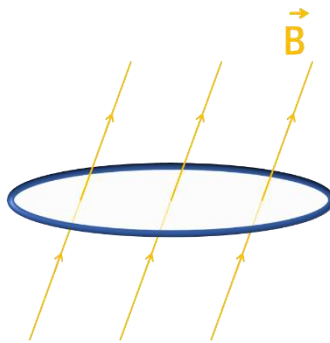


Analisando o gráfico, pode-se dizer que a força eletromotriz induzida, em volts, no instante $t = 0,2$ s, é

- a) 80
- b) 60
- c) 40
- d) 20
- e) 0

Indução eletromagnética (parte 02)

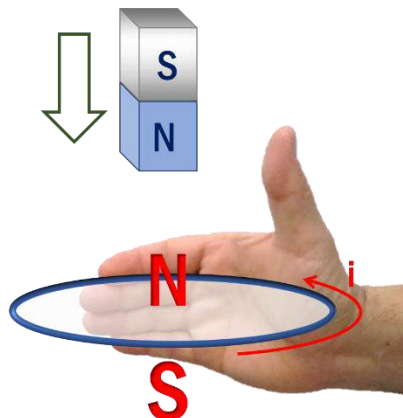
Lei de Faraday

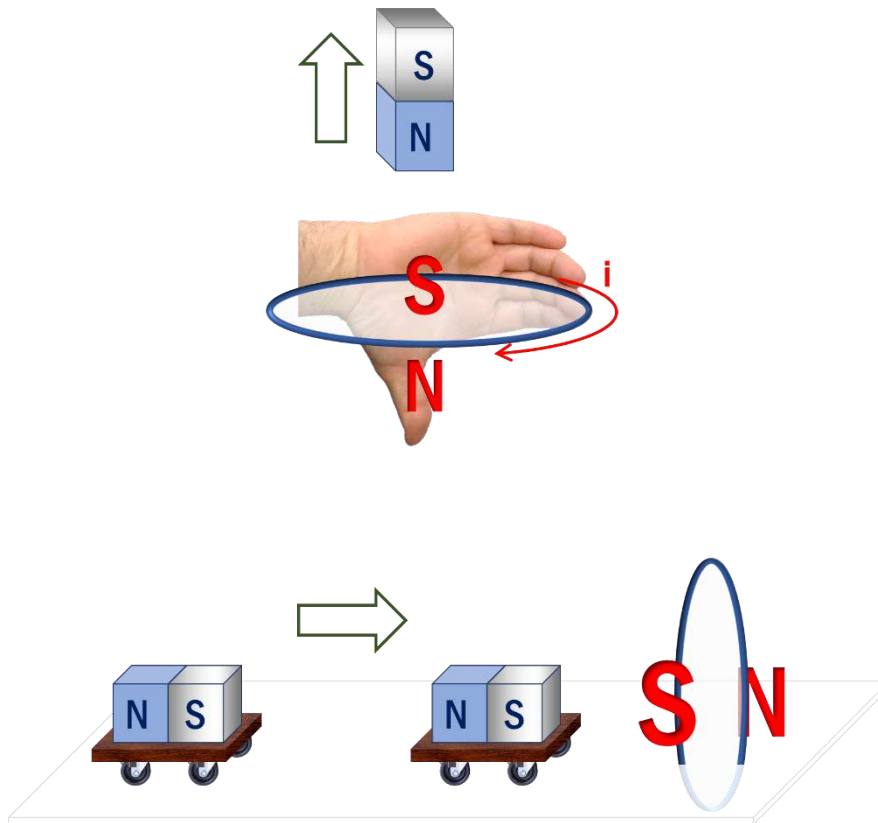


Lei de Lenz

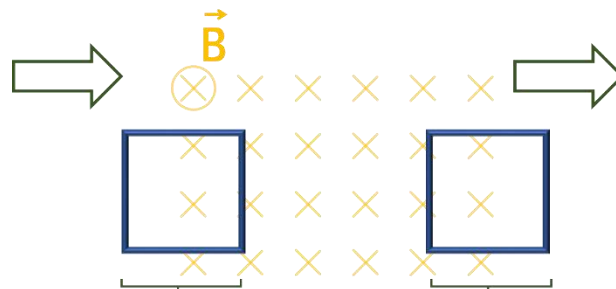
A variação do fluxo magnético em uma espira fechada faz surgir uma corrente elétrica induzida.

A corrente induzida gera um campo magnético induzido que se opõe à variação do fluxo magnético.



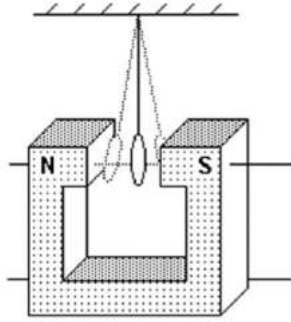


Lei de Faraday + Lei de Lenz



Exercício 01

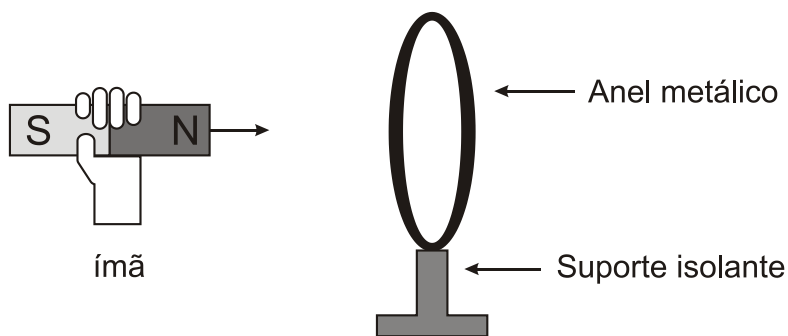
(Fuvest) Um anel de alumínio, suspenso por um fio isolante, oscila entre os polos de um ímã, mantendo-se, inicialmente, no plano perpendicular ao eixo N - S e equidistante das faces polares. O anel oscila, entrando e saindo da região entre os polos, com uma certa amplitude. Nessas condições, sem levar em conta a resistência do ar e outras formas de atrito mecânico, pode-se afirmar que, com o passar do tempo.



- a) a amplitude de oscilação do anel diminui.
- b) a amplitude de oscilação do anel aumenta.
- c) a amplitude de oscilação do anel permanece constante.
- d) o anel é atraído pelo polo Norte do ímã e lá permanece.
- e) o anel é atraído pelo polo Sul do ímã e lá permanece.

Exercício 02

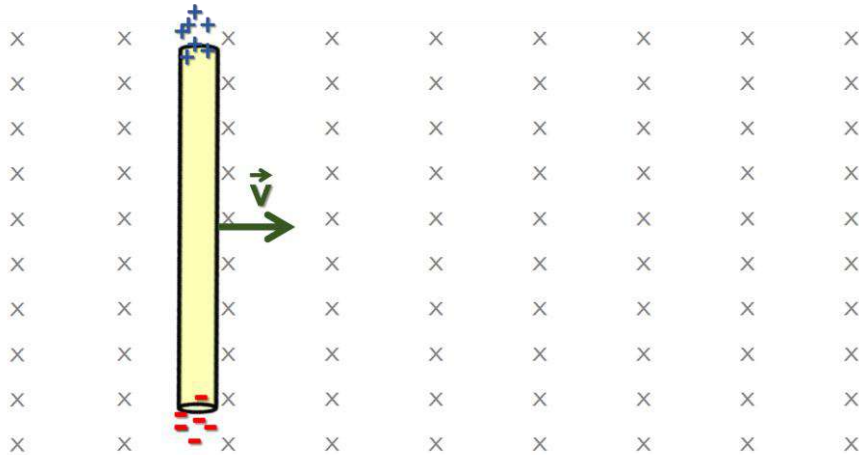
(Fuvest) Aproxima-se um ímã de um anel metálico fixo em um suporte isolante, como mostra a figura. O movimento do ímã, em direção ao anel,



- a) não causa efeitos no anel.
- b) produz corrente alternada no anel.
- c) faz com que o polo sul do ímã vire polo norte e vice versa.
- d) produz corrente elétrica no anel, causando uma força de atração entre anel e ímã.
- e) produz corrente elétrica no anel, causando uma força de repulsão entre anel e ímã.

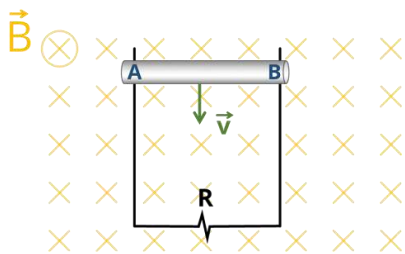
Indução eletromagnética (parte 03)

F.E.M. induzida em um condutor retilíneo



Exercício

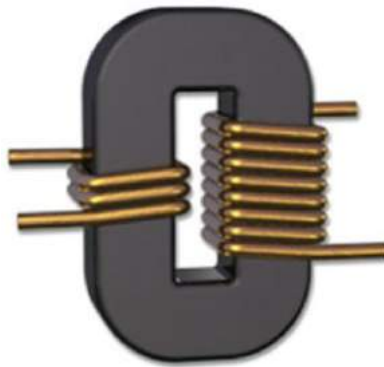
Um condutor AB de comprimento $L = 40 \text{ cm}$ desliza com uma velocidade constante $v = 36 \text{ km/h}$ sobre dois trilhos de material condutor, que estão ligados a um resistor com resistência elétrica $R = 5 \Omega$ conforme representado na figura a seguir. O campo magnético nessa região é uniforme e possui módulo $B = 5 \text{ T}$. Com base nessas informações responda os itens a seguir:



- Determine os polos formados nas extremidades A e B do condutor.
- Calcule a f.e.m. induzida no condutor.
- Considerando desprezíveis as resistências elétricas do condutor AB e dos trilhos condutores, calcule a intensidade da corrente elétrica que atravessa o resistor R.

Transformadores

Transformadores

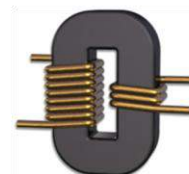
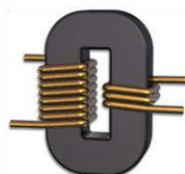
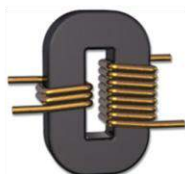


Transformadores não funcionam com corrente contínua.

Importância dos transformadores



Linhas de transmissão



Exercício 01

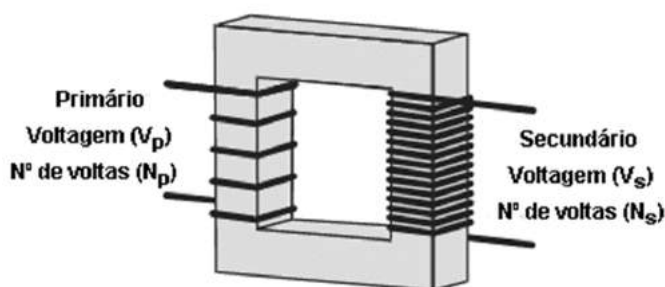
(Ufsm) A tecnologia das grandes usinas hidroelétricas depende de extensas linhas de transmissão. As linhas de transmissão usualmente transportam energia elétrica em _____ tensão. O transformador é um dispositivo que permite transformar baixa tensão e _____ corrente em alta tensão e _____ corrente e vice-versa. No transformador, o fluxo magnético associado ao campo criado pela corrente _____ no primário gera uma corrente no secundário, conforme a lei de Faraday.

A alternativa que completa, corretamente, as lacunas é

- a) alta – alta – baixa – contínua.
- b) alta – baixa – alta – alternada.
- c) baixa – baixa – baixa – contínua.
- d) alta – alta – baixa – alternada.
- e) baixa – baixa – alta – contínua.

Exercício 02

(Ufsc) Na transmissão de energia elétrica das usinas até os pontos de utilização, não bastam fios e postes. Toda a rede de distribuição depende fundamentalmente dos transformadores, que ora elevam a tensão, ora a rebaixam. Nesse sobe-e-desce, os transformadores não só resolvem um problema econômico, como melhoram a eficiência do processo. O esquema a seguir representa esquematicamente um transformador ideal, composto por dois enrolamentos (primário e secundário) de fios envoltos nos braços de um quadro metálico (núcleo), e a relação entre as voltagens no primário e no secundário é dada por $V_p/V_s = N_p/N_s$



Em relação ao exposto, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

01) O princípio básico de funcionamento de um transformador é o fenômeno conhecido como indução eletromagnética: quando um circuito fechado é submetido a um campo magnético variável, aparece no circuito uma corrente elétrica cuja intensidade é proporcional às variações do fluxo magnético.

02) No transformador, pequenas intensidades de corrente no primário podem criar grandes intensidades de fluxo magnético, o que ocasionará uma indução eletromagnética e o aparecimento de uma voltagem no secundário.

04) O transformador apresentado pode ser um transformador de elevação de tensão. Se ligarmos uma bateria de automóvel de 12 V em seu primário (com 48 voltas), iremos obter uma tensão de 220 V em seu secundário (com 880 voltas).

08) Podemos usar o transformador invertido, ou seja, se o ligarmos a uma tomada em nossa residência (de corrente alternada) e aplicarmos uma tensão de 220 V em seu secundário (com 1000 voltas), obteremos uma tensão de 110 V no seu primário (com 500 voltas).

16) Ao acoplarmos um transformador a uma tomada e a um aparelho elétrico, como não há contato elétrico entre os fios dos enrolamentos primário e secundário, o que impossibilita a passagem da corrente elétrica entre eles, não haverá transformação dos valores da corrente elétrica, somente da tensão.

32) O fluxo magnético criado pelo campo magnético que aparece quando o transformador é ligado depende da área da seção reta do núcleo metálico.

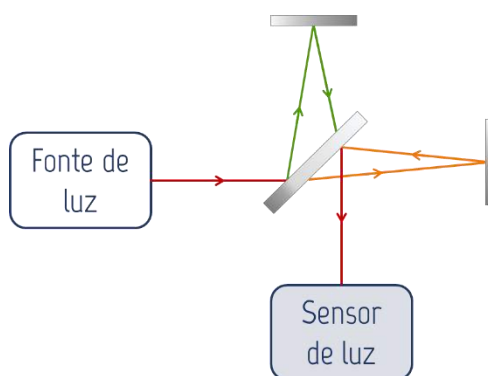
Teoria da relatividade

Física Clássica

Não impõe limites para a velocidade de um corpo.

Comprimento, tempo e massa são concebidos de forma absoluta (mesmo valor para qualquer referencial).

Experimento de Michelson e Morley



Teoria da relatividade restrita

1905 – Albert Einstein

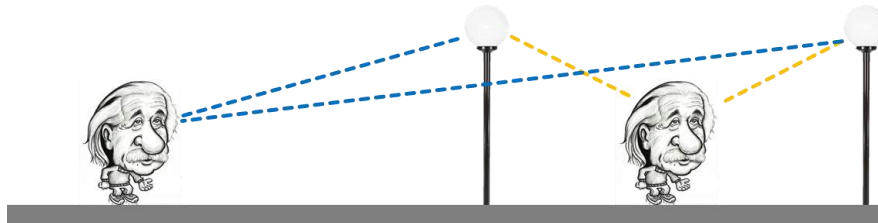
Postulados:

1º - As leis físicas são as mesmas para qualquer referencial inercial.

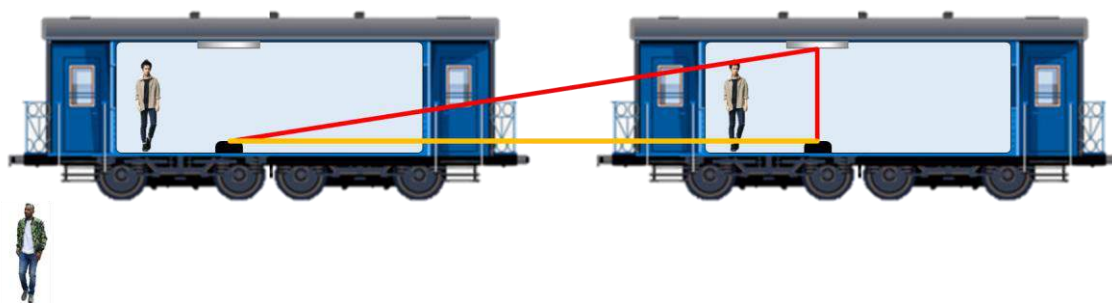
2º - A velocidade da luz no vácuo é sempre a mesma para qualquer referencial inercial.

Princípio da simultaneidade

O conceito de simultaneidade é relativo, ou seja, depende do referencial adotado.



Dilatação do tempo



Contração do comprimento



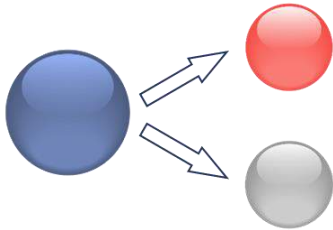
Aumento da massa

Exercício 01 - Paradoxo dos gêmeos

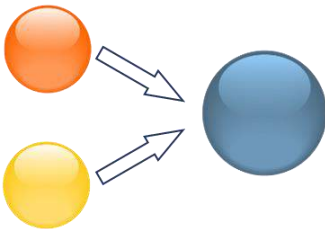
Dois irmãos gêmeos, Coelho e Ferretto, estão comemorando 30 anos de idade. No dia do aniversário Coelho embarca em uma nave que vai viajar numa velocidade igual a 80% da velocidade da luz enquanto Ferretto permanece na Terra. A nave onde está Coelho retorna dessa viagem no dia em que Ferretto completa 40 anos, e os dois gêmeos se reencontram. Qual a idade de Coelho no momento do reencontro?

Relação massa x energia

Fissão nuclear



Fusão nuclear



Exercício 02

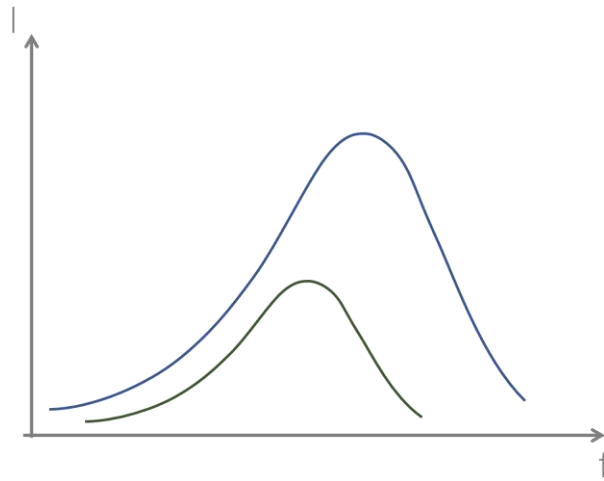
(Uem) Em 1905, Albert Einstein propôs mudanças no estudo do movimento relativo entre corpos. A proposta de Einstein ficou conhecida como a Teoria da Relatividade Especial.

Sobre a Teoria da Relatividade Especial de Einstein é correto afirmar que:

- 01) As leis da física mudam quando se muda o referencial inercial.
- 02) A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor em todos os referenciais inerciais.
- 04) A massa de um corpo é constante, independente da velocidade desse corpo.
- 08) A energia total (E , em Joules) de um corpo de massa (m , em quilogramas) é o produto de sua massa pelo quadrado da velocidade da luz no vácuo (c , em metros por segundo), ou seja, $E = m \cdot c^2$.
- 16) Na natureza não podem ocorrer interações com velocidade menor do que a velocidade da luz.

Física quântica e efeito fotoelétrico

Radiação do corpo negro



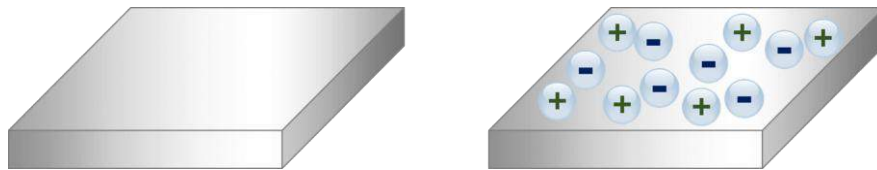
Teoria quântica

1900 – Max Planck

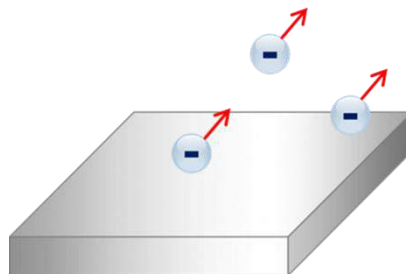


Efeito fotoelétrico

Descoberto por Henrich Hertz - 1887



Pesquisado por Lenard - 1902



- 1) O fato da superfície emitir de elétrons não depende da intensidade da luz incidente;
- 2) Se ocorrer a emissão de elétrons e mantendo-se constante a frequência da radiação incidente, a intensidade da luz incidente está relacionada ao número de elétrons ejetados;
- 3) A ocorrência do efeito fotoelétrico está relacionada à frequência da radiação incidente;
- 4) Para cada metal existe uma frequência mínima (frequência de corte), abaixo da qual a emissão de elétrons não ocorre;
- 5) A energia cinética com a qual os elétrons são ejetados é diretamente proporcional à frequência da radiação incidente.

Explicado por Albert Einstein - 1905



Exercício 01

(Ufsm) O fenômeno físico responsável pelo funcionamento dos sensores presentes nas primeiras e em muitas das atuais câmeras digitais, é similar ao efeito fotoelétrico. Ao incidirem sobre um cristal de silício, os fótons transferem a sua energia aos elétrons que se encontram na banda de valência, que são "promovidos" para os níveis de energia que se encontram na banda de condução. O excesso de carga transferido para a banda de condução é então drenado por um potencial elétrico aplicado sobre o dispositivo, produzindo um sinal proporcional à intensidade da luz incidente.

A energia transferida aos elétrons pelos fótons, nesse processo, é proporcional à _____ da radiação incidente.

Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna.

- a) intensidade
- b) frequência
- c) polarização
- d) amplitude
- e) duração

Exercício 02

(Udesc) Considere as informações constantes na tabela:

Metais	Função trabalho (eV)
Alumínio	4,08
Prata	4,73
Platina	6,35
Níquel	5,01

Com base na tabela e no princípio da conservação da energia para o efeito fotoelétrico, analise as proposições.

- I. Quatro placas metálicas, cada uma composta por um dos metais relacionados na tabela, são iluminadas por uma luz de frequência f . Nesta situação, a energia cinética mínima dos elétrons ejetados de cada placa possui o mesmo valor.
- II. Quatro placas metálicas, cada uma composta por um dos metais relacionados na tabela, somente ejetarão elétrons com energia cinética maior que zero, quando a energia da luz que as ilumina for maior que o valor da função trabalho de cada metal.
- III. Quatro placas metálicas, cada uma composta por um dos metais relacionados na tabela, são iluminadas por uma luz de energia igual a 7,5 eV. Neste caso, os elétrons ejetados da superfície da placa de alumínio terão a maior energia cinética.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- c) Somente a afirmativa III é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- e) Todas afirmativas são verdadeiras.

Análise dimensional

Análise dimensional

É a parte da física que estuda a relação entre as grandezas físicas e suas unidades.

Grandezas fundamentais

Grandeza	Unidade	Símbolo dimensional
massa	quilograma [kg]	M
comprimento	metro [m]	L
tempo	segundo [s]	T
corrente elétrica	ampère [A]	I
temperatura	kelvin [K]	θ
intensidade luminosa	candela [cd]	J
quantidade de matéria	mol [mol]	N

Equação dimensional

$$[X] = M^a \cdot L^b \cdot T^c$$

Exemplo

Determine a fórmula dimensional das seguintes grandezas físicas:

a) velocidade

b) aceleração

c) força

d) energia cinética

e) energia potencial

Homogeneidade dimensional

Todas as equações físicas são homogêneas, ou seja, possuem a mesma dimensão.

Exemplo

Analise a homogeneidade da equação $W = \Delta E_c$:

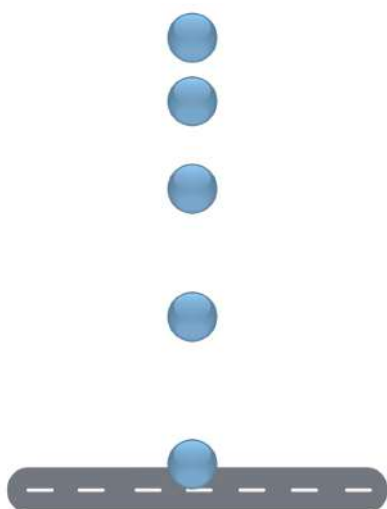
Exercício

(Ime) Em certo fenômeno físico, uma determinada grandeza referente a um corpo é expressa como sendo o produto da massa específica, do calor específico, da área superficial, da velocidade de deslocamento do corpo, do inverso do volume e da diferença de temperatura entre o corpo e o ambiente. A dimensão desta grandeza em termos de massa (M), comprimento (L) e tempo (T) é dada por:

- a) $M^2 L^{-1} T^{-3}$
- b) $M L^{-1} T^{-2}$
- c) $M L^{-1} T^{-3}$
- d) $M L^{-2} T^{-3}$
- e) $M^2 L^{-2} T^{-2}$

Sequência de Galileu – Parte 01

Movimentos verticais



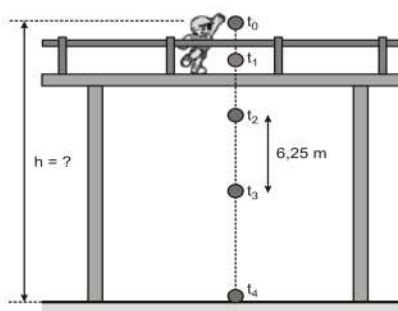
$$h = v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$$

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

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$$

Exercício 1:

(Unesp) Em um dia de calmaria, um garoto sobre uma ponte deixa cair, verticalmente e a partir do repouso, uma bola no instante $t_0 = 0$ s. A bola atinge, no instante t_4 , um ponto localizado no nível das águas do rio e à distância h do ponto de lançamento. A figura apresenta, fora de escala, cinco posições da bola, relativas aos instantes t_0 , t_1 , t_2 , t_3 e t_4 . Sabe-se que entre os instantes t_2 e t_3 a bola percorre 6,25 m e que $g = 10 \text{ m/s}^2$.

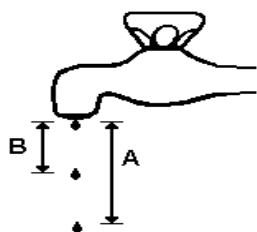


Desprezando a resistência do ar e sabendo que o intervalo de tempo entre duas posições consecutivas apresentadas na figura é sempre o mesmo, pode-se afirmar que a distância h , em metros, é igual a

- a) 25.
- b) 28.
- c) 22.
- d) 30.
- e) 20.

Exemplo 2:

[Fuvest] Uma torneira mal fechada pinga a intervalos de tempo iguais. A figura a seguir 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:

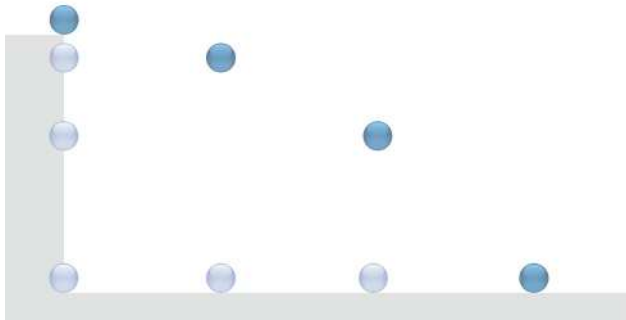


- a) 2.
- b) 3.
- c) 4.
- d) 5.
- e) 6.

Anotações:

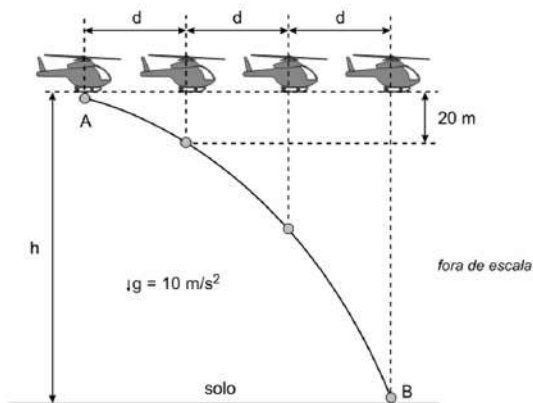
Sequência de Galileu – Parte 02

Lançamento horizontal



Exercício 1:

(Famema) Um helicóptero sobrevoa horizontalmente o solo com velocidade constante e, no ponto A abandona um objeto de dimensões desprezíveis que, a partir desse instante, cai sob ação exclusiva da força peso e toca o solo plano e horizontal no ponto B. Na figura, o helicóptero e o objeto são representados em quatro instantes diferentes.



Considerando as informações fornecidas, é correto afirmar que a altura de sobrevoos desse helicóptero é igual a

- a) 200 m
- b) 220 m
- c) 240 m
- d) 160 m
- e) 180 m

Lançamento oblíquo



Exemplo 2:

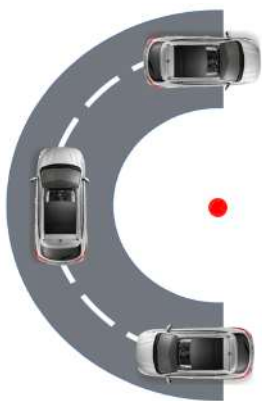
Durante uma partida de futebol um jogador cobra uma falta e no instante 2 s a bola já está a uma altura de 1.60 m do solo. A bola passa por cima da barreira e cai novamente no chão 10 segundos depois de ter sido chutada. Calcule a altura máxima atingida pela bola.

Anotações:

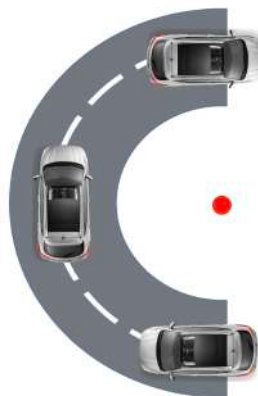
Movimentos Curvilíneos

Aceleração em movimentos circulares

Acelerando na curva

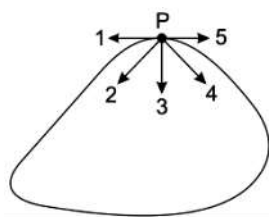


Freando na curva



Exercício 1:

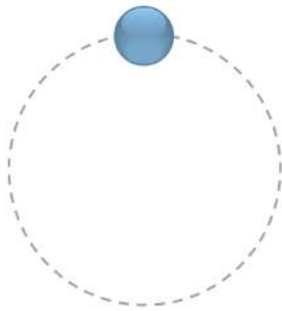
(Ufrgs) Um móvel percorre uma trajetória fechada, representada na figura abaixo, no sentido anti-horário.



Ao passar pela posição P, o móvel está freando. Assinale a alternativa que melhor indica, nessa posição, a orientação do vetor aceleração total do móvel.

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 5.

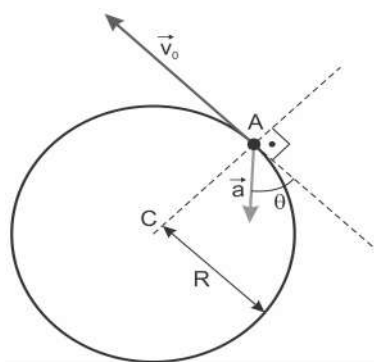
Cálculo de aceleração resultante



Exemplo 2:

(Mackenzie) No instante apresentado na figura dada, a partícula (A) que realiza um deslocamento com taxa de variação da velocidade constante, tem o seu movimento classificado como retrógrado retardado. Sabe-se que, no momento representado, o módulo da aceleração vetorial da partícula vale 10 m/s^2 e o da velocidade vetorial, v_0 . Sendo seis metros o raio (R) da trajetória circular da figura e adotando-se $\cos\theta = 0,8$, pode-se afirmar corretamente que, no segundo seguinte ao da representação da figura, os valores da velocidade e da aceleração tangencial são, respectivamente, em unidades do SI (Sistema Internacional de Unidades)

Dados: $a_{\text{vetorial}} = 10 \text{ m/s}^2$; v_0 ; $R = 6 \text{ m}$; $\cos\theta = 0,8$



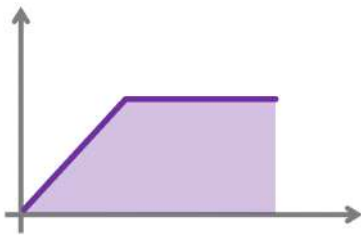
- a) -14; 6
- b) 8; 6
- c) 6; 7
- d) 2; 8
- e) -6; 8

Aceleração em movimentos circulares

Anotações:

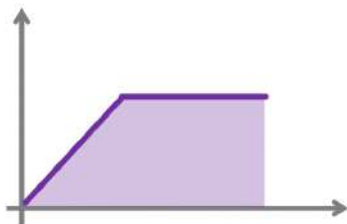
Gráficos - Área

Como saber qual grandeza é determinada pela área de cada gráfico?

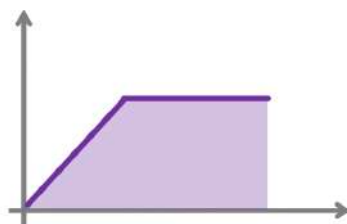


Exemplos

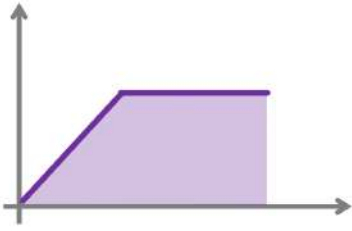
a) Gráfico $v \times t$ (Cinemática)



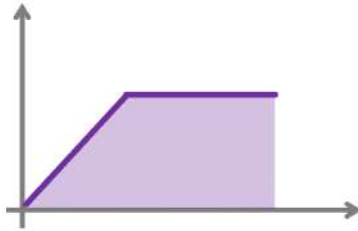
b) Gráfico $a \times t$ (Cinemática)



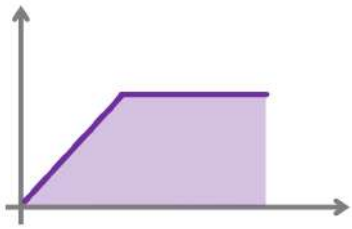
c) Gráfico $F \times d$ (Dinâmica)



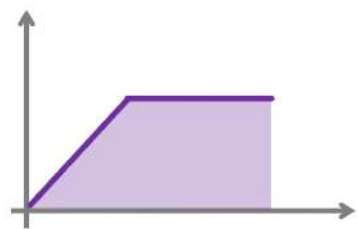
d) Gráfico $F \times t$ (Dinâmica)



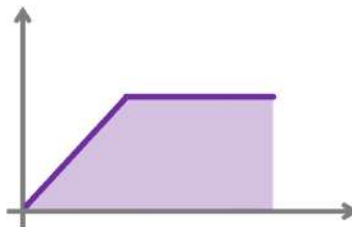
e) Gráfico $F \times v$ (Dinâmica)



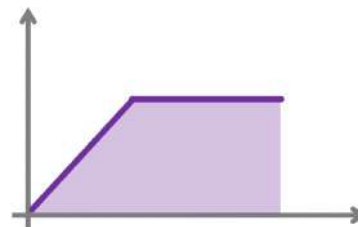
f) Gráfico $p \times V$ (Termologia)



g) Gráfico $Q \times V$ (Eletrostática)

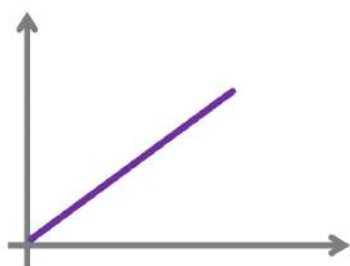


h) Gráfico $i \times t$ (Eletrodinâmica)



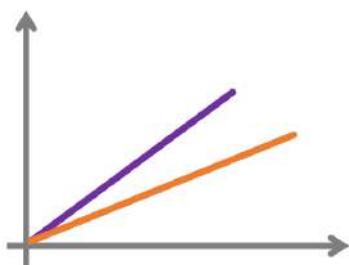
Gráficos - Tangente

Como saber qual grandeza é determinada pela tangente (*inclinação*) em um gráfico?

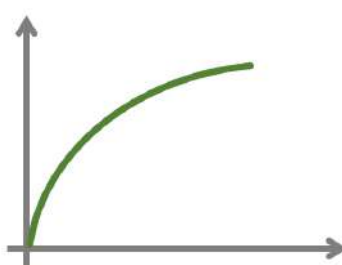


Exemplos

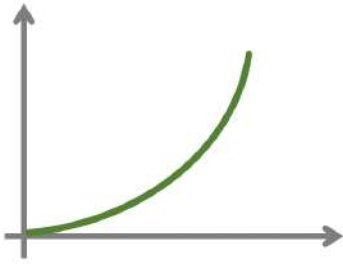
a) Gráfico $s \times t$ (Cinemática)



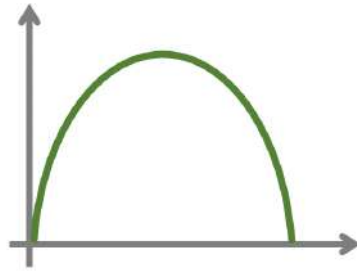
b) Gráfico $s \times t$ (Cinemática)



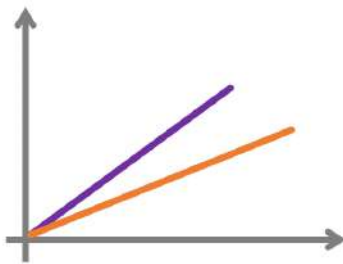
c) Gráfico $s \times t$ (Cinemática)



d) Gráfico $s \times t$ (Cinemática)



e) Gráfico $v \times t$ (Cinemática)



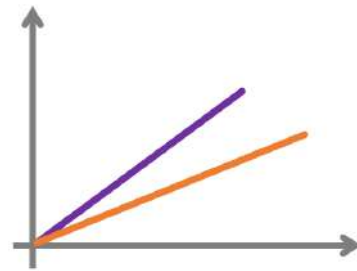
f) Gráfico $v \times t$ (Cinemática)



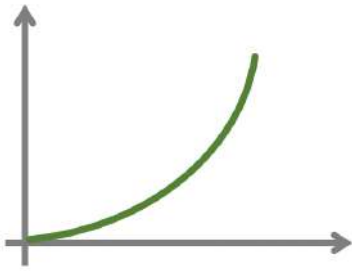
g) Gráfico $Q \times T$ (Termologia)



h) Gráfico $V \times i$ (Eletrodinâmica)



i) Gráfico $V \times i$ (Eletrodinâmica)



j) Gráfico $V \times i$ (Eletrodinâmica)



Anotações: