

LIVRO 3
Termo/Ondas
alex
mossmann

be BELIEVE IN
you YOURSELF

alex **FÍSICA**
mossmann



TEMOS HISTÓRIA ...

Os Grupos de Estudo de Física são ministrados pelo Prof. Alex Mossmann desde 1990, sendo o trabalho voltado exclusivamente à preparação, na disciplina de Física, para o ENEM e Vestibulares das Universidades gaúchas e também de outros Estados. Ao longo de 32 anos de trabalho, o Prof. Alex Mossmann teve o prazer de ter a sua frente milhares de alunos, dos quais, muitos já formados, são hoje profissionais bem sucedidos em suas carreiras, e outros, ainda acadêmicos. A maioria desses ex-alunos são da medicina. A preparação do aluno caracteriza-se pela organização sob todos os aspectos, desde a matrícula, passando pelo desenvolvimento do conteúdo sempre com tecnologias associadas ao estudo e terminando com a conclusão do conteúdo de uma forma coerente e programada.



Horários 2022

	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
Manhã 1					
Manhã 2					
Almoço					
Tarde 1					
Tarde 2					
Vespertino					



AMBIENTE VIRTUAL

Feed

Canal Curso - Alunos

Aulas On Demand

As videoaulas são disponibilizadas em partes e em cada parte está apresentada a trilha de aprendizagem referente a ela. Nossas videoaulas são produzidas em nossos estúdios próprios, o que determina alta qualidade de imagem e som, além de ser uma aula de maior rendimento, pois o tempo consumido em uma aula presencial é muito maior do que aquele demandado em estúdio.

Aula Ao Vivo

Todas as aulas do Curso Híbrido são transmitidas ao vivo para os alunos desse curso e do Extensivo em casa, permitindo total interatividade através de chat direto com o Alex durante a aula.

Plantão

Aqui e apenas aqui você marca, troca horário ou desmarca seus plantões individuais a qualquer momento.

Alex Mossmann Simulados

Plataforma gamificada desenvolvida e mantida pelo Prof. Alex Mossmann. Permite que o aluno realize quantos simulados ele desejar, construindo métricas, treinando o tempo de prova, construindo métricas ao longo do ano. É um enorme diferencial, também, na revisão dos conteúdos.

Sala de Aula Virtual

Prática de Provas

Resoluções de provas de ENEM e Vestibulares.

Resolução das Questões

Resoluções das questões dos livros. Também podem ser acessadas pelos QR's nos livros.

Vídeos de Conteúdo

Vídeos de revisão de conteúdo na prática.

Simulados

Simulados e respostas comentadas.

Provas ENEM

Banco de provas do ENEM desde 2009 para download.

Provas Vestibulares

Banco de provas de vestibulares para download.

Materiais Diversos

Planilhas e outros materiais importantes.

Gabaritos

Gabaritos dos livros.

Atividades Extras

Aqui e apenas aqui você se inscreve para eventos especiais, simulados, etc.

SAC

Fale com a gente.

ÍNDICE

Aula 26	Termometria / Dilatometria	5
Aula 27	Calorimetria I	40
Aula 28	Calorimetria II	70
Aula 29	Gases I	108
Aula 30	Gases II	137
Aula 31	MHS / Ondas I	171
Aula 32	Ondas II	204
Aula 33	Acústica	239
Aula 34	Óptica I	272
Aula 35	Óptica II	301
Aula 36	Óptica III	334
Aula 37	Física Moderna I	369
Aula 38	Física Moderna II	398
Apêndice		



Aula 26

Termometria / Dilatação

PARTE 1

	Estudar a Parte 1 – P.6 (teoria e anotações)
	Rever videoaula Parte 1 se necessário
	Fazer as questões 1 e 17

PARTE 2

	Estudar a Parte 2 – P.8 (teoria, anotações e modelagens)
	Rever videoaula Parte 2 se necessário
	Fazer a Leitura 1 – P.12
	Fazer as questões 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19 e 20

PARTE 3

	Estudar a Parte 3 – P.22 (teoria, anotações e modelagens)
	Rever videoaula Parte 3 se necessário
	Fazer as questões 24, 25, 27, 28, 33, 37, 38, 40, 41, 43, 44 e 45

PARTE 4

	Estudar a Parte 4 – P.24 (teoria e anotações)
	Rever videoaula Parte 4 se necessário
	Fazer as questões 22, 23, 26, 29, 31, 34, 35, 36, 39 e 42

PARTE 5

	Estudar a Parte 5 – P.26 (teoria e anotações)
	Rever videoaula Parte 5 se necessário
	Fazer a Leitura 2 – P.29
	Analisar os Desafios – P.27
	Fazer as questões 21, 30 e 32



Termometria - Introdução

TEMPERATURA

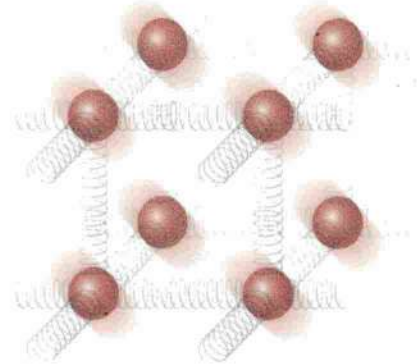
Medir a temperatura corretamente é muito importante em todos os ramos da ciência, seja a física, a química, a biologia, etc. Muitas propriedades físicas dos materiais dependem da sua temperatura.

Por exemplo, a fase do material, se ele é sólido, líquido ou gasoso, tem relação com sua temperatura. Outras propriedades como a densidade, a solubilidade, a pressão de vapor, as condutividades elétricas, entre várias, dependem da temperatura.

A temperatura revela a noção comum do que é quente ou frio. O material ou substância que está à temperatura superior é dito o "material quente", o mais quente, etc.

No nível macroscópico, a temperatura está associada ao movimento aleatório dos átomos da substância que compõem o sistema.

Quanto mais quente o sistema, maior é energia de vibração dos átomos. A temperatura não depende da massa do sistema.



TEMPERATURA ⇒ ENERGIA CINÉTICA MÉDIA DE VIBRAÇÃO DAS MOLÉCULAS DO CORPO OU SISTEMA

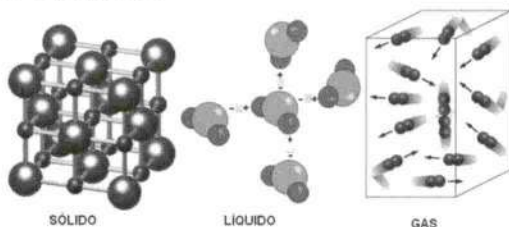
SENSAÇÃO TÉRMICA

É proporcionado pelo sentido do tato e constitui a primeira noção de temperatura de um sistema, assim como a luz impressiona nossa visão (*sensação luminosa*) e o som impressiona nossa audição (*sensação sonora*). É importante destacar que esse critério sensitivo para avaliações de temperatura é impreciso, pois depende da pessoa que sente e das condições diversas envolvidas.



ENERGIA INTERNA

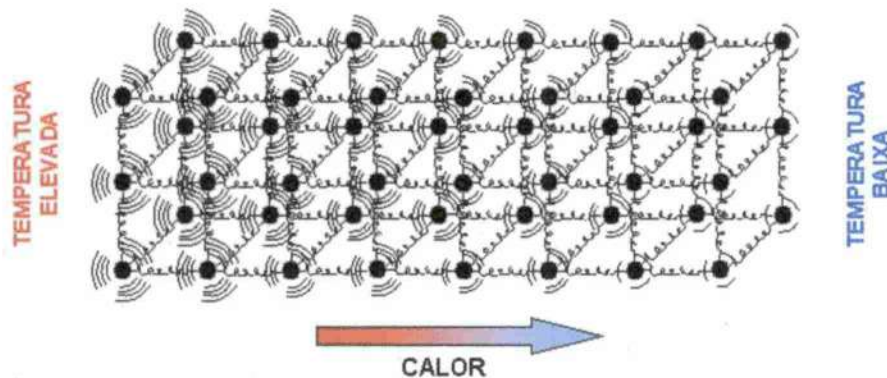
É a energia total de um corpo ou sistema, ou seja, a soma das energias intrínsecas associadas as moléculas do corpo ou sistema.



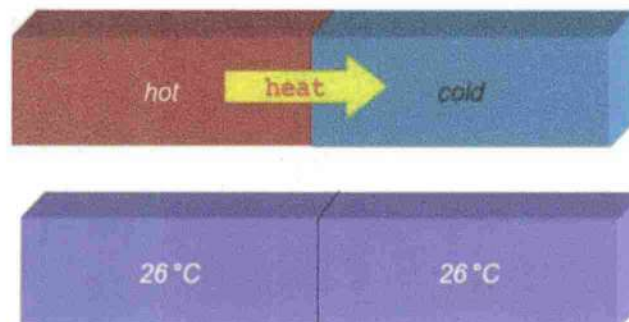


CALOR e EQUILÍBRIO TÉRMICO

Quando dois corpos a temperaturas diferentes são colocados em contato, inicia-se um processo de transferência de energia do corpo mais quente (o que tem maior temperatura) para o corpo mais frio (o que tem menor temperatura). Esse processo ocorre naturalmente e a energia transferida é chamada **calor**. Como resultado da transferência de energia, a temperatura do corpo mais quente pode diminuir e a do corpo mais frio pode aumentar. O processo de transferência de energia acaba quando os dois corpos atingem a mesma temperatura, ou seja, quando os dois corpos atingem o **equilíbrio térmico**.

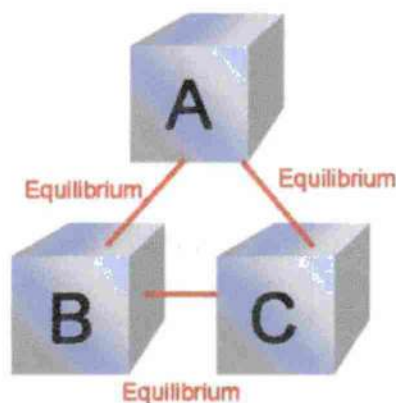


Na situação inicial da figura a seguir, o corpo A está a uma temperatura superior à do corpo B. Postos em contato e isolados do meio externo, os dois corpos acabam por atingir a mesma temperatura final.



LEI ZERO DA TERMODINÂMICA

"Se dois sistemas A e B estão em equilíbrio térmico, e se um terceiro sistema C está em equilíbrio térmico com B, então A e C estão em equilíbrio térmico".





Termômetro

A palavra termômetro origina-se do grego *thermo* que significa quente e *metro* que significa medida, assim, **termômetro é definido como o instrumento que mede temperatura.**

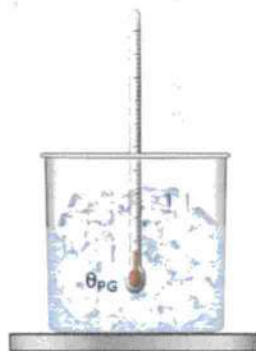
A construção de um termômetro está baseada no uso de alguma grandeza física que depende da temperatura, como o volume de um gás mantido a pressão constante, o volume de um corpo e a resistência elétrica de condutores metálicos entre outras grandezas, denominada **propriedade termométrica**. A substância que constitui o corpo cuja propriedade é utilizada para avaliar a temperatura é denominada **substância termométrica**.

Para a medida da temperatura de um corpo com um termômetro, é preciso esperar o equilíbrio térmico, isto é, quando em contato com o corpo, precisamos esperar alguns minutos para que o termômetro e o corpo estejam a mesma temperatura, e assim, poderemos medir seu valor. É preciso cuidar de escolher termômetros próprios para que se consiga atingir os objetivos, pois a massa do termômetro deve ser bem menor que a massa do objeto cuja temperatura queremos medir, caso contrário o termômetro poderá alterar a temperatura do corpo, como por exemplo, um termômetro comum e uma gota de água.

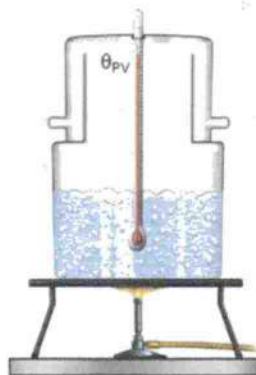
Escalas termométricas

As escalas termométricas são padrões de relação entre medidas, que levam em consideração pontos em comum entre as medidas de temperatura, de modo que se possa fazer a conversão entre elas. Por padrão se utiliza o ponto de gelo da água e o ponto de vapor de água como valores fixos, ou seja, é a partir deles que as escalas são construídas e as temperaturas entre as escalas relacionadas

A calibração de um termômetro é feita a partir de dois estados térmicos bem definidos, denominados **pontos fixos**.



1º ponto fixo ou Ponto do gelo
(gelo em fusão sob pressão normal)



2º ponto fixo ou Ponto do vapor
(água em ebulição sob pressão normal)

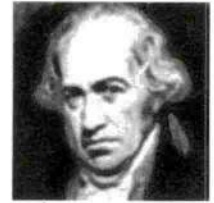
ESCALA CELSIUS - Esta escala é a utilizada aqui no Brasil. Ela tem como características principais ser considerada uma escala centígrada, onde os pontos fixos são de 0°C para o ponto de gelo e 100°C para o ponto de vapor. Foi proposta pelo cientista Anders Celsius (1701-1744) no século XVIII. Atualmente por sugestão de cientistas reunidos nas convenções internacionais, usa-se praticamente em todo o planeta essa escala.



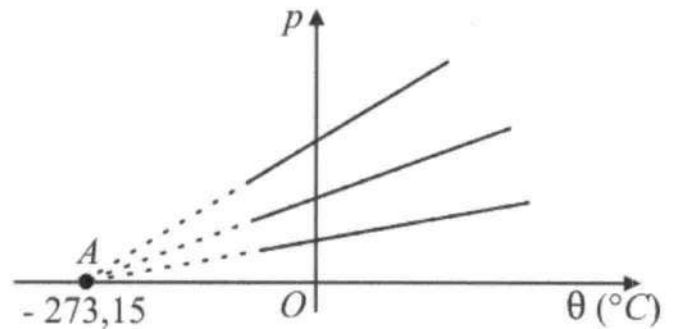
ESCALA FAHRENHEIT - Esta escala foi criada pelo inventor Daniel Gabriel Fahrenheit em meados dos anos de 1714 (Daniel também foi o inventor do termômetro de mercúrio). Para tanto ele determinou dois pontos iniciais (pontos fixos). Ele introduziu seu termômetro, ainda sem nenhuma escala, dentro de uma mistura de água, gelo e sal de amônia. O mercúrio se deslocou dentro do termômetro até parar em determinada posição, a qual ele marcou e chamou de zero. O segundo ponto fixo ele obteve ao medir a temperatura do corpo humano, fazendo com que o mercúrio parasse num segundo ponto.



Quando isso aconteceu, Fahrenheit marcou a segunda posição e a chamou de 100. Após isto, ele dividiu a distância entre os dois pontos por 100 e teve então sua escala criada. Ao medir a temperatura da fusão do gelo em água na sua nova escala Fahrenheit achou o correspondente a 32°F, enquanto, a temperatura de ebulição da água era de 212°F. Essa escala é a mais utilizada nos países oriundos da língua inglesa.



ESCALA KELVIN - No século XIX foram construídos muitos termômetros de gás a volume constante. Diferentes gases foram utilizados, assim como massas diferentes de um mesmo gás. Desde que, em cada caso, o gás fosse rarefeito e estivesse a uma temperatura nem acima da temperatura de liquefação, os gráficos da pressão em função da temperatura obtidos eram retilíneos. A inclinação da reta, por sua vez, podia ser diferente em cada caso, como podemos ver na figura ao lado.



Houve, porém, um fato que chamou a atenção dos físicos: em todos os casos, prolongando-se as retas até o eixo horizontal, o encontro entre elas e o eixo ocorria em um ponto *K*, correspondente à temperatura de $-273,15^{\circ}\text{C}$.

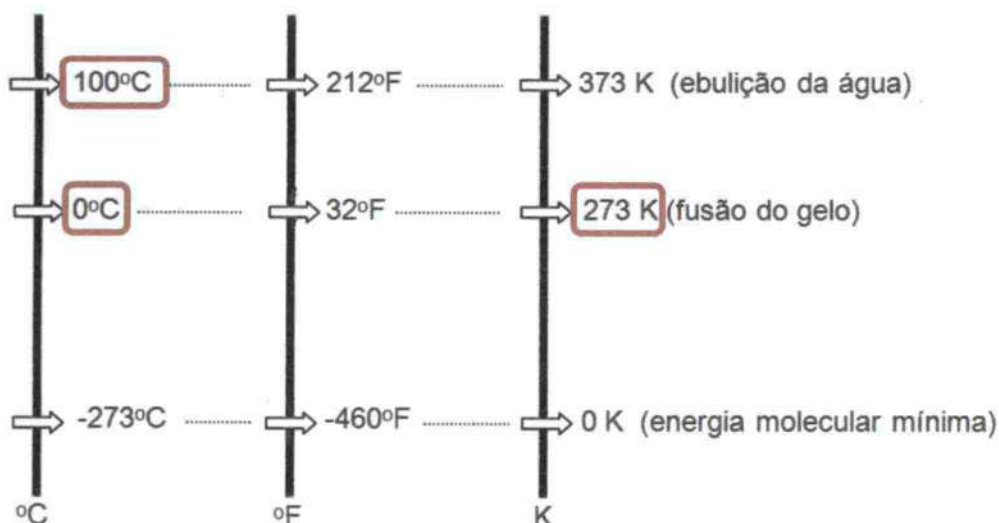
A este fato foi dada a interpretação: a pressão de um gás é resultado do impacto de suas moléculas com as paredes do recipiente ou com qualquer superfície em contato com ele. Assim, o ponto *K* do gráfico, que correspondia a uma pressão nula, corresponderia também a uma situação em que as moléculas do gás estivessem em repouso. Já que a temperatura está relacionada com a energia cinética média das moléculas do gás, a temperatura de $-273,15^{\circ}\text{C}$ seria a mais baixa temperatura possível de ser obtida.

Thomson, em 1848, propôs outra escala de temperatura, a chamada **escala Kelvin**, onde o valor zero da escala Kelvin, chamado de **zero kelvin (0 K)**, corresponde à temperatura de $-273,15^{\circ}\text{C}$.



Antigamente falava-se **grau Kelvin** e escrevia-se $^{\circ}\text{K}$. No entanto, em 1967, a 13ª Conferência Geral de Pesos e medidas aboliu o uso da palavra **grau** em relação à escala Kelvin. Desse modo, dizemos, por exemplo, que a temperatura do gelo em fusão sob 1 atm é de 273,15 kelvins (273,15 K) e não 273,15 graus Kelvin.

Relações entre escalas termométricas





Para escalas termométricas que se **relacionam linearmente**, a relação matemática entre elas é uma equação de reta. Para chegarmos à relação precisamos conhecer dois valores correspondentes nas duas escalas, por exemplo, quando um termômetro na escala Celsius marca 100°C, um termômetro na escala fahrenheit marca 212°F. Conhecendo os dois valores correspondentes vamos a matemática para chegarmos q equação da reta:

$$\frac{Y - Y_0}{\Delta Y} = \frac{X - X_0}{\Delta X}$$

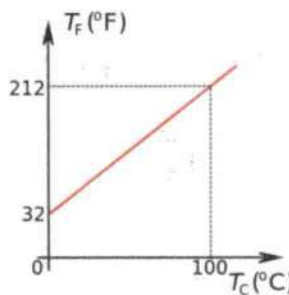
- Vamos relacionar as escalas Celsius e fahrenheit. Sabemos que o gelo fundente tem esses termômetros marcando simultaneamente 0°C e 32°F, assim como a ebulição da água tem marcas de 100°C e 212°F.

$$\frac{Y - Y_0}{\Delta Y} = \frac{X - X_0}{\Delta X}$$

$$\frac{C - 0}{(100-0)} = \frac{F - 32}{(212-32)}$$

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180}$$

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$



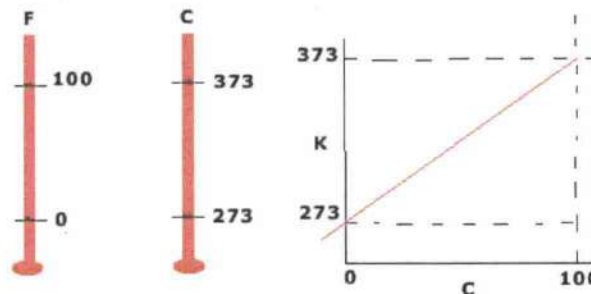
- Vamos relacionar as escalas Celsius e kelvin, ambas escalas centígradas. Sabemos que o gelo fundente tem esses termômetros marcando simultaneamente 0°C e 273K, assim como a ebulição da água tem marcas de 100°C e 373K.

$$\frac{Y - Y_0}{\Delta Y} = \frac{X - X_0}{\Delta X}$$

$$\frac{C - 0}{(100-0)} = \frac{K - 273}{(373-273)}$$

$$\frac{C}{100} = \frac{K - 273}{100}$$

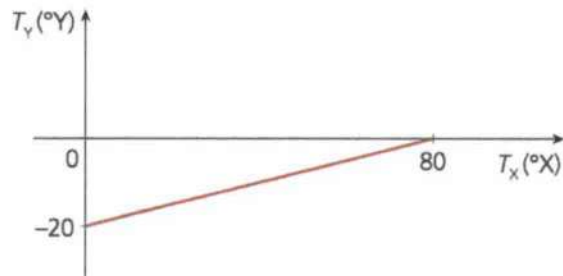
$$K = C + 273$$





MODELAGEM

A figura representa a relação entre as temperaturas T_X e T_Y de duas escalas termométricas X e Y.



Nessas condições, marque com V as afirmativas verdadeiras, e com F, as falsas.

- () A equação de conversão entre as duas escalas é $T_X = 4T_Y - 80$.
- () A temperatura correspondente a $10^\circ Y$ é $-40^\circ X$.
- () A temperatura correspondente a $20^\circ X$ é $-15^\circ Y$.
- () A indicação para a qual as duas escalas apresentam o mesmo valor é $-80/3$.

A alternativa que indica a sequência correta, de cima para baixo, é a:

- A) F – V – V – F
- B) V – F – F – V
- C) V – F – V – F
- D) F – F – V – V
- E) V – V – F – V

$$\frac{Y - (-20)}{20} = \frac{X - 0}{80} \rightarrow Y + 20 = \frac{X}{4} \rightarrow X = 4Y + 80$$

$$X = 4Y + 80 = 4 \cdot 10 + 80 = 120^\circ X$$

$$20 = 4Y + 80 \rightarrow -60 = 4Y \rightarrow Y = -15^\circ Y$$

$$X = 4Y + 80 \rightarrow \text{mesma leitura: } X = Y = k \rightarrow k = 4k + 80 \rightarrow k = -80/3$$

Resposta: D



ANOTAÇÕES



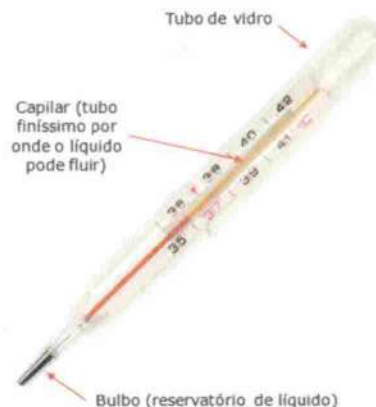
LEITURA

Termômetros

Termômetro Químico é um instrumento de laboratório em vidro, com enchimento de mercúrio (Hg). Este instrumento tem a finalidade de realizar medições de temperatura e medições em geral



O tipo de termômetro mais comum é o **termômetro clínico**, utilizado na medição da temperatura do corpo humano. Esse termômetro utiliza a dilatação de líquidos, principalmente o mercúrio (Hg). São construídos para medir temperaturas entre 35°C e 42°C que são consideradas temperaturas críticas, pois a temperatura considerada normal de nosso corpo é 36,5°C. Apresenta um tubo capilar com um estrangulamento na base, junto ao bulbo, o que permite a passagem do mercúrio quando sofre a dilatação, mas que impede o seu retorno quando se contrai, por isso este termômetro continua indicando a temperatura do corpo mesmo sem contato com o corpo e por um longo intervalo de tempo mesmo que o termômetro seja levado a um local com temperatura mais baixa. Para que o líquido termométrico volte à posição inicial no interior do bulbo, é necessário sacudi-lo rapidamente.



Mais moderno que o termômetro clínico comum são os **termômetros de cristal líquido** também utilizados para a medida da temperatura do corpo humano. São pequenas faixas plásticas transparentes com pequenos retângulos que contêm um cristal líquido que entram em contato com o corpo e, conforme o valor da temperatura, o cristal no seu interior, muda de cor. Porém, os especialistas dizem que não são muito confiáveis.



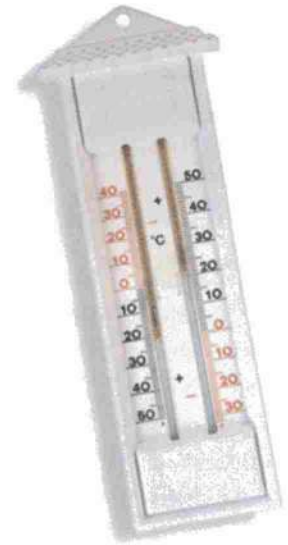
Da mesma forma que o clínico, há o **termômetro a álcool**, normalmente utilizado em laboratório de ciências, pois possui escala entre -10°C e 150°C. É também usado em residências, para verificar a temperatura ambiente, com uma escala menor. Alguns termômetros desse tipo utilizam corantes vermelhos, possuindo um custo mais baixo que o de mercúrio, além disso, são menos prejudiciais a nossa saúde.



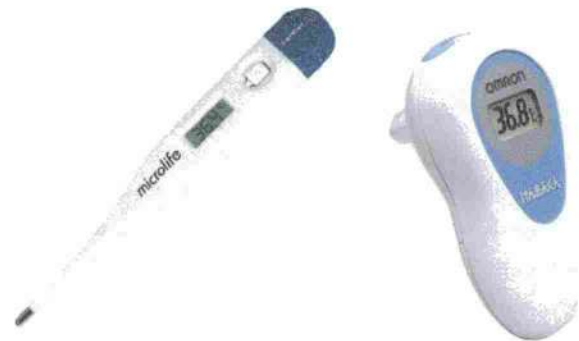


Há os **termômetros de máxima e mínima** que, como o próprio nome sugere, indicam a temperatura mais alta e a mais baixa atingida pelo termômetro em um certo intervalo de tempo. São termômetros utilizados em meteorologia, sendo que, com uma única leitura, pode-se determinar a temperatura máxima e mínima atingida desde a última vez que o termômetro foi ajustado de modo que as temperaturas máximas e mínimas viessem a coincidir entre si e com a temperatura ambiente.

A coluna de mercúrio apresenta o formato da letra "U" e em suas extremidades há dois bulbos: um totalmente preenchido por álcool e o outro só parcialmente. Nos extremos das colunas de mercúrio há dois flutuadores de ferro esmaltado que são os índices das temperaturas, pois sobem quando o mercúrio se dilata, mas que ficam presos ao tubo capilar quando o mercúrio se contrai devido ao atrito com a parede do tubo e só retornam a posição original com o auxílio de um ímã. Quando a temperatura aumenta o álcool se dilata e passa livremente pelo flutuador fazendo com que o mercúrio se expanda levando o flutuador a correspondente temperatura - a máxima. Quando a temperatura diminui o álcool se contrai e leva o mercúrio e, conseqüentemente, o outro flutuador que registra a menor temperatura - a mínima.



Termômetro Eletrônico - É bastante comum medir a temperatura com componentes eletrônicos. O sensor mais comum é um termoresistor (ou termistor). O dispositivo muda sua resistência com a alteração da temperatura. Um computador ou outro circuito mede a resistência e a converte em temperatura, tanto para exibi-la quanto para decidir se liga ou desliga alguma coisa.



Termômetros bimetalícos utilizam a dilatação dos metais para a medição de temperatura. Formada por duas lâminas de metais diferentes, que ao sofrerem alteração de temperatura, se dilatam, curvando-se, pois um dos metais tem o coeficiente de dilatação maior que o outro, causando o efeito visto. Para cada variação de temperatura, há um curvamento diferente, indicando-a.



Os **termômetros a gás** medem a temperatura através da leitura da pressão do gás mantido a volume constante. Pode ser graduado fazendo com que cada volume corresponda a um valor de temperatura na escala Celsius, por exemplo. São utilizados para a medida de baixas temperaturas, usando-se o gás hélio, cuja temperatura de condensação, sob pressão atmosférica, é de aproximadamente -269°C .



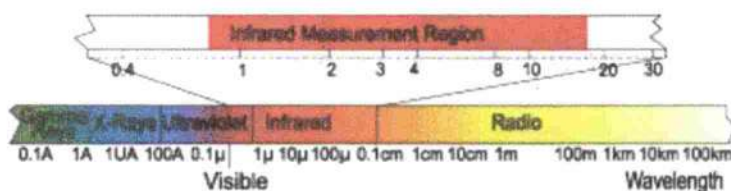


Termômetro infravermelho - A radiação infravermelha (IV) é parte do espectro eletromagnético, que inclui, além do IV, ondas de rádio, microondas, luz visível, luz ultravioleta, raios Gama e raios-X.



A faixa IV localiza-se entre a porção visível do espectro e as ondas de rádio. Os comprimentos de onda IV são comumente expressos em micrômetros (10^{-6}m ou μm). O espectro IV estende-se de 0,7 a 1000 micrômetros. Somente a banda de 0,7 a 14 micrômetros é usada para a medição de temperatura. Usando-se avançados sistemas ópticos e detectores, os termômetros IV sem contato podem operar em quase qualquer porção da banda de 0,7 a 14 micrômetros. Pelo fato de qualquer objeto (com exceção dos corpos negros) emitir uma quantidade ótima de energia em um ponto específico da banda IV, cada processo pode requerer modelos de sensores com ópticas e tipos de detectores específicos. Por exemplo, um sensor com uma resposta espectral de 3,43 micrômetros é otimizado para medir a temperatura superficial de polietileno e derivados. Um sensor de 5 micrômetros é usado para medir a superfície do vidro e um sensor de 1 micrômetro, para metais e lâminas metálicas. As faixas espectrais mais amplas são usadas para medir temperaturas superficiais mais baixas de diversos tipos de superfícies.

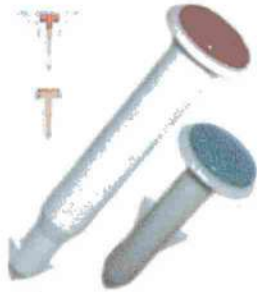
A intensidade da energia IV emitida por um objeto aumenta ou diminui, proporcionalmente à sua temperatura. É a energia emitida, corrigida de acordo com a emissividade do material, que indica a temperatura do objeto. Emissividade é o termo usado para quantificar as características de emissão de energia de diferentes materiais e superfícies. Os termômetros IV possuem ajuste da emissividade, normalmente de 0,1 a 1,0, o que permite a medição precisa da temperatura de diversos tipos de superfície. A energia emitida pelo objeto atinge o sistema óptico do instrumento, que conduz a energia para um ou mais detectores fotossensíveis. O detector converte a energia IV em um sinal elétrico que, por sua vez é convertido em um valor de temperatura, que se baseia na equação de calibração do sensor e na emissividade do alvo. Este valor de temperatura pode ser indicado no display do termômetro ou, no caso de sensores inteligentes, ser convertido em um sinal digital e indicado num terminal de computador.



Termômetro do "peru" - Ele é um termômetro bastante engenhoso. Quando a carne do peru chega a 85 °C, o ponto ideal de cozimento, o pino salta para fora da ave. Mas como ele "sabe" que a carne está na temperatura certa? Aí está o segredo. O aparato fica preso a um metal que derrete fácil, tipo aqueles de solda. Na hora em que o ferrinho fica líquido, deixa de prender o pino e ele se projeta para fora. Esse dispositivo deu certo a ponto de ficar com tanta cara de Natal quanto os próprios perus, não é? Mas quem se deu bem mesmo nessa história foi o inventor da coisa: Tony Volk, um caipirão americano que fazia embalagens para peru. Para incrementar o negócio, Volk teve a ideia genial de fazer um dispositivo que avisasse quando o peru estivesse no ponto, livrando as cozinheiras de um vexame culinário. Daí para conceber o termômetro, no meio da década de 1960, foi um pulo. Qualquer chimpanzé prepararia um assado com uma coisa dessas, pensava Volk. E as donas-de-casa americanas não resistiram ao apelo: fizeram os minitermômetros virarem mania. A família do inventor, claro, acabou milionária. "Eu me pego pensando que, neste minuto, deve haver uns 50 milhões dos nossos pinos pulando por aí", já disse uma vez Steve Volk, filho de Tony (já morto), em uma entrevista.



Graças a direitos de patente, todos os pininhos de peru do mundo saem da fábrica dos Volk, na Califórnia, e são vendidos direto para fabricantes de produtos alimentícios do mundo todo. Os pinos dos Volk custam centavos, mas, como são fabricados aos zilhões, o caixa não para de tilintar. Hoje existem dispositivos assim para qualquer tipo de carne, ou mesmo massas, como lasanha. Basta que o ponto de fusão da liga metálica coincida com a temperatura ideal em que cada refeição fica pronta. Os metais, por sinal, serão substituídos por uma proteína em 2004. Ela funciona do mesmo jeito, mas é inofensiva em caso de vazamento.



Tá no ponto! Mola que impulsiona o dispositivo só age quando a temperatura atinge 85 °C

1. O pino que avisa quando o peru está pronto fica tensionado por uma mola, mas não salta porque está preso, fundido a uma liga metálica. Quando a temperatura do peru chega a 85 °C, essa liga derrete.
2. Em estado líquido, o metal não segura mais o pino. Então a mola o empurra para fora. Isso acontece, como vimos, a 85 °C, que é justamente a temperatura em que o peru está no ponto para ser devorado.





QUESTÕES PÓS-AULA

As **questões pós-aula** tem a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a “obrigação” de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

Fica a dica: se algum dia um “tema de casa” tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

1. UFRGS. Para que possa haver transferência de energia na forma de calor entre dois corpos em contato é suficiente que exista entre eles uma diferença de



- A) temperatura.
- B) massa.
- C) calor.
- D) energia interna.
- E) energia cinética de translação.

2. UFRGS. Numa escala termométrica linear W, a temperatura de fusão do gelo é de $-70^{\circ}W$, e a temperatura de ebulição da água é de $130^{\circ}W$. A temperatura absoluta correspondente ao $0^{\circ}W$ dessa escala é aproximadamente

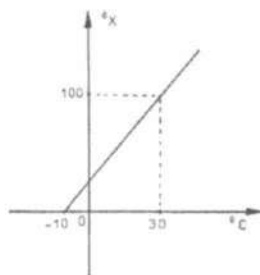


- A) 35 K
- B) 135 K
- C) 238 K
- D) 273 K
- E) 308 K

3. UFRGS. O gráfico mostra a relação entre as temperaturas que registram dois termômetros, um em escala $^{\circ}C$ (Celsius) e outro em $^{\circ}X$, quando a pressão é de 1 atm. Essa relação mantém-se para temperaturas entre $-50^{\circ}C$ e $200^{\circ}C$.



Para que temperatura em $^{\circ}X$ ocorre a ebulição da água a 1 atm?



- A) $25^{\circ}X$
- B) $100^{\circ}X$
- C) $130^{\circ}X$
- D) $275^{\circ}X$
- E) $333^{\circ}X$



INSTRUÇÃO: Para responder à questão 4, leia o texto e relacione as propriedades termométricas (Coluna A) aos respectivos tipos de termômetros que as utilizam (Coluna B), numerando os parênteses.

4. PUCRS. Termômetro é um instrumento utilizado para medir a temperatura de um sistema físico. Seu funcionamento baseia-se em algumas propriedades termométricas desse sistema, ou seja, em propriedades que variam com a temperatura.



Coluna A

1. pressão de gases
2. dilatação de fluidos
3. dilatação de sólidos

Coluna B

- () termômetro de gás a volume constante
- () termômetro bimetálico
- () termômetro de líquido-em-vidro

A sequência correta, de cima para baixo, é

- A) 1 – 3 – 2
- B) 1 – 2 – 3
- C) 2 – 3 – 3
- D) 2 – 3 – 2
- E) 3 – 1 – 1

5. PUCRS. Existem vários tipos de termômetros. Entre eles, temos o termômetro

- A) clínico, cuja escala geralmente vai de 35 K a 42 K, usado na medição da temperatura do corpo humano.
- B) químico, cuja escala sempre vai de 32° F a 212° F e é usado nos laboratórios.
- C) de gás, no qual a temperatura é obtida através da leitura da pressão de um gás mantido a volume constante.
- D) metálico, baseado na boa condutibilidade térmica dos metais.
- E) de máxima e mínima, usado nos hospitais, permitindo um registro fiel do estado febril dos pacientes.



6. UFSC. O transplante de órgãos é uma importante tarefa da medicina moderna e exige toda uma logística para ser bem-sucedido, desde a retirada do órgão do corpo do doador até o seu implante no corpo do receptor. Nesse processo, a armazenagem e o transporte são primordiais, pois cada órgão possui um tempo máximo de preservação fora do corpo que depende da temperatura de armazenagem. Por exemplo, o coração armazenado a uma temperatura de 39,2 °F pode ser preservado por cerca de 4 horas, aproximadamente; os rins armazenados a uma temperatura de 4 °C podem ser preservados por 48 horas, aproximadamente.

Sobre o assunto abordado e com base no exposto acima, é correto afirmar que:





01. o tempo no transporte do órgão é um fator importante para o sucesso do transplante.

02. a temperatura de armazenamento do coração é superior à temperatura de armazenamento dos rins.

04. os rins e o coração, quando preservados a 4 °C, terão a mesma quantidade de calor armazenado.

08. se o recipiente de armazenamento dos órgãos for adiabático, trocará mais calor com o meio do que se o recipiente for não adiabático.

16. a temperatura de armazenamento do coração é de 277 K.

7. PUCRS. A escala Celsius e a escala Kelvin apresentam 100 divisões entre o ponto de fusão do gelo e o ponto de ebulição da água, ao passo que a escala Fahrenheit apresenta 180 divisões entre os referidos pontos. Pode-se então concluir que uma variação na temperatura de 10° C corresponde a uma variação de

- A) 1,0° F
- B) 1,8 K
- C) 10° F
- D) 18° F
- E) 18 K



8. PUCRS. O hélio líquido é de uso comum nos laboratórios de Física de baixas temperaturas como fluido de refrigeração. A temperatura de ebulição do hélio em condições normais é 4,2 K. Esta temperatura pode ser também representada aproximadamente por

- A) - 300° F
- B) 270° F
- C) - 269° C
- D) - 169° C
- E) 277° C



9. PUCRS. A febre é o indicador de alguma anormalidade no organismo humano. Dentre as temperaturas a seguir, a que indica um estado febril é

- A) 39° F
- B) 60° F
- C) 72° F
- D) 102° F
- E) 150° F



10. PUCRS. Podemos caracterizar uma escala absoluta de temperatura quando

- A) dividimos a escala em 100 partes iguais.
- B) associamos o zero da escala ao estado de energia cinética mínima das partículas de um sistema.
- C) associamos o zero da escala ao estado de energia cinética máxima das partículas de um sistema.
- D) associamos o zero da escala ao ponto de fusão do gelo.
- E) associamos o valor 100 da escala ao ponto de ebulição da água.



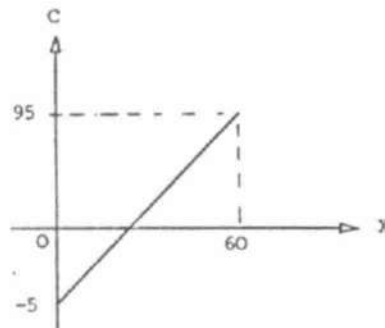


11. PUCRS. Um estudante dispõe de um termômetro velho no qual as indicações das temperaturas estão totalmente apagadas. Ele então cria uma nova escala na qual o ponto do gelo fundente é indicado pelo valor 10° e o ponto de ebulição da água, pelo valor 80° . Quando essa escala indicar uma temperatura de 24° , qual será a leitura correta da temperatura na escala Celsius?



- A) 80°
- B) 40°
- C) 24°
- D) 20°
- E) 14°

12. PUCRS. Um termômetro de escala X é comparado com outro de escala Celsius C e obtém-se o gráfico de correspondência entre as medidas. A temperatura de solidificação da água, à pressão normal, no termômetro X, será de



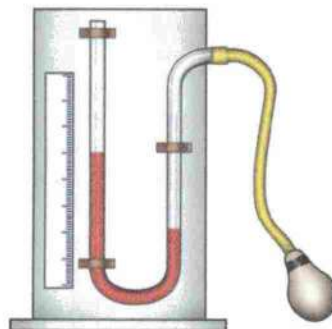
- A) $-10^\circ X$
- B) $-5^\circ X$
- C) $0^\circ X$
- D) $3^\circ X$
- E) $10^\circ X$

13. PUCRS. Dois termômetros calibrados, respectivamente, nas escalas Celsius e Fahrenheit são introduzidos num certo ambiente e dele saem com a mesma leitura numérica, que é



- A) -50
- B) -40
- C) 10
- D) 20
- E) 30

14. 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 $10^\circ C$, ele indicava uma altura de 5 mm.



Percebeu ainda que, quando a altura havia aumentado para 25 mm, a temperatura era de $15^\circ C$. Quando a temperatura for de $20^\circ C$, a altura da coluna de líquido, em mm, será de:

- A) 25
- B) 30
- C) 35
- D) 40
- E) 45



15. UCPEL. Uma escala termométrica X atribui $20^\circ X$ para o ponto do gelo e $80^\circ X$ para o ponto de vapor d'água. Quando um termômetro graduado na escala centígrada marcar $50^\circ C$, o termômetro graduado na escala X marcará

- A) $30^\circ X$
- B) $40^\circ X$
- C) $50^\circ X$
- D) $60^\circ X$
- E) $70^\circ X$



16. Temos dois termômetros, um Celsius ($^\circ C$) e um desconhecido ($^\circ X$). O ponto do vapor na escala ($^\circ C$) é de 100° e na escala ($^\circ X$) é de 110° . Um corpo foi medido ao mesmo tempo pelos dois termômetros ($^\circ C$) e ($^\circ X$) e foi constatado que nas duas escalas tivemos a mesma leitura de 50° . Se o ponto do gelo na escala Celsius ($^\circ C$) é igual a zero (0) grau, este mesmo ponto do gelo na escala ($^\circ X$) é de

- A) +5,0.
- B) 0,0.
- C) - 5,0.
- D) - 10,0.
- E) - 20,0.



17. O cientista John Locke (1632-1704) propôs uma experiência relacionada à verificação da temperatura. Para sua realização, ele utilizou três recipientes: um com água quente, outro com água morna e outro com água fria. Colocou uma das mãos na água fria e a outra na água quente durante alguns segundos. A seguir colocou as duas mãos na água morna. Dos resultados encontrados, observou que a água parecerá mais fria para a mão que veio da água quente e parecerá mais quente para a mão que veio da água fria.

Tendo como base a experiência de Locke e o conceito de temperatura, podemos considerar verdadeiras quais das seguintes afirmativas?

- I – O tato não pode ser considerado um método de determinação da temperatura de um corpo.
- II – É necessário o uso de termômetro que permitam verificar a temperatura de um corpo.
- III – Ao fazer o experimento, a temperatura encontrada será exata.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- B) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- C) Somente as afirmativas I e III estão corretas.
- D) Todas as afirmativas estão corretas.
- E) Nenhuma das afirmativas está correta.





18. Um certo corpo foi colocado em contato com dois termômetros ao mesmo tempo, tendo esses termômetros indicado $-10\text{ }^{\circ}\text{X}$ e $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ para os termômetros de escala "X" e Celsius, respectivamente.

O corpo foi aquecido e novamente colocado ao mesmo tempo em contato com os mesmos dois termômetros, que passaram a indicar temperaturas de $+110\text{ }^{\circ}\text{X}$ e $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

Após um certo tempo, esse mesmo corpo foi posto em contato ao mesmo tempo com os mesmos termômetros, tendo o termômetro da escala Celsius registrado uma queda de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Podemos afirmar que a queda registrada no termômetro de escala $^{\circ}\text{X}$ foi de



- A) 10°X
- B) 15°X
- C) 20°X
- D) 25°X
- E) 30°X

19. Dois termômetros, Z e W, marcam, nos pontos de fusão do gelo e de ebulição da água, os seguintes valores

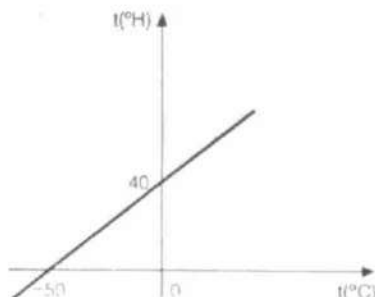
termômetro	fusão do gelo	ebulição da água
Z	4,0	28,0
W	2,0	66,0



As escalas apresentam a mesma leitura a

- A) $-10,0$
- B) $-6,0$
- C) $2,4$
- D) $5,2$
- E) $6,9$

20. O gráfico estabelece a relação entre uma escala hipotética de temperatura e a escala Celsius.



A temperatura da água em ebulição, sob pressão atmosférica normal, vale

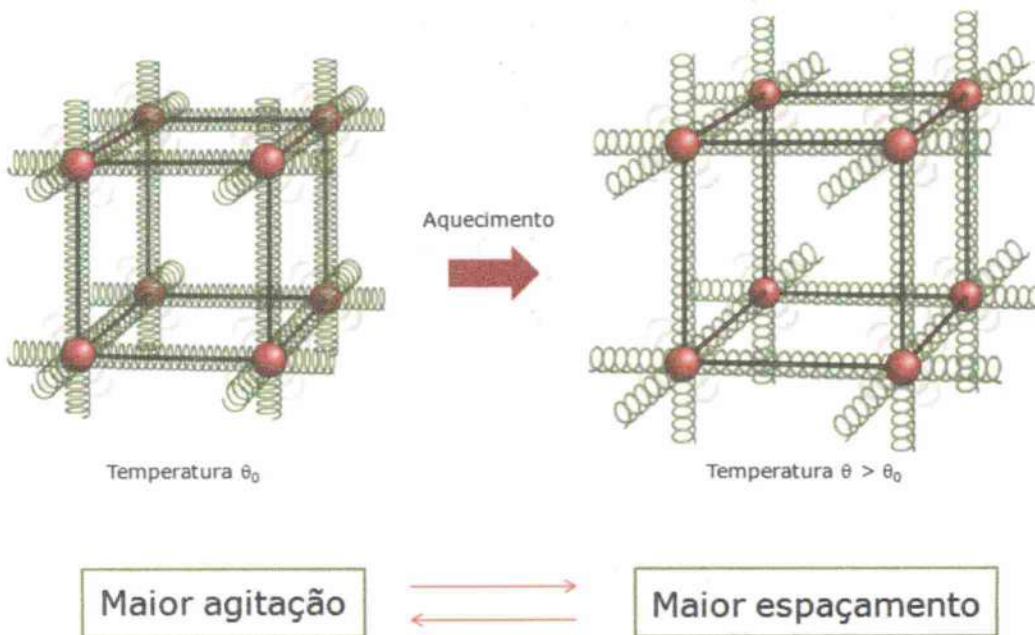
- A) 60°H
- B) 80°H
- C) 100°H
- D) 120°H
- E) 150°H



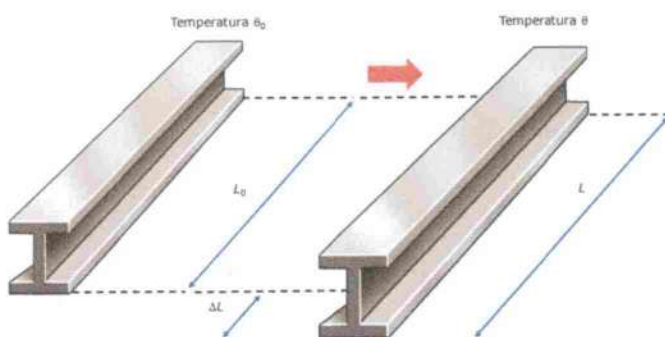
Dilatação dos sólidos



A grande maioria dos sólidos se dilatam quando aquecidos e se contraem ao serem resfriados. Eles se expandem quando sua temperatura aumenta porque o aumento de energia térmica torna maior a amplitude das vibrações dos átomos e moléculas que o formam, de modo que esses passam para posições de equilíbrio mais afastadas do que antes: *o sólido se dilata em todas as direções.*



Dilatação linear (ΔL) - estudo variação de qualquer *dimensão linear* do corpo sob ação de energia térmica.



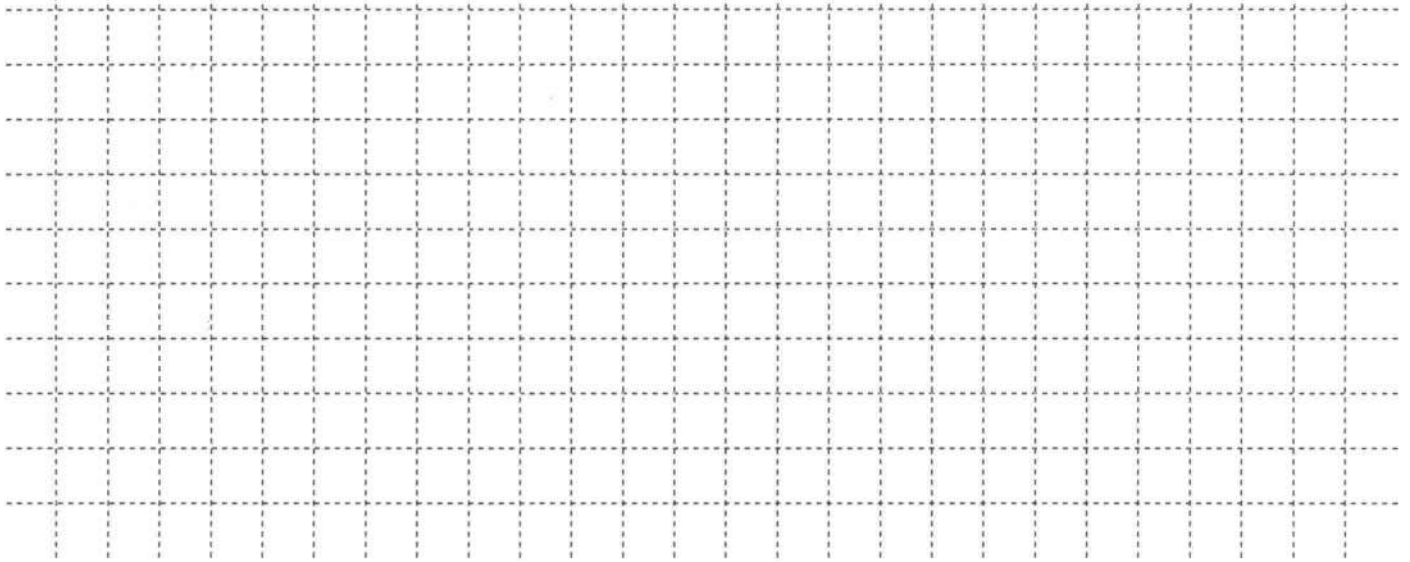
$$L = L_0 + \Delta L$$

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

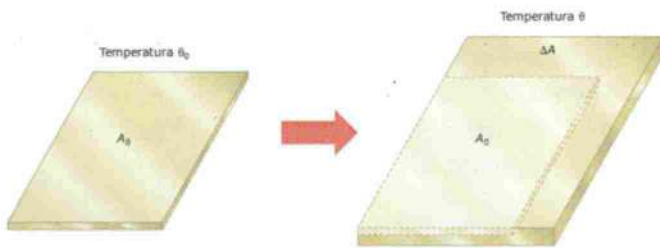
Coeficiente de dilatação linear (α) - informa a variação na unidade de comprimento (m, cm, mm, ...) para cada unidade de temperatura variada.



Gráficos da dilatação linear



Dilatação superficial (ΔS) - estudo variação de qualquer *dimensão superficial* do corpo sob ação de energia térmica.

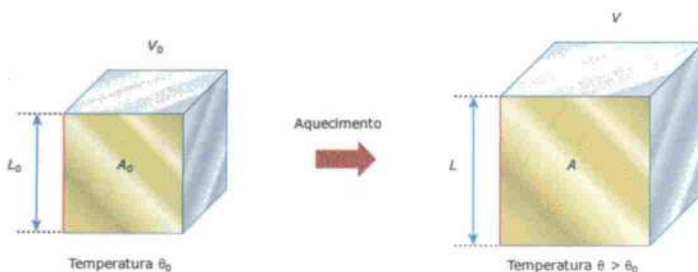


$$S = S_0 + \Delta S$$

$$\Delta S = S_0 \cdot \beta \cdot \Delta \theta$$

Coefficiente de dilatação superficial (β) – informa a variação na unidade de área (m^2, cm^2, mm^2, \dots) para cada unidade de temperatura variada.

Dilatação volumétrica (ΔV) - estudo variação de qualquer *dimensão cúbica* do corpo sob ação de energia térmica.



$$V = V_0 + \Delta V$$

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \theta$$

Coefficiente de dilatação volumétrica (γ) – informa a variação na unidade de volume (m^3, cm^3, mm^3, \dots) para cada unidade de temperatura variada.

Relação entre coeficientes de dilatação:

$$\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3}$$

 **MODELAGEM****ULBRA**

Considere uma placa metálica de $0,9 \text{ m}^2$, a uma temperatura de 12°C . Sendo o coeficiente de dilatação linear do material $0,000002 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, qual deverá ser a temperatura na qual a placa terá um aumento de $1,8 \text{ cm}^2$ nas suas dimensões?

- A) 5012°C
- B) 212°C
- C) 62°C
- D) 50°C
- E) 20°C

$$\Delta S = S_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

$$1,8 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 0,9 \text{ m}^2 \cdot 4 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \cdot (T - 12)$$

$$1,8 \times 10^{-4} = 3,6 \times 10^{-6} T - 0,43 \times 10^{-4}$$

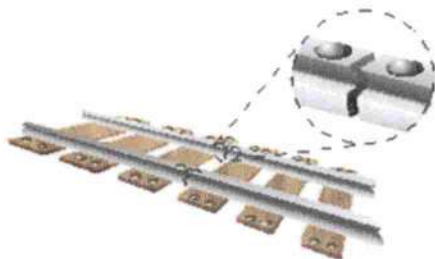
$$2,23 \times 10^{-4} = 3,6 \times 10^{-6} T$$

$$T = 62^\circ\text{C}$$

Resposta: C

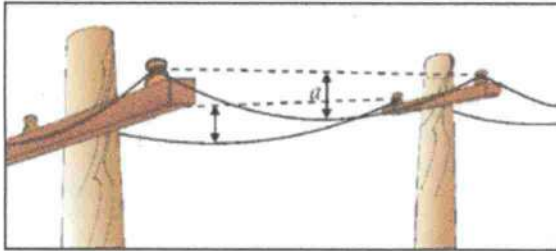
Parte 4**Cotidiano****A dilatação no cotidiano**

A **junta de dilatação** é uma separação física entre duas partes de uma estrutura para que estas possam se movimentar sem transmitir esforços entre si devido a movimento decorrente da dilatação térmica. A largura da junta depende do deslocamento previsto, geralmente está entre 2 e 3 cm, podendo ter larguras maiores. Algumas de suas aplicações mais comuns são em; lajes, viadutos, pontes, calçadas, quadras poliesportivas, e etc.





Quando o dia está bem quente podemos notar que nos **fios dos postes** aparecem pequenas concavidades voltadas para cima ou "barrigas" ou "flechas". Estas "barrigas" (dilatações) são maiores em dias quentes e menores em dias frios.



Vidro pirex - possui maior resistência ao choque térmico do que o vidro comum.

$$\alpha(\text{vidro comum}) > \alpha(\text{vidro pirex})$$



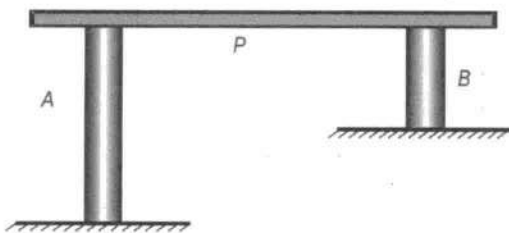
Corpo oco - dilata-se como se fosse maciço, ou seja, para fora. O volume interno aumenta.



Chapa furada ou anel - dilata-se como se fosse inteira, ou seja, para fora. O diâmetro do furo aumenta.



Plataforma horizontal - Pilar A ferro ($\alpha_{Fe} = 1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) e pilar B alumínio ($\alpha_{Al} = 2,4 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)



Plataforma Horizontal

$$\Delta L_A = \Delta L_B$$

$$L_{0A} \cdot \alpha_A \cdot \Delta T = L_{0B} \cdot \alpha_B \cdot \Delta T$$

$$L_{0A} \cdot \alpha_A = L_{0B} \cdot \alpha_B$$

$$L_{0A} \cdot 1,2 \times 10^{-5} = L_{0B} \cdot 2,4 \times 10^{-5}$$

$$L_{0A} = 2 \cdot L_{0B}$$

Lâmina bimetálica

Uma lâmina bimetálica consiste de duas chapas de metais diferentes fortemente unidas uma à outra.

As lâminas de bimetálica são fabricadas para diversos fins; por exemplo: para unir, a resistência mecânica de uma folha, com a elevada resistência à corrosão de outra; ou mesmo para aproveitar os efeitos dos diferentes coeficientes de dilatação térmica; esse último é o que nos interessa no momento. De fato, se unirmos duas lâminas metálicas que têm coeficientes de dilatação lineares muito diferentes, a deformação provocada pelos diferentes alongamentos, ou contrações, das partes sob a ação de uma mesma variação de temperatura, pode ser usada para diversas aplicações.

À certa temperatura inicial as duas tiras têm o mesmo comprimento e a lâmina se apresenta plana.

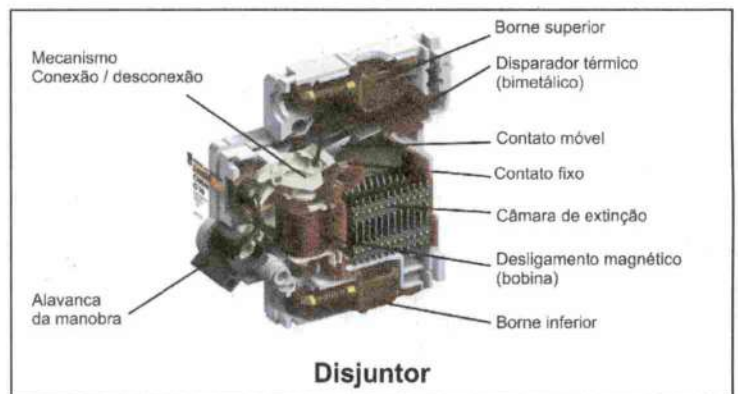
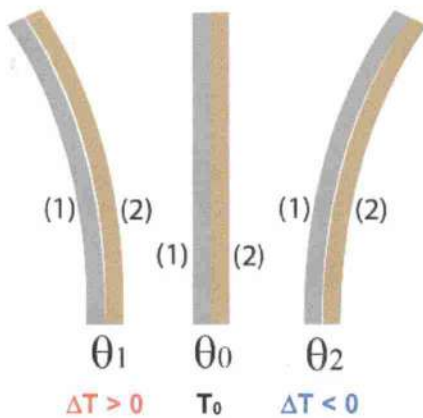
Nos dispositivos com lâmina bimetálica uma extremidade da lâmina é mantida fixa e é usado o deslocamento da extremidade livre para efetuar alguma ação. Tal deslocamento, eventualmente ampliado, pode ser transmitido a um indicador móvel sobre uma escala graduada: o dispositivo, uma vez calibrado, constitui um termômetro bimetálico (muito comum em tampas de fornos dos fogões a gás).

Mais frequente é o uso de lâminas bimetálicas em aparelhos que efetuam automaticamente a abertura e o fechamento de um circuito elétrico onde a comutação pode ocorrer para valores preestabelecidos de temperatura, por exemplo, em alarmes contra incêndio.



No ferro elétrico, por exemplo, a lâmina bimetálica funciona como um termostato, isto é, um regulador de temperatura, que a mantém praticamente constante. Quando o ferro se aquece, a lâmina se curva, desligando o circuito. A temperatura então diminui e a lâmina retoma sua posição inicial e o circuito se fecha. O novo aquecimento faz com que o ciclo se repita, de modo que a temperatura se mantém em torno de um valor praticamente constante. A lâmina bimetálica também é utilizada como dispositivo interruptor de corrente elétrica em vários outros aparelhos, como, por exemplo, relês e disjuntores. Nessas aplicações, quando a intensidade da corrente elétrica atinge um valor acima do máximo estabelecido, a energia dissipada aquece a lâmina que, ao encurvar-se, desliga o circuito.

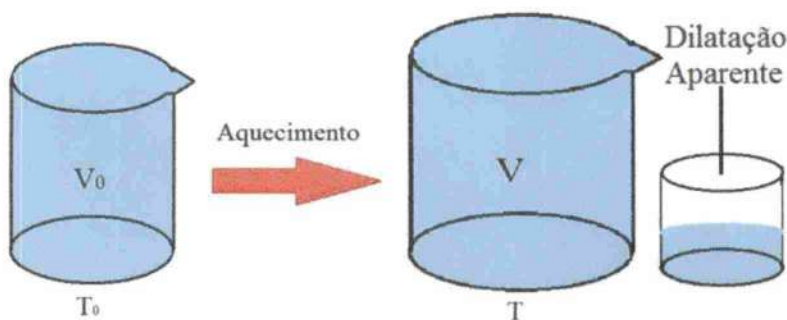
$$\alpha_1 < \alpha_2 \rightarrow \Delta L_1 < \Delta L_2$$



Parte 5

Líquidos

Dilatação dos líquidos



$$\Delta V_{\text{REAL}} = \Delta V_{\text{APARENTE}} + \Delta V_{\text{RECIPIENTE}}$$

$$\gamma_{\text{REAL}} = \gamma_{\text{APARENTE}} + \gamma_{\text{RECIPIENTE}}$$

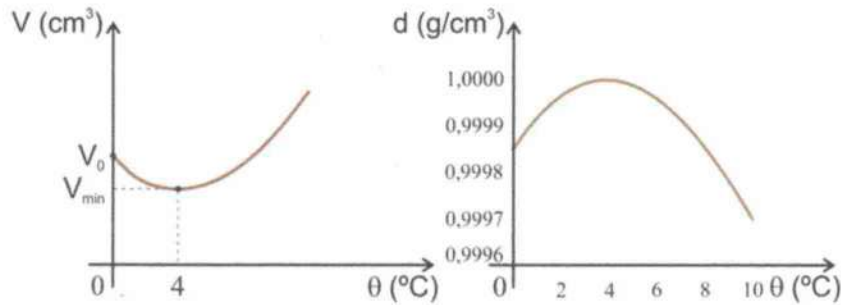
γ_R = coeficiente de dilatação volumétrica real do líquido;
 γ_V = coeficiente de dilatação volumétrica do vaso;
 γ_{ap} = coeficiente de dilatação volumétrica aparente do líquido.



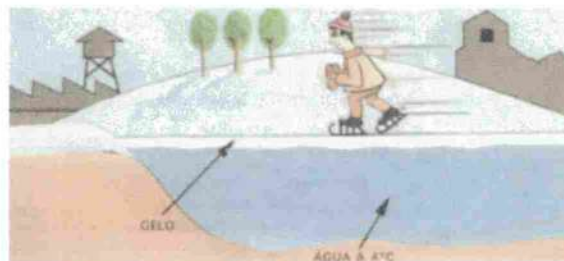
DILATAÇÃO ANÔMALA DA ÁGUA

Os sólidos e líquidos, em geral, têm seu volume aumentado conforme elevamos a temperatura. Entretanto existem algumas substâncias que em determinados intervalos de temperatura, apresentam um comportamento inverso, ou seja, diminuem de volume quando sua temperatura aumenta. Assim essas substâncias têm o coeficiente de dilatação negativo nesses intervalos.

Um exemplo destas substâncias é a água, que apresenta essa anomalia no intervalo de 0°C a 4°C, isto é, neste intervalo de temperatura o volume da água diminui após 4°C ela se dilata normalmente como todos os líquidos. À isso chamamos de **dilatação anômala da água**.



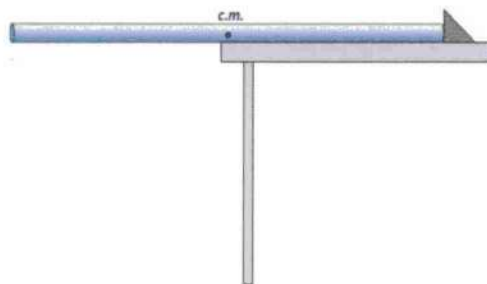
É por este motivo que, em alguns países onde o inverno é rigoroso, os lagos e rios se congelam apenas na superfície, enquanto que, no fundo, encontra-se a água de máxima densidade, isto é, água a 4°C . Este fato é fundamental para a preservação da fauna e flora destes lugares. Se a água não apresentasse esta irregularidade na dilatação, os rios e lagos se congelariam totalmente, causando danos irreparáveis as plantas e animais aquáticos.



DESAFIO

PUCPR

Uma barra fina e homogênea de alumínio, de 1 metro de comprimento, se encontra apoiada sobre uma mesa plana e horizontal. Uma das extremidades da barra fica encostada em um apoio fixo mesa, enquanto a outra extremidade fica para fora da mesa.



O centro de massa da barra se encontra sobre a mesa a 1,0 mm da borda. A temperatura da barra é a mesma do ambiente, que é de 20°C . Se a barra for uniformemente aquecida, acima de qual temperatura a expansão térmica da barra fará com que ela caia da mesa? Desconsidere a expansão térmica da mesa e o atrito entre as extremidades da Barra e o apoio fixo. **Dado:** $\alpha_{\text{Al}} = 2,5 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$



$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$
$$1 = 500 \cdot 2,5 \times 10^{-5} \cdot \Delta T$$
$$\Delta T = 80^\circ\text{C}$$
$$T = 20 + 80 = 100^\circ\text{C}$$

Resposta: 100°C



ANOTAÇÕES

Lined area for notes, consisting of multiple horizontal dashed lines.

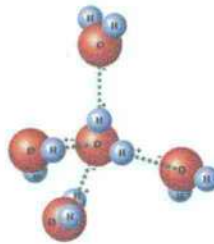


LEITURA

Dilatação anômala da água

Ao aquecermos a água desde os 0°C até os 4°C, sua densidade aumenta (quando deveria diminuir) e somente quando aquecida acima dos 4°C é que se observa a real dilatação.

Para explicar essa particularidade da água, um paradoxo apenas aparente, teremos que fazer um estudo de sua estrutura atômica. As moléculas de água interagem entre si de uma forma ordenada, ou seja, cada uma delas pode atrair somente a quatro outras moléculas vizinhas, cujos centros, como resultado dessa união, formam um tetraedro.



Como consequência disso se forma uma estrutura granulosa e organizada, que dá testemunho ao caráter quase cristalino (pseudocristalino) da água. Fica subentendido que ao falarmos da estrutura da água, como de qualquer outro líquido, nos referimos unicamente a ordenação limitada (*).

À medida que cresce a distância com respeito à molécula considerada (centro do tetraedro), se apreciará gradualmente a alteração dessa ordenação devido à flexão e rompimento das ligações intermoleculares (rompimento de pacotes d'água).

As ligações entre as moléculas dessa estrutura tetraédrica, à medida que aumenta a temperatura, vai se rompendo paulatinamente e com isso cresce o número de moléculas livres que passam a ocupar os espaços vazios dessa estrutura, o que acarretará na diminuição do caráter quase cristalino da água. A estrutura tetraédrica desses aglomerados na água, como substância quase cristalina --- e o posterior empacotamento --- explica devidamente a anomalia das propriedades físicas da água e, em particular, sua anomalia frente a dilatação térmica.

Por um lado, o aumento da temperatura conduz ao aumento das distâncias médias entre os átomos de cada molécula devido ao aumento das amplitudes de oscilação deles no interior das moléculas e, por outro lado, o aumento de temperatura provoca um rompimento da estrutura organizada dos aglomerados, o que, naturalmente, conduz a um empacotamento, mas compacto das mesmas moléculas.

O primeiro efeito (efeito das oscilações) deve conduzir a uma diminuição da densidade da água. Esse é o efeito corrente da dilatação térmica dos sólidos. O segundo efeito (efeito do rompimento da estrutura), pelo contrário, deve conduzir a um aumento da densidade da água à medida que é aquecida. Ao aquecermos a água até os 4°C prevalece o segundo efeito (empacotamento) e, por essa razão, sua densidade aumenta. Acima dos 4°C começa a prevalecer o efeito das oscilações (distanciamento), e por isso a densidade da água diminui.

(*) Um líquido se assemelha mais a um cristal do que aos gases, e isso é indicado pela similitude dos valores das densidades, dos calores específicos e dos coeficientes de dilatação volumétrica dos líquidos e cristais. Também se sabe que o calor de fusão é consideravelmente menor que o calor de vaporização. Todos esses fatores testemunham a notável analogia das forças de coesão das partículas nos cristais e nos líquidos. Uma consequência dessa analogia é também a presença nos líquidos de certa ordenação na distribuição de seus átomos comprovada nos experimentos da dispersão dos raios-X, e que recebe o nome de "ordenação limitada". Ordenação limitada quer dizer que existe uma distribuição ordenada ao redor de um átomo (molécula) arbitrariamente escolhido com certo número de outros átomos (moléculas) em sua proximidade. Ao contrário do que ocorre nos cristais, esta distribuição ordenada com relação a um dado átomo escolhido não se conserva a medida que nos afastamos dele e não conduz a uma formação do retículo cristalino. Todavia, para distâncias pequenas é bastante semelhante à disposição dos átomos da substância considerada no estado sólido.



QUESTÕES PÓS-AULA

As **questões pós-aula** têm a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a “obrigação” de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

Fica a dica: se algum dia um “tema de casa” tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

21. 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 $1 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 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.



22. ENEM. A dilatação dos materiais em função da variação da temperatura é uma propriedade física bastante utilizada na construção de termômetros (como o ilustrado na figura I) construídos a partir de lâminas bimetálicas, como as ilustradas na figura II, na qual são indicados os materiais A e B — antes e após o seu aquecimento.



Com base nas leis da termodinâmica e na dilatação de sólidos sob a influência de temperatura variável, conclui-se que



- A) A a lâmina bimetálica se curvará para a direita, caso o coeficiente de dilatação linear do material B seja maior que o coeficiente de dilatação linear do material A,
 B) B a substância utilizada na confecção do material A é a mesma usada na confecção do material B.
 C) C a lâmina se curvará para a direita, independentemente do tipo de material usado em A e B.
 D) D o coeficiente de dilatação dos materiais é uma função linear da variação da temperatura.
 E) E o coeficiente de dilatação linear é uma grandeza negativa.

23. ENEM.



O quadro oferece os coeficientes de dilatação linear de alguns metais e ligas metálicas:

Substância	Aço	Alumínio	Bronze	Chumbo	Níquel	Latão	Ouro	Platina	Prata	Cobre
Coefficiente de dilatação linear ($\times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	1,2	2,4	1,8	2,9	1,3	1,8	1,4	0,9	2,4	1,7

Para permitir a ocorrência do fato observado na tirinha, a partir do menor aquecimento do conjunto, o parafuso e a porca devem ser feitos, respectivamente, de

- A) aço e níquel.
 B) alumínio e chumbo.
 C) platina e chumbo.
 D) ouro e latão.
 E) cobre e bronze.

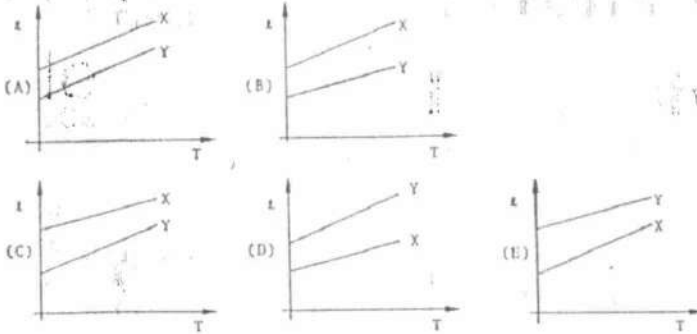
24. UFRGS. Duas esferas maciças e homogêneas, X e Y, de mesmo volume e materiais diferentes, estão ambas na mesma temperatura T. Quando ambas são sujeitas a uma mesma variação de temperatura ΔT , os volumes de X e Y aumentam de 1% e 5%, respectivamente. A razão entre os coeficientes de dilatação linear dos materiais de X e Y, α_x/α_y , é



- A) 1.
 B) 1/2.
 C) 1/4.
 D) 1/5.
 E) 1/10.



25. UFRGS. Duas barras metálicas, X e Y, têm o mesmo coeficiente de dilatação linear, positivo e constante para um certo intervalo de temperatura, mas X é mais comprida do que Y. Analisando a dilatação dessas barras, qual o gráfico que melhor representa os comprimentos (l) das mesmas em função da temperatura (T)?

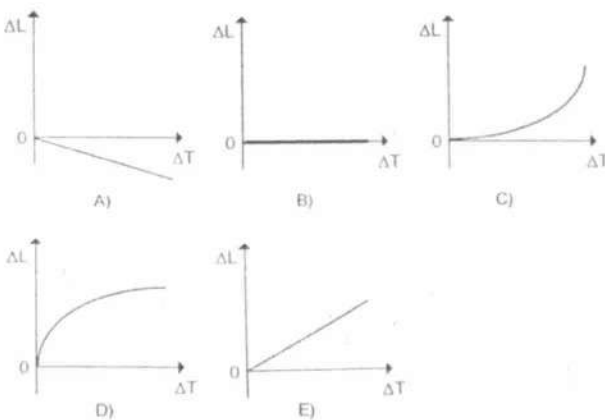


26. UFRGS. O fato de as barras de ferro contidas em uma viga de concreto não provocarem rachaduras no concreto explica-se pela semelhança que existe entre os valores do

- A) calor específico desses materiais.
- B) calor de fusão desses materiais.
- C) coeficiente de condutividade térmica desses materiais.
- D) coeficiente de dilatação linear desses materiais.
- E) coeficiente de atrito desses materiais.



27. UFRGS. Uma barra retilínea e uniforme, feita de um material cujo coeficiente de dilatação linear é positivo e independente da temperatura, recebe calor de uma fonte térmica. Entre os gráficos abaixo, qual o que melhor representa a variação ΔL do comprimento da barra como função da variação ΔT de sua temperatura?



28. PUCRS. O piso de concreto de um corredor de ônibus é constituído de seções de 20m separadas por juntas de dilatação. Sabe-se que o coeficiente de dilatação linear do concreto é $12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, e que a variação de temperatura no local pode chegar a 50°C entre o inverno e o verão. Nessas condições, a variação máxima de comprimento, em metros, de uma dessas seções, devido à dilatação térmica, é





- A) $1,0 \times 10^{-2}$
- B) $1,2 \times 10^{-2}$
- C) $2,4 \times 10^{-4}$
- D) $4,8 \times 10^{-4}$
- E) $6,0 \times 10^{-4}$

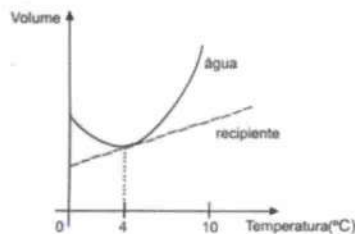
29. PUCRS. O alumínio é um material que dilata isotropicamente, ou seja, dilata igualmente em todas as direções. Um anel como o mostrado na figura a seguir foi recortado de uma lâmina uniforme de alumínio.



Elevando-se uniformemente a temperatura desse anel, verifica-se que

- A) o diâmetro externo do anel de alumínio aumenta enquanto o do orifício se mantém constante.
- B) o diâmetro do orifício diminui enquanto o diâmetro do anel de alumínio aumenta.
- C) a área do orifício aumenta um percentual maior que a área do anel de alumínio.
- D) a expansão linear faz com que o anel tome a forma de uma elipse.
- E) a área do orifício aumenta o mesmo percentual que a área do anel de alumínio.

30. 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:

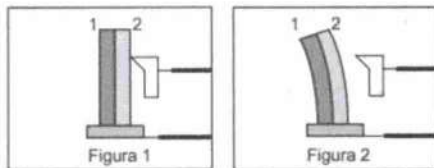
- I. O recipiente estará completamente cheio de água, sem haver deramamento, apenas quando a temperatura for 4°C .
- II. A água transbordará apenas se sua temperatura e a do recipiente assumirem simultaneamente valores acima de 4°C .
- III. A água transbordará se sua temperatura e a do recipiente assumirem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

31. PUCRS. Um termostato é um dispositivo utilizado para controlar a temperatura em diversos equipamentos elétricos. Um dos tipos de termostato é construído com duas lâminas metálicas 1 e 2, firmemente ligadas, conforme a Figura 1.

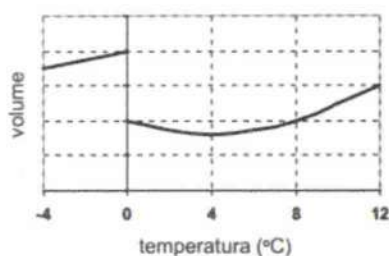


Quando a temperatura aumenta, o conjunto se curva em forma de arco (Figura 2), fazendo com que, a partir de certa temperatura, o circuito seja aberto, interrompendo a passagem de corrente elétrica. Supondo que a lâmina seja constituída de ferro e cobre, cujos coeficientes de dilatação linear médios são, respectivamente, $1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e $1,7 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, para produzir-se o efeito descrito, a lâmina _____ deve ter coeficiente de dilatação _____ do que a outra, correspondendo, portanto, ao _____.

As informações que preenchem correta e respectivamente as lacunas estão reunidas em

- A) 1 menor ferro
- B) 1 menor cobre
- C) 1 maior cobre
- D) 2 menor ferro
- E) 2 maior ferro

32. PUCRS. A água apresenta um comportamento incomum entre 0 e 4°C : nesse intervalo de temperatura, enquanto a temperatura diminui, a água se expande, ao contrário do que acontece, em geral, com outras substâncias. Esse comportamento permite a sobrevivência da fauna e flora aquáticas durante o inverno. No gráfico que segue, o volume da substância água é relacionado com a sua temperatura em graus Celsius ($^\circ\text{C}$).





A propósito das informações anteriores, afirma-se:

- I. Em temperatura ambiente acima de 4°C , a água no fundo do lago apresentará temperatura mais baixa do que a da superfície.
- II. Em temperatura ambiente inferior a 0°C , a água ficará congelada na superfície e líquida em profundidades maiores, pois o gelo da superfície isola termicamente as águas mais profundas.
- III. Em qualquer temperatura ambiente, a temperatura da água será a mesma em todas as profundidades.

A(s) afirmativa(s) correta(s) é/são, apenas,

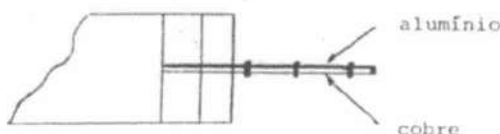
- A) I.
- B) II.
- C) III.
- D) I e II.
- E) II e III.

33. PUCRS. Uma parede de concreto cujo coeficiente de dilatação linear é de $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, tem pela manhã, a 20°C , uma superfície inicial de 50 m^2 . No meio da tarde, essa parede, exposta ao sol, atinge uma temperatura de 50°C . Devido à dilatação térmica, o valor do acréscimo de sua superfície, no meio da tarde, em cm^2 , será

- A) 15
- B) 30
- C) 60
- D) 150
- E) 300



34. PUCRS. Uma lâmina metálica é construída, rebitando-se uma lâmina de alumínio de coeficiente de dilatação linear $2,4 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ a uma lâmina de cobre de coeficiente de dilatação linear $1,6 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Na temperatura de 20°C , a lâmina é reta e horizontal, fixa a um suporte como mostra a figura.



Considerando-se a dilatação e a forma que a lâmina assume para temperaturas diferentes de 20°C , é correto afirmar que

- A) a temperaturas superiores a 20°C , a lâmina permanecerá reta.
- B) a temperaturas superiores a 20°C , a lâmina se curvará para baixo.
- C) a temperaturas superiores a 20°C , a lâmina se curvará para cima.
- D) em qualquer temperatura a lâmina se curvará para baixo.
- E) em qualquer temperatura a lâmina se curvará para cima.





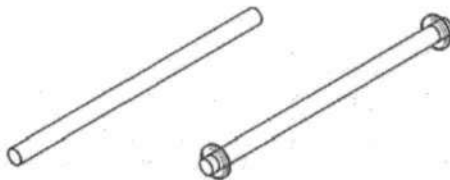
35. UCPEL. Ao tirar a mesa do almoço, alguém empilhou os copos; dois deles não se quiseram desgrudar. Considerando o efeito da dilatação térmica, pode-se afirmar que é possível retirar um copo de dentro do outro se

- A) colocar água quente no copo de dentro.
- B) colocar os dois em um recipiente com água quente (de forma que somente o de fora ficasse em contato com água).
- C) colocar os dois em um recipiente com água gelada (de forma que somente o de fora ficasse em contato com água).
- D) mergulhar ambos totalmente em água quente.
- E) mergulhar ambos totalmente em água gelada.



36. ACAFE. Brinquedo das "antigas", o carrinho de rolimã é o nome dado a um carrinho, geralmente construído de madeira com um eixo móvel montado com rolamentos de aço (dispensados por mecânicas de automóveis), utilizado para controlar o carrinho enquanto este desce pela rua.

Carrinho de Rolimã - eixo cilíndrico



Ao construir devemos encaixar firmemente os rolamentos no eixo cilíndrico de determinado metal com diâmetro um pouco maior que o diâmetro interno do rolamento de aço. Para esse procedimento aquecemos ambos para o encaixe e depois resfriamos. Sendo assim, o coeficiente de dilatação do metal utilizado em relação ao coeficiente de dilatação do aço deve ser:

- A) igual ou maior
- B) maior
- C) igual
- D) menor



37. Num dia de inverno em que a temperatura ambiente é de $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, o espaçamento entre dois trilhos consecutivos de 50 m de comprimento cada, de uma linha ferroviária é de 4,4 cm. Sabendo que o coeficiente de dilatação linear da linha ferroviária é de $1,2 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, podemos afirmar que num dia de verão em que a temperatura ambiente é de $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, o ocorre novo espaçamento entre dois trilhos consecutivos desta linha ferroviária medirá. Observação: considere que as extremidades de trilhos consecutivos estão livres para expandir.

- A) 5,0 cm.
- B) 3,4 cm.
- C) 3,0 cm.
- D) 2,4 cm.
- E) 2,0 cm.





38. UFRGS. O diâmetro de um disco de metal aumenta 0,22% quando o disco é submetido a uma variação de temperatura de 100 °C. Qual é o valor que melhor representa o coeficiente de dilatação linear do metal de que é feito o disco?



- A) $22 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$
- B) $22 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$
- C) $11 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$
- D) $22 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
- E) $11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

39. Em uma aula de Física Experimental, uma chapa metálica, com um orifício circular no centro, é aquecida de 26 °C para 52 °C. Como consequência desse aquecimento, podemos concluir que o diâmetro do orifício



- A) duplica no seu tamanho.
- B) reduz-se à metade do seu tamanho inicial.
- C) não sofre variação alguma.
- D) aumenta um pouco no seu tamanho.
- E) diminui um pouco no seu tamanho.

40. Sabendo-se que a dilatação linear de uma barra de certo material de comprimento inicial L_0 , sujeita a uma variação de temperatura Δt é dada pela expressão

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta t,$$



considere as seguintes afirmativas.

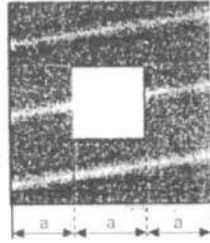
- I. Barras de diferentes materiais, sujeitos à mesma variação de temperatura, poderão sofrer a mesma variação de comprimentos.
- II. Para duas barras com diferentes coeficientes de dilatação, sujeitas à mesma variação de temperatura, a que tiver o maior coeficiente de dilatação sempre sofrerá uma maior variação de comprimento.
- III. Para barras de mesmo material, sujeitas à mesma variação de temperatura, quanto maior for o comprimento inicial da barra, maior será a dilatação.

Pode-se afirmar que

- A) apenas a afirmativa I está correta.
- B) apenas as afirmativas I e III estão corretas.
- C) apenas as afirmativas I e II estão corretas.
- D) apenas as afirmativas II e III estão corretas.
- E) todas as afirmativas estão corretas.

41. Uma chapa quadrada de metal tem um furo quadrado no centro. Considere as dimensões indicadas na figura. Aumentando-se a temperatura da chapa, o seu perímetro aumenta 30 mm.





Nesse caso, o perímetro do furo irá

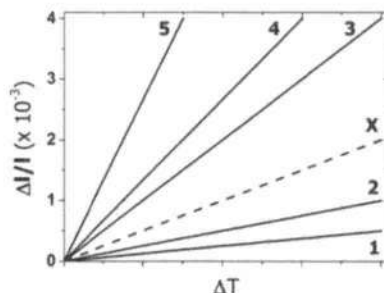
- A) permanecer o mesmo.
- B) diminuir 30 mm.
- C) aumentar 30 mm.
- D) diminuir 10 mm.
- E) aumentar 10 mm

42. 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 bimetalica. 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 bimetalica é o coeficiente de



- A) dureza.
- B) elasticidade.
- C) dilatação térmica.
- D) compressibilidade.
- E) condutividade elétrica.

43. UFRGS. Duas barras metálicas, X e Y, de mesmo comprimento (l) em temperatura ambiente T_0 , são aquecidas uniformemente até uma temperatura T . Os materiais das barras têm coeficientes de dilatação linear, respectivamente α_X e α_Y , que são positivos e podem ser considerados constantes no intervalo de temperatura $\Delta T = T - T_0$. Na figura abaixo, a reta tracejada X representa o acréscimo relativo $\Delta l/l$ no comprimento da barra X, em função da variação da temperatura.

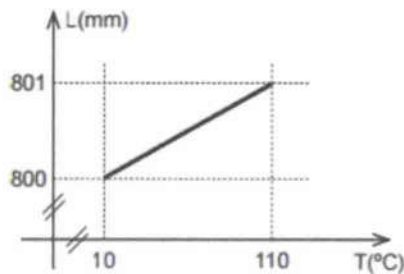




Sabendo que $\alpha_Y = 2\alpha_X$, assinale a alternativa que indica a reta que melhor representa o acréscimo $\Delta l/l$ no comprimento da barra Y, em função da variação da temperatura.

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

44. PUCRS. Num laboratório, um grupo de alunos registrou o comprimento L de uma barra metálica, à medida que sua temperatura T aumentava, obtendo o gráfico abaixo. Pela análise do gráfico, o valor do coeficiente de dilatação do metal é



- A) $1,05 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$
- B) $1,14 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$
- C) $1,18 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$
- D) $1,22 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$
- E) $1,25 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$

45. A temperatura de um corpo homogêneo aumenta de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ para $920 \text{ }^\circ\text{C}$ e ele continua em estado sólido. A variação porcentual do volume do corpo foi de $3,24\%$. O coeficiente de dilatação linear médio do material, em $10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, vale



- A) 12,0
- B) 24,0
- C) 32,4
- D) 120
- E) 240



Aula 27

Calor I

PARTE 1

Estudar a Parte 1 – P.41 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 1 se necessário
Fazer a Leitura 1 – P.51
Fazer as questões 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 76, 83, 84, 85 e 88

PARTE 2

Estudar a Parte 2 – P.45 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 2 se necessário
Fazer a Leitura 2 – P.52
Analisar os Desafios – P.47
Fazer as questões 51, 62, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 86, 87, 89 e 90



A **trilha de aprendizagem** acima indica ao aluno o **caminho do seu estudo nessa aula**. **Rever a aula e as anotações** inicialmente, antes de seguir para as questões pós-aula, é fundamental para se preparar corretamente em relação as questões que serão resolvidas. **Fazer as leituras do livro e aquelas indicadas após a aula**, bem como **vídeos indicados**, ampliam seu conhecimento sobre o assunto. Apenas **após esses passos** orientamos você a partir para as **questões pós-aula**.



▪ **Parte 1**

Variação de Temperatura

Variação de temperatura

CALOR ESPECÍFICO (c)

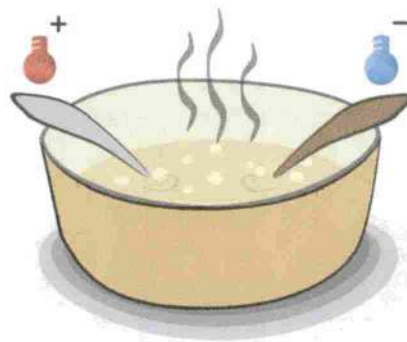
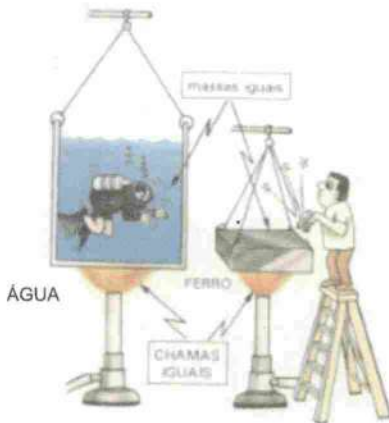
Informa a quantidade de energia térmica necessária para que um grama de determinada substância varie sua temperatura em uma unidade.

Unidades: [SI] J / kg.K
[prática] cal / g.°C

Obs.: O calor específico é característico da substância. Nos sólidos e líquidos varia ligeiramente com a temperatura. Quando o intervalo de variação de temperatura é muito grande, o calor específico pode apresentar diferenças consideráveis.

Calores específicos	
Substância	c (cal / g.°C)
Água	1,00
Gelo	0,55
Vapor d'água	0,50
Alumínio	0,22
Vidro	0,20
Ferro	0,11
Latão	0,094
Cobre	0,093
Prata	0,056
Mercúrio	0,033
Chumbo	0,031

Quando dois corpos de massas iguais recebem iguais quantidades de calor, o de menor calor específico sofrerá maior elevação de temperatura.



CAPACIDADE TÉRMICA (C)

Informa a quantidade de energia térmica necessária para que um corpo de massa qualquer varie sua temperatura em uma unidade.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = c \cdot m$$

Unidades: [SI] J / K
[prática] cal / °C

Obs.: A capacidade térmica é característica do corpo.

Corpos de mesmo material, mas de massas diferentes, têm capacidades térmicas diferentes.





QUANTIDADE DE CALOR SENSÍVEL (Q_s)

Quantidade de energia térmica que quando cedida ou recebida pelo corpo provoca exclusivamente **variação em sua temperatura** e, conseqüentemente em sua **energia interna**, não provocando mudança de estado físico.

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T = C \cdot \Delta T$$

A quantidade de calor trocada por um corpo depende do material que o constitui

A quantidade de calor trocada por um corpo é diretamente proporcional à variação de sua temperatura.

As unidades da massa e da energia são determinadas pelas unidades do calor específico e da capacidade térmica.

POTÊNCIA TÉRMICA – fluxo de calor (P)

Informa a quantidade de calor trocada na unidade de tempo.

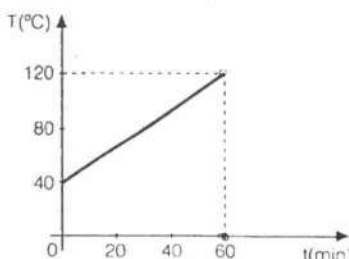
$$P = \frac{Q}{\Delta t}$$

Unidades : [S.I.] watt (W) = J/s
[outras] cal / s; J / min; ...

LEMBRE-SE : 1 cal = 4,18 J

MODELAGEM

Uma fonte fornece a 600 g de uma substância um fluxo calorífico constante de 600 cal/min, fazendo com que a temperatura (T) da substância varie com o tempo (t) segundo o diagrama dado.



Nessas condições, podemos afirmar que o calor específico da substância em $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ é

- A) 0,10
- B) 0,25
- C) 0,50
- D) 0,75
- E) 1,00

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$P \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$600 \text{ cal/min} \cdot 60 \text{ min} = 600 \text{ g} \cdot c \cdot (120 - 40)$$

$$c = 0,75 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

Resposta: D



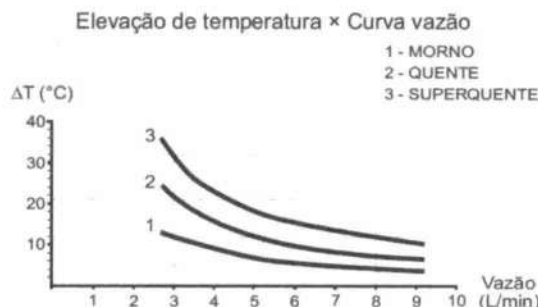
MODELAGEM

ENEM

No manual fornecido pelo fabricante de uma ducha elétrica de 220 V é apresentado um gráfico com a variação da temperatura da água em função da vazão para três condições (morno, quente e superquente). Na condição superquente, a potência dissipada é de 6 500 W. Considere o calor específico da água igual a 4 200 J/(kg °C) e densidade da água igual a 1 kg/L.

Com base nas informações dadas, a potência na condição morno corresponde a que fração da potência na condição superquente?

- A) 1/3
- B) 1/5
- C) 3/5
- D) 3/8
- E) 5/8



Buscamos P_M/P_{sq} .

A P_{sq} já temos dada no texto, **6500 W**.

A P_M buscamos encontrando a potência dividindo o calor pelo tempo.

Para **3L/min** e $\Delta T = 12^\circ C$:

$$P_M = Q_M / \Delta t = 3 \text{ kg} \cdot 4200 \text{ J/kg} \cdot 12^\circ C / 60 \text{ s} = \mathbf{2520 \text{ W}}$$

$$P_M/P_{sq} = 2520/6500 = \mathbf{3/8}$$

Resposta: D

MODELAGEM

ENEM.

O Inmetro procedeu à análise de garrafas térmicas com ampolas de vidro, para manter o consumidor informado sobre a adequação dos produtos aos Regulamentos e Normas Técnicas. Uma das análises é a de eficiência térmica. Nesse ensaio, verifica-se a capacidade da garrafa térmica de conservar o líquido aquecido em seu interior por determinado tempo. A garrafa é completada com água a 90 °C até o volume total. Após 3 horas, a temperatura do líquido é medida e deve ser, no mínimo, de 81 °C para garrafas com capacidade de 1 litro, pois o calor específico da água é igual a 1 cal/g°C. Atingindo a água 81 °C nesse prazo, a energia interna do sistema e a quantidade de calor perdida para o meio são, respectivamente,

- A) menor e de 900 cal.
- B) maior e de 900 cal.
- C) menor e de 9.000 cal.
- D) maior e de 9.000 cal.
- E) constante e de 900 cal.



$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q_s = 1000 \cdot 1 \cdot (81 - 90)$$

$$Q_s = -9000 \text{ cal}$$

Resposta: C



MODELAGEM

PUCRS.

Dois blocos A e B, constituídos de materiais diferentes, têm massas iguais. Esses blocos apresentam temperaturas de 0°C e 100°C, respectivamente, quando são colocados em contato térmico entre si. Mantendo-se os blocos perfeitamente isolados do meio externo, é correto afirmar que a temperatura dos mesmos no equilíbrio térmico é

- A) maior que 50°C se a capacidade térmica de B for maior que a de A.
- B) maior que 50°C se a quantidade de calor absorvida por B for maior que a absorvida por A.
- C) igual a 50°C se a quantidade de calor absorvida por B for igual à perda por A.
- D) menor que 50°C se a quantidade de calor absorvida por B for maior que a absorvida por A.
- E) menor que 50°C se a capacidade térmica de B for maior que a de A.

$$Q_A + Q_B = 0$$

$$C_A \cdot \Delta T_A + C_B \cdot \Delta T_B = 0$$

aquece $\Delta T_A > 0$ resfria $\Delta T_B < 0$

$$C_A \cdot \Delta T_A = C_B \cdot \Delta T_B$$

$C_A > C_B \rightarrow \Delta T_A < \Delta T_B \rightarrow T_F < 50^\circ\text{C}$

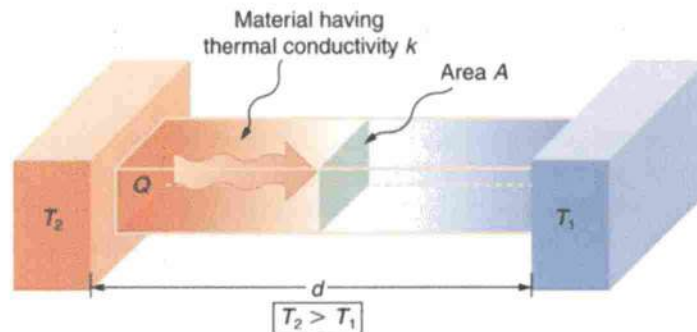
$C_A = C_B \rightarrow \Delta T_A = \Delta T_B \rightarrow T_F = 50^\circ\text{C}$

$C_A < C_B \rightarrow \Delta T_A > \Delta T_B \rightarrow T_F > 50^\circ\text{C}$

Resposta: A

CONDUÇÃO TÉRMICA

Transmissão em que a energia térmica se propaga por meio da agitação molecular.



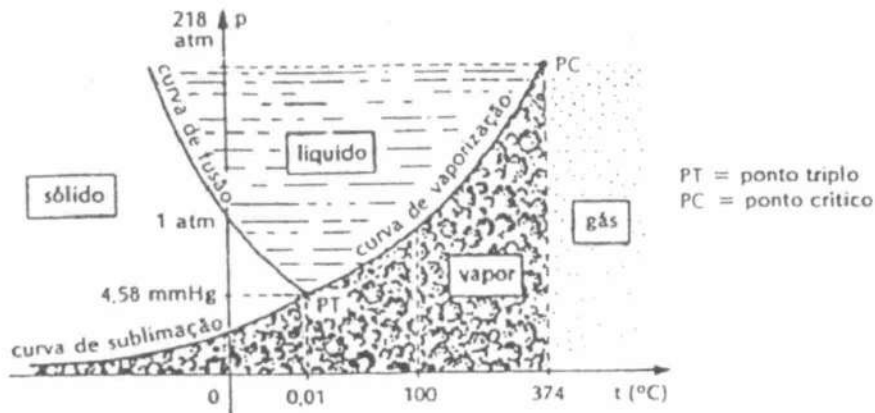
Lei de Fourier:
$$\phi = \frac{K \cdot A \cdot (T_2 - T_1)}{e}$$

- onde:**
- ϕ - fluxo de calor (J/s)
 - K - coeficiente de condutibilidade térmica do material (W/m.K)
 - A - área (m²)
 - T - temperaturas (K)
 - e - espessura do material (m)



Mudança de estado

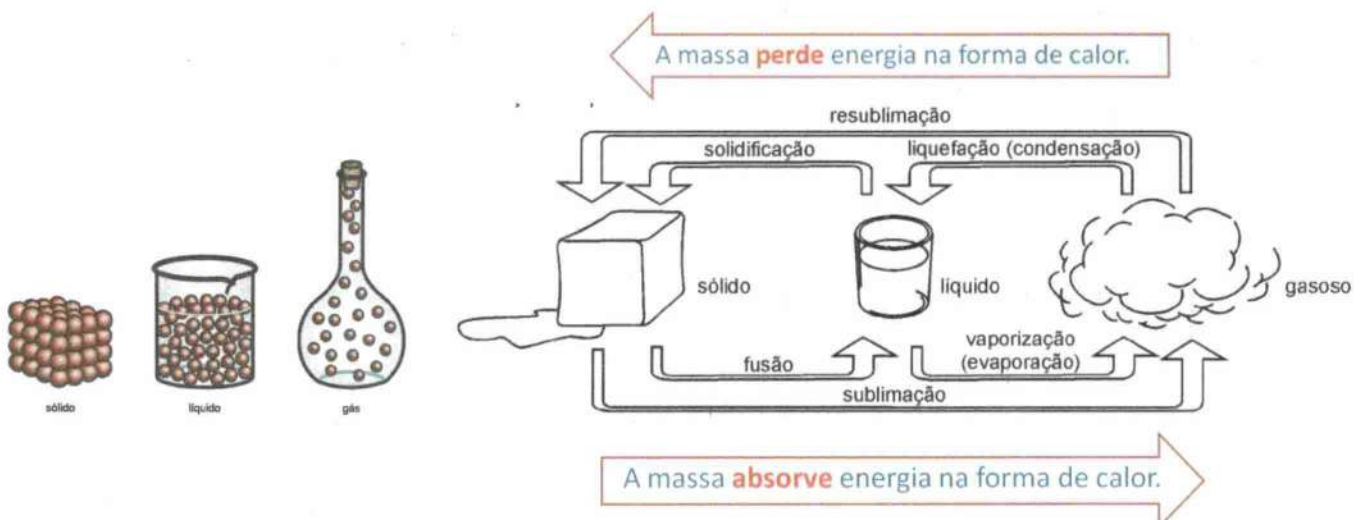
A **pressão** e a **temperatura** a que uma substância for submetida determinarão o estado físico no qual ela se apresentará.



Estado sólido - os átomos das substâncias se encontram muito próximos uns dos outros e ligados por forças elétricas relativamente grandes. Eles não sofrem translação ao longo do sólido mas encontram-se em constante movimento de vibração (agitação térmica) em torno de uma posição média de equilíbrio. Em virtude da forte ligação entre os átomos, os sólidos possuem algumas características, tais como o fato de apresentarem uma forma própria e de oferecerem uma certa resistência a deformações.

Estado líquido - os átomos da substância se encontram mais afastados uns dos outros do que no estado sólido e as forças de ligação entre eles são mais fracas. O movimento de vibração dos átomos se faz mais livremente, permitindo que eles sofram pequenas translações no interior do líquido. É por esse motivo que os líquidos podem escoar com certa facilidade, não oferecem resistência a penetração e tomam a forma do recipiente onde são colocados.

Estado gasoso - a separação entre os átomos ou moléculas de uma substância no estado gasoso é muito maior do que nos sólido e líquidos, sendo praticamente nula a força de ligação entre eles. Por esse motivo movimentam-se livremente em todas as direções, não apresentando forma definida e ocupando o volume total do recipiente onde estão contidos.





CALOR LATENTE (L)

Característico da substância e da mudança de estado. Informa a quantidade de calor a ser trocada para a unidade de massa sofrer a mudança de estado.

Unidade : [SI] J / kg
[prática] cal / g

L > 0

Mudanças de estado em que ocorre **absorção de calor** (fusão, vaporização e sublimação S→G)

L > 0

Mudanças de estado em que ocorre **liberação de calor** (solidificação, condensação e sublimação G→S)

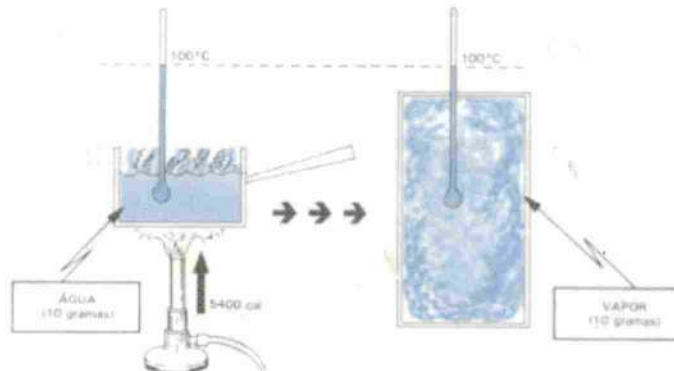
QUANTIDADE DE CALOR LATENTE (Q_L)

Quantidade de energia térmica a ser liberada ou absorvida por um corpo de massa qualquer durante uma **mudança de estado**. Durante uma mudança de estado a **temperatura da amostra não se altera**, apesar da sua **energia interna variar**.

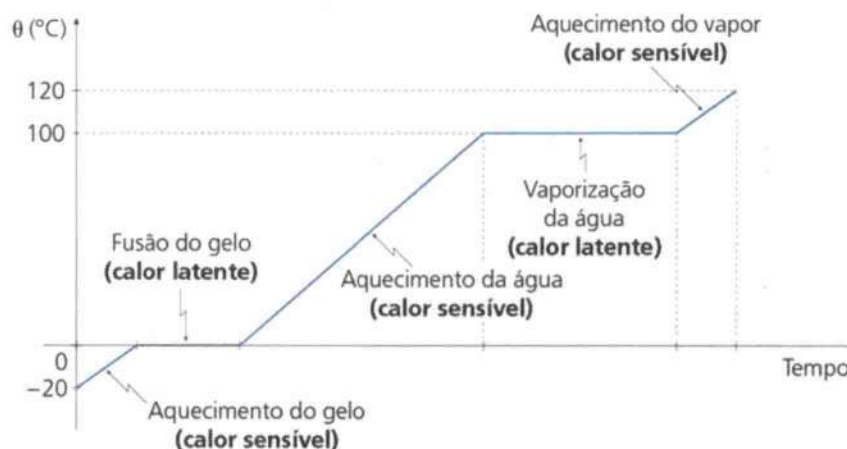
$$Q_L = m \cdot L$$



EXEMPLO



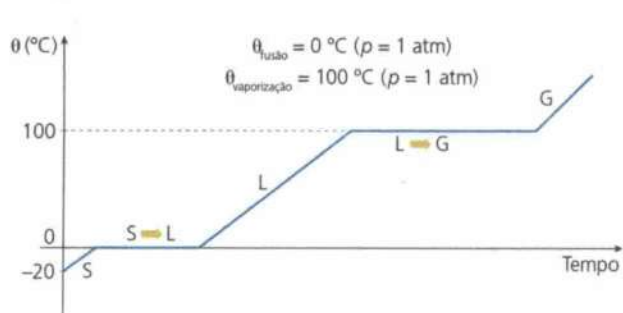
CURVAS DE AQUECIMENTO E RESFRIAMENTO



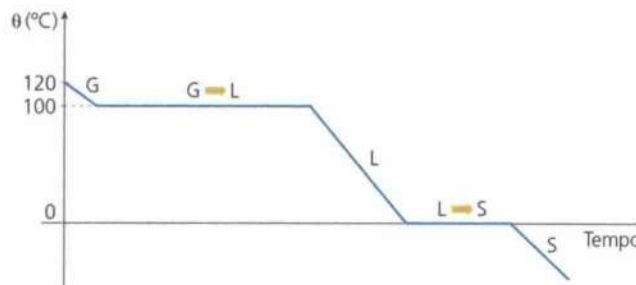


Exemplo - água à pressão de 1 atm

Curva de aquecimento



Curva de resfriamento



DESAFIO

ENEM.

Durante a primeira fase do projeto de uma usina de geração de energia elétrica, os engenheiros da equipe de avaliação de impactos ambientais procuram saber se esse projeto está de acordo com as normas ambientais. A nova planta estará localizada à beira de um rio, cuja temperatura média da água é de 25 °C, e usará a sua água somente para refrigeração. O projeto pretende que a usina opere com 1,0 MW de potência elétrica e, em razão de restrições técnicas, o dobro dessa potência será dissipada por seu sistema de arrefecimento, na forma de calor. Para atender a resolução número 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, com uma ampla margem de segurança, os engenheiros determinaram que a água só poderá ser devolvida ao rio com um aumento de temperatura de, no máximo, 3 °C em relação à temperatura da água do rio captada pelo sistema de arrefecimento. Considere o calor específico da água igual a 4 kJ/(kg °C). Para atender essa determinação, o valor mínimo do fluxo de água, em kg/s, para a refrigeração da usina deve ser mais próximo de:

- A) 42
- B) 84
- C) 167
- D) 250
- E) 500

$$Q = P \cdot \Delta t$$

$$Q = 2000 \text{ kW} \cdot 1 \text{ s}$$

$$Q = 2000 \text{ kJ}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$2000 \text{ kJ} = m \cdot 4 \text{ kJ/kg} \cdot 3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m = 166.66 \text{ kg}$$

Resposta: C

DESAFIO

UFRGS 2019

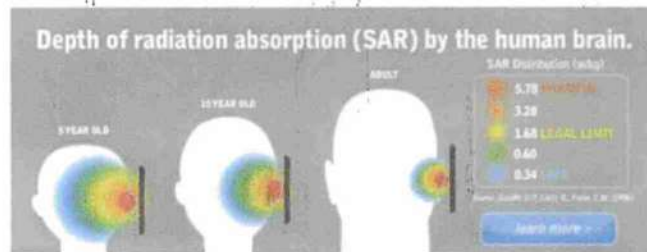
A telefonia celular utiliza radiação eletromagnética na faixa da rádio-frequência (RF: 10 MHz - 300 GHz) para as comunicações. Embora não ionizantes, essas radiações ainda podem causar danos aos tecidos biológicos através do calor que elas transmitem. A taxa de absorção específica (SAR- *specific absorption rate*) mede a taxa na qual os tecidos biológicos absorvem energia quando expostos às RF's, e é medida em watt por quilograma de massa do tecido (W/kg).

No Brasil, a Agência Nacional de Telecomunicações, ANATEL, estabeleceu como limite o valor de 2 W/kg para a absorção pelas regiões da cabeça e tronco humanos. Os efeitos nos diferentes tecidos são medidos em laboratório. Por exemplo, uma amostra de tecido do olho humano exposta por 6 minutos à RF de 950 MHz, emitida por um telefone celular, resultou em uma SAR de 1,5 W/kg.



Considerando o calor específico desse tecido de $3600 \text{ J}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$, sua temperatura (em $^\circ\text{C}$) aumentou em

- A) 0,0025.
- B) 0,15.
- C) 0,25.
- D) 0,67.
- E) 1,50.



$\Delta t = 6 \text{ minutos}$

$\text{SAR} = 1,5 \text{ W/kg}$

$c = 3600 \text{ J}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$P \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$1,5 \text{ W} \cdot 360 \text{ s} = 1 \text{ kg} \cdot 3600 \text{ J}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = 0,15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Resposta: B

DESAFIO

ULBRA.

Uma barra metálica, maciça, tem o formato quadrangular. O material que a constitui tem condutibilidade térmica $50,0 \text{ cal}/\text{s} \cdot \text{cm} \cdot ^\circ\text{C}$. Sendo o seu comprimento de 40 cm , e aresta de 2 cm e que uma de suas extremidades é mantida a 120°C e a outra em gelo a 0°C , determine quantos gramas de gelo derretem em meio minuto. (Considere o calor latente de fusão do gelo; $L_F = 80 \text{ cal}/\text{g}$)

- A) 225,00 g
- B) 112,50 g
- C) 18,75 g
- D) 7,50 g
- E) 3,75 g

$$\phi = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{e}$$

$$\frac{Q}{\Delta t} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{e}$$

$$\frac{Q}{30 \text{ s}} = \frac{(50 \frac{\text{cal}}{\text{s}} \cdot \text{cm} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (2 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm}) \cdot (120 - 0)}{40 \text{ cm}}$$

$$\frac{Q}{30 \text{ s}} = \frac{(50 \frac{\text{cal}}{\text{s}} \cdot \text{cm} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (4 \text{ cm}^2) \cdot (120 \text{ } ^\circ\text{C})}{40 \text{ cm}}$$

$$Q = 18000 \text{ cal}$$

$$m \cdot 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} = 18000 \text{ cal}$$

$$m = 225 \text{ g}$$

Resposta: A

 DESAFIO

ENEM 2019.

O objetivo de recipientes isolantes térmicos é minimizar as trocas de calor com o ambiente externo. Essa troca de calor é proporcional à condutividade térmica k e à área interna das faces do recipiente, bem como à diferença de temperatura entre o ambiente externo e o interior do recipiente, além de ser inversamente proporcional à espessura das faces. A fim de avaliar a qualidade de dois recipientes **A** (40 cm × 40 cm × 40 cm) e **B** (60 cm × 40 cm × 40 cm), de faces de mesma espessura, uma estudante compara suas condutividades térmicas k_A e k_B . Para isso suspende, dentro de cada recipiente, blocos idênticos de gelo a 0 °C, de modo que suas superfícies estejam em contato apenas com o ar. Após um intervalo de tempo, ela abre os recipientes enquanto ambos ainda contêm um pouco de gelo e verifica que a massa de gelo que se fundiu no recipiente **B** foi o dobro da que se fundiu no recipiente **A**. A razão k_A/k_B é mais próxima de

- A) 0,50.
- B) 0,67.
- C) 0,75.
- D) 1,33.
- E) 2,00.

Em primeiro lugar calma. Tudo o que precisamos está no enunciado da questão. E um pouquinho na tua capacidade de imaginar.

Vamos imaginar os recipientes que estão sendo utilizados:



Agora vamos ler a questão, e concluir que:

$$Q \propto K \cdot S \cdot \Delta T / e$$

Como a questão indica que a variação de temperatura entre o interior das caixas e o exterior é a mesma e a espessura também, temos apenas dois fatores influenciando:

$$Q \propto K \cdot S$$

Agora o "pulo do gato": Se a massa fundida em B foi o dobro da massa fundida em A e $Q_L = m \cdot L$, concluímos que $Q_B = 2 \cdot Q_A$.

Não esqueça. A caixa troca calor por todas as 6 faces, então temos 6 áreas de troca retangulares ($S = x \cdot y$).

$$\begin{aligned} Q_B &= 2 \cdot Q_A \\ K_B \cdot S_B &= 2 \cdot K_A \cdot S_A \\ K_B \cdot (2 \cdot 40 \cdot 40 + 4 \cdot 40 \cdot 60) &= 2 \cdot K_A \cdot (6 \cdot 40 \cdot 40) \\ 12800 K_B &= 19200 K_A \\ K_A/K_B &= 0,67 \end{aligned}$$

Resposta: B



ANOTAÇÕES

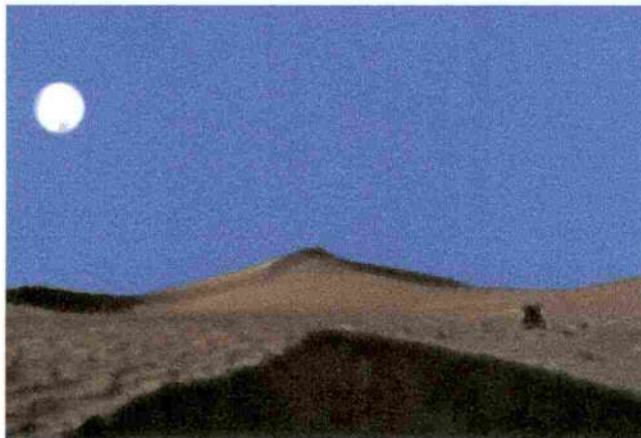
A large rectangular area with horizontal dashed lines for writing notes.



LEITURA 1

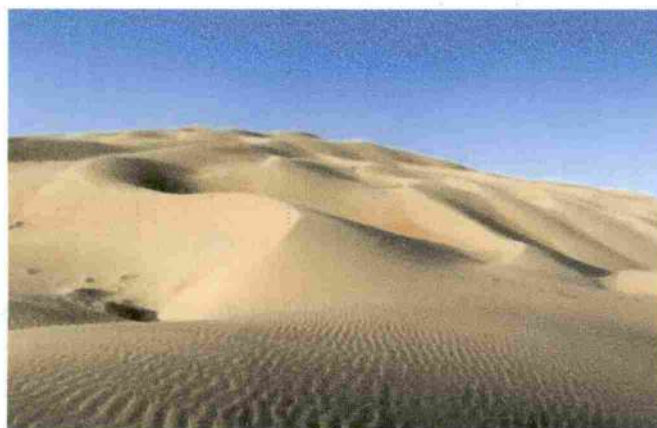
Amplitude térmica nos desertos

Você já deve ter ouvido falar que os desertos são muitíssimos quentes de dia e terrivelmente frios de noite, mas por que isso mesmo?



Isso acontece porque, nos desertos, a baixíssima umidade do ar faz com que ele não retenha o calor que incide durante o dia. Com pouco vapor d'água na atmosfera, quase não há formação de nuvens, que ajudam a evitar oscilações de temperatura. As nuvens funcionam como uma espécie de estufa, que retém o calor absorvido pela superfície terrestre, evitando grandes perdas durante a madrugada também o fato de não haver vegetação em quantidade, dificulta a manutenção do calor no solo.

Mas principalmente por um fenômeno chamado **AMPLITUDE TÉRMICA** que é a diferença entre a temperatura máxima e a temperatura mínima registrada num determinado período de tempo.



Acontece porque os desertos (os quentes, os frios não nos interessa nesta postagem) tem chão arenoso, e a areia tem alta amplitude térmica, ou seja, grande possibilidade de reter calor e de perder calor e sem água para regular a amplitude que faz com que esse fenômeno aconteça com grande oscilação.

Conceito de Amplitude Térmica

A expressão Amplitude Térmica designa a diferença entre a temperatura máxima e a temperatura mínima registrada num determinado período de tempo. Por exemplo, a amplitude térmica anual designa a diferença entre a temperatura média do mês mais quente e a temperatura média do mês mais frio; no caso da amplitude térmica diária, refere-se à diferença entre a temperatura máxima e mínima de um dia.



LEITURA 2

Condução de calor

É o processo de transferência de energia através de um meio material, sem transporte de matéria. a energia térmica se propaga de partícula para partícula do meio. Ocorre principalmente nos materiais sólidos.

O modelo que relaciona a temperatura com o movimento das partículas pode ser usado para explicar a condução de calor através de um corpo. A medida que recebem calor, os átomos ou moléculas do corpo vibram mais intensamente e a energia cinética dessas partículas é transferida sucessivamente de uma partícula para outra, essa transferência de energia cinética é a propagação de calor.

Como o calor se propaga de partícula para partícula, corpos mais densos, com maior número de partícula por unidade de volume, especialmente partículas livres, são bons condutores. Isto explica por que os metais são bons condutores. Pelo mesmo motivo, os líquidos e gases não são bons condutores de calor.

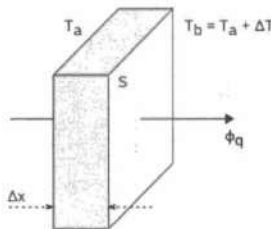
Os materiais em que a condução térmica praticamente não ocorre são chamados isolantes térmicos, por exemplo, a madeira e o isopor.

A quantidade de calor que atravessa um condutor, por unidade de tempo, chama-se **fluxo de calor** (ϕ).

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

A lei que rege esse processo de transmissão de calor foi determinada experimentalmente pelo matemático francês Jean-Baptiste Fourier (1768-1830).

A **lei de Fourier** diz que a quantidade de calor Q que atravessa uma parede, sob uma diferença de temperatura constante, é diretamente proporcional à área da secção transversal S , à diferença de temperatura ($\Delta\theta$) entre as regiões separadas pela parede e ao tempo (Δt) de transmissão e inversamente proporcional à extensão atravessada, ou espessura (Δx) da parede. Na figura abaixo, podemos ver um recipiente fechado, onde a temperatura interna é T_2 e a temperatura externa é T_1 . Sendo a temperatura interna maior que a externa, o calor passa, espontaneamente, de dentro para fora do recipiente, por condução.



$$Q = \frac{k \cdot S \cdot \Delta\theta \cdot \Delta t}{\Delta x}$$

A quantidade de calor que atravessa as paredes do recipiente é diretamente proporcional à diferença entre as temperaturas, à área e ao tempo de contato. A quantidade de calor transmitido, de molécula para molécula, é inversamente proporcional à espessura (Δx) das paredes do recipiente.

Na figura a seguir, o calor da chama atravessa as paredes do recipiente por condução. Da mesma forma se propaga através dos alimentos para cozinhá-los.

A constante de proporcionalidade k é característica do material que constitui a parede. Chama-se **condutividade térmica do material** e é normalmente dada na unidade cal/s.cm.°C. No SI a condutividade térmica k é expressa em W/m.K. A tabela abaixo mostra a condutividade térmica de algumas substâncias:



Condutividade térmica de materiais a 27°C

Material	Condutividade térmica (J/s.m.K)
Prata	426
Cobre	398
Alumínio	237
Tungstênio	178
Ferro	80,3
Vidro	0,72 a 0,86
Água	0,61
Tijolo	0,8 a 0,8
Madeira (Pinho)	0,11 a 0,14
Fibra de vidro	0,046
Espuma de poliestireno	0,033
Air	0,026
Espuma de poliestireno	0,020



QUESTÕES PÓS-AULA

As **questões pós-aula** tem a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a “obrigação” de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

Fica a dica: se algum dia um “tema de casa” tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

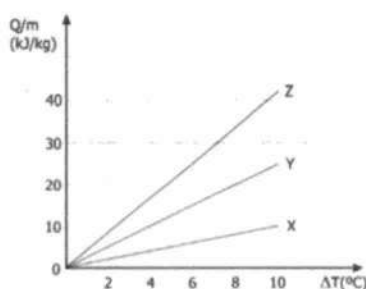
46. ENEM. As especificações de um chuveiro elétrico são: potência de 4000 W, consumo máximo mensal de 21,6 kWh e vazão máxima de 3L/min. Em um mês, durante os banhos, esse chuveiro foi usado com vazão máxima, consumindo o valor máximo de energia especificado. O calor específico da água é de 4200 J/(kg°C) e sua densidade é igual a 1 kg/L.



A variação da temperatura da água usada nesses banhos foi mais próxima de

- A) 16°C
- B) 19°C
- C) 37°C
- D) 57°C
- E) 60°C

47. UFRGS. O gráfico abaixo representa o calor absorvido por unidade de massa, Q/m , em função das variações de temperatura ΔT para as substâncias ar, água e álcool, que recebem calor em processos em que a pressão é mantida constante.



(Considere que os valores de calor específico do ar, do álcool e da água são, respectivamente, 1,0 kJ/kg.°C, 2,5 kJ/kg.°C e 4,2 kJ/kg.°C.) Com base nesses dados, é correto afirmar que as linhas do gráfico identificadas pelas letras X, Y e Z, representam, respectivamente,

- A) o ar, o álcool e a água.
- B) o ar, a água e o álcool.
- C) a água, o ar e o álcool.
- D) a água, o álcool e o ar.
- E) o álcool, a água e o ar.

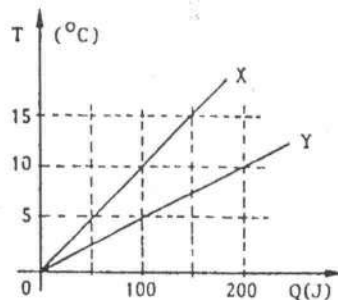


48. UFRGS. Uma mesma quantidade de calor Q é fornecida a massas iguais de dois líquidos diferentes, 1 e 2. Durante o aquecimento, os líquidos não alteram seu estado físico e seus calores específicos permanecem constantes, sendo tais que $c_1 = 5 c_2$. Na situação acima, os líquidos 1 e 2 sofrem, respectivamente, variações de temperatura ΔT_1 e ΔT_2 , tais que ΔT_1 é igual a



- A) $\Delta T_2 / 5$.
- B) $2 \Delta T_2 / 5$.
- C) ΔT_2 .
- D) $5 \Delta T_2 / 2$.
- E) $5 \Delta T_2$.

49. UFRGS. O gráfico representa a variação da temperatura T em função da quantidade de calor Q fornecida aos corpos X e Y. A massa de Y é igual ao dobro da massa de X. Com base nessas informações, verifica-se que



- A) o calor específico de X é igual ao dobro do de Y.
- B) o calor específico de X é menor do que o de Y.
- C) a capacidade térmica de X é igual ao dobro da de Y.
- D) X e Y têm o mesmo calor específico.
- E) X e Y têm a mesma capacidade térmica.

50. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Em um forno de microondas, são colocados 250 ml de água à temperatura de 20 °C. Após 2 minutos, a água atinge a temperatura de 100.°C. A energia necessária para essa elevação de temperatura da água é Considerando-se que a potência de energia elétrica consumida pelo forno é de 1400 W, a eficiência atingida no processo de aquecimento da água é de (Dados: o calor específico da água é 4,2 kJ/kg.°C, e a densidade da água é 1,0 kg/l.)



- A) 3,36 kJ – 10%
- B) 3,36 kJ – 12%
- C) 8,4 kJ – 5%
- D) 84,0 kJ – 3%
- E) 84,0 kJ – 50%



51. UFRGS. A chama de um bico de Bunsen libera 16 kJ de energia por minuto. A energia é toda transferida à massa de 0,3 kg de um líquido cujo calor específico é 2,4 kJ/kg °C. Sabendo-se que o ponto de ebulição desse líquido é 80 °C, quanto tempo transcorre, aproximadamente, até que sua temperatura se eleve de 32 °C até o ponto de ebulição?



- A) 1 296 s
- B) 130 s
- C) 13 s
- D) 2,16 s
- E) 0,13 s

Instrução: As questões 52 e 53 referem-se ao enunciado abaixo.

Dois cubos metálicos com dimensões idênticas, um de ouro (A), outro de chumbo (B), estão sobre uma placa aquecedora, inicialmente em temperatura ambiente. A tabela abaixo apresenta algumas das propriedades térmicas desses dois materiais.

Propriedades térmicas	A ouro	B chumbo
Condutividade térmica (W/(m×K))	317	35
Coefficiente de dilatação linear (10 ⁻⁶ /K)	15	29
Calor específico (J/(kg×K))	130	130
Densidade / Massa específica (kg/m ³)	19600	11400

52. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que aparecem.



No topo de cada cubo é colocada uma cabeça de fósforo que fica em contato direto com o cubo. Os dois cubos são aquecidos a uma temperatura final levemente superior à de ignição do fósforo. Com base nos dados da tabela, conclui-se que o fósforo acenderá primeiro no cubo e que a aresta do cubo A será do cubo B no estado de equilíbrio térmico.

- A) A – menor que a
- B) A – maior que a
- C) B – maior que a
- D) B – menor que a
- E) A – igual à

53. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que aparecem. Em outro experimento, a cada um dos cubos é fornecida, independentemente, a mesma quantidade de calor. A temperatura final do cubo A será que a do B, e a variação de energia interna dos cubos será





- A) maior – positiva
- B) maior – negativa
- C) maior – zero
- D) menor – zero
- E) menor – positiva

54. PUCRS. Uma forma de aquecer água é usando aquecedores elétricos de imersão, dispositivos que transformam energia elétrica em energia térmica, mediante o uso de resistores elétricos. Um desses aquecedores, projetado para fornecer energia na razão de 500 calorias por segundo, é utilizado no aquecimento de 500 gramas de água, da temperatura de 20° C para 80° C. Considerando que toda a energia transferida é aproveitada no aquecimento da água e sabendo que o calor específico da água é $c = 1,0 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$, o tempo necessário para atingir 80° C é igual a

- A) 60 s
- B) 68 s
- C) 75 s
- D) 84 s
- E) 95 s



55. ULBRA. Dois corpos A e B, de massas iguais, recebem individualmente a mesma quantidade de calor de uma fonte de potência constante. Analise as afirmações:

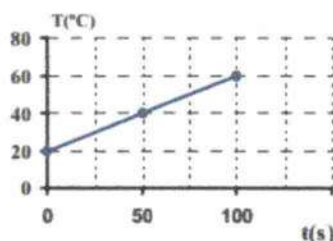
- I – Se a variação de temperatura do B for o quádruplo de A, significa que o calor específico de A é o dobro de B.
- II – Ambos foram aquecidos pelo mesmo intervalo de tempo.
- III – Se a variação de temperatura do B for o quádruplo de A, significa que a capacidade térmica do A é o quádruplo da B.
- IV – O corpo B foi aquecido por um intervalo maior de tempo que o corpo A.

Assinale a alternativa correta.

- A) Apenas I e IV.
- B) Apenas I, II e IV.
- C) Apenas II e III.
- D) Apenas III e IV.
- E) Apenas a IV.



INSTRUÇÃO: Responder à questão 56 com base no gráfico a seguir, referente à temperatura em função do tempo, de um corpo que está sendo aquecido e que absorve 20cal/s.





56. PUCRS. A capacidade térmica do corpo é

- A) 20 cal/°C
- B) 30 cal/°C
- C) 40 cal/°C
- D) 50 cal/°C
- E) 60 cal/°C

57. PUCRS. Um médico recomendou a um paciente que fizesse exercícios com uma toalha quente sobre os ombros, a qual poderá ser aquecida, a uma mesma temperatura, embebendo-a com água quente ou utilizando-se um ferro de passar roupa, que a manterá seca. Quando a temperatura da toalha tiver baixado 10°C, a toalha



- A) úmida terá liberado mais calor que a seca, devido ao grande calor específico da água.
- B) úmida terá liberado menos calor que a seca, devido ao pequeno calor específico da água.
- C) seca terá liberado a mesma quantidade de calor que a toalha úmida.
- D) seca terá liberado mais calor que a úmida, devido à grande massa específica da água.
- E) seca terá liberado menos calor que a úmida, devido à pequena massa específica da água.

58. ENEM. O aproveitamento da luz solar como fonte de energia renovável tem aumentado significativamente nos últimos anos. Uma das aplicações é o aquecimento de água ($\rho_{\text{água}} = 1 \text{ kg/L}$) para uso residencial. Em um local, a intensidade da radiação solar efetivamente captada por um painel solar com área de 1 m² é de 0,03 kW/m². O valor do calor específico da água é igual 4,2 kJ/(kg °C). Nessa situação, em quanto tempo é possível aquecer 1 litro de água de 20°C até 70°C?



- A) 490 s
- B) 2800 s
- C) 6300 s
- D) 7000 s
- E) 9800 s

59. UFRGS. Considere dois motores, um refrigerado com água e outro com ar. No processo de resfriamento desses motores, os calores trocados com as respectivas substâncias refrigeradoras, Q_{ag} e Q_{ar} , são iguais. Considere ainda que os dois motores sofrem a mesma variação de temperatura no processo de resfriamento, e que o quociente entre os calores específicos da água, c_{ag} , e do ar, c_{ar} , são tais que $c_{\text{ag}}/c_{\text{ar}} = 4$. Qual é o valor do quociente $m_{\text{ar}}/m_{\text{ag}}$ entre as massas de ar, m_{ar} , e de água, m_{ag} , utilizadas no processo?



- A) ¼.
- B) ½.
- C) 1.
- D) 2.
- E) 4.



60. UCPEL. Assinale a opção que contém a proposta mais adequada, para que ocorra o aquecimento natural de uma piscina devido à radiação solar durante o dia e se conserve, ao máximo, sua temperatura à noite.



- A) Usar um material de alto calor específico e de cor branca para o fundo da piscina, não importando se há ou não correntes de ar sobre a piscina.
- B) Usar um material de baixo calor específico e de cor preta para o fundo e promover correntes de ar sobre a piscina para distribuir o calor.
- C) Usar um material de alto calor específico e de cor preta para o fundo da piscina e evitar a incidência de correntes de ar sobre a superfície da piscina.
- D) Usar um material de alto calor específico e de cor preta, não importando se há ou não correntes de ar sobre a superfície da piscina.
- E) Não importa a cor do material que compõe o fundo da piscina, nem seu calor específico; é, apenas, importante evitar as correntes de ar sobre a superfície da água.

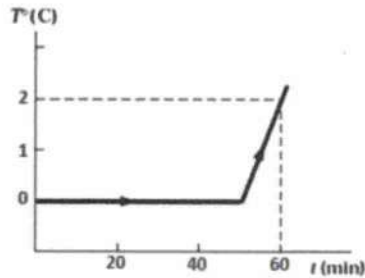
61. UCPEL. Considere as afirmativas abaixo e assinale com VERDADEIRO (V) ou FALSO (F).



- I. Quanto mais alta a temperatura de um corpo, maior a quantidade de calor que ele contém.
 - II. Uma estátua metálica com uma base em madeira é colocada numa sala cuja temperatura ambiente é mantida constante. Após alguns dias, a temperatura da estátua é menor que a da base.
 - III. O sentido da transmissão de calor entre dois corpos depende de suas quantidades de calor.
 - IV. Duas barras metálicas de mesmo material e a mesma temperatura recebem iguais quantidade de calor. A barra que sofrerá maior dilatação é a de maior coeficiente de dilatação linear.
 - V. Quando uma substância absorve calor sua temperatura sempre aumenta.
- A) F – F – F – F – F
 - B) V – V – F – V – F
 - C) V – F – F – F – V
 - D) F – F – V – V – V
 - E) V – V – V – V – V

62. UCPEL. Em uma atividade experimental, um professor de física deseja estimar a potência de uma fonte térmica. Para tal, ele introduz em um recipiente adiabático de capacidade térmica desprezível, sob pressão constante de 1 atm, uma barra de gelo com massa de 10,98kg e temperatura de 0°C. O aparato experimental foi ajustado de forma a garantir que toda quantidade de calor fornecida pela fonte térmica seja integralmente transferida para a barra de gelo. Após verificar os dados da atividade, o professor representou graficamente o comportamento da temperatura T (°C) da massa de gelo em função do tempo t (min) em que recebeu calor da fonte térmica.





Considere os seguintes dados:

- Calor específico do gelo = $0,5 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$
- Calor específico da água = $1,0 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$
- Calor latente de fusão do gelo = 80 cal/g

Considerando a fonte térmica com potência constante, o professor conclui que sua potência é igual a:

- A) $250,10 \text{ cal/min}$
- B) $250,10 \text{ cal/s}$
- C) $15,00 \text{ cal/min}$
- D) $15,00 \text{ cal/s}$
- E) $244,00 \text{ cal/s}$

63. ULBRA. Dois corpos A e B, de massas iguais, recebem individualmente a mesma quantidade de calor de uma fonte de potência constante. Analise as afirmações:



- I – Se a variação de temperatura do B for o quádruplo de A, significa que o calor específico de A é o dobro de B.
- II – Ambos foram aquecidos pelo mesmo intervalo de tempo.
- III – Se a variação de temperatura do B for o quádruplo de A, significa que a capacidade térmica do A é o quádruplo da B.
- IV – O corpo B foi aquecido por um intervalo maior de tempo que o corpo A.

Assinale a alternativa correta.

- A) Apenas I e IV.
- B) Apenas I, II e IV.
- C) Apenas II e III.
- D) Apenas III e IV.
- E) Apenas a IV.

64. UPF. Em um laboratório de Física, um estudante realiza uma experiência na qual utiliza uma manivela para agitar 100 gramas de água contida num recipiente termicamente isolado. Para cada volta da manivela, o estudante realiza um trabalho de 0,1 joule sobre a água. Considerando $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; calor específico da água igual $1,0 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$, bem como que toda energia transferida pela manivela seja absorvida pela água, pode-se dizer que o número de voltas realizadas pelo estudante para elevar a temperatura em 1°C foi de:





- A) 2.800
- B) 3.700
- C) 3.000
- D) 5.500
- E) 4.200

65. UFPF. Dois blocos metálicos A e B, ambos de materiais diferentes, são colocados em contato no interior de um calorímetro ideal, de modo a isolá-los de influências externas. Considerando que a massa do bloco A (m_A) é igual ao dobro da massa do bloco B (m_B), o calor específico do bloco A (c_A) é igual à metade do calor específico do bloco B (c_B) e a temperatura inicial do bloco A (T_A) é igual ao triplo da temperatura inicial do bloco B (T_B), pode-se afirmar que, quando alcançado o equilíbrio térmico do sistema, a temperatura de equilíbrio (T_{eq}) será igual a:



- A) T_B
- B) $2 \cdot T_B$
- C) $3 \cdot T_B$
- D) $4 \cdot T_B$
- E) $5 \cdot T_B$

66. 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 $1,5 \times 10^4 \text{ J}$ de calor através da pele em contato com a roupa termorreguladora e que o calor de fusão da parafina é $L_F = 2,0 \times 10^5 \text{ J/kg}$. 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.

67. UFRGS. Um bloco de gelo, a uma temperatura não determinada, recebe uma quantidade especificada de calor. Nessas condições, ocorre necessariamente uma mudança



- A) na temperatura do bloco de gelo.
- B) de estado.
- C) na energia interna do bloco de gelo.
- D) no calor específico do gelo.
- E) na capacidade térmica do bloco de gelo.



68. UFRGS. Certa massa m de gelo, à pressão atmosférica e inicialmente a uma temperatura de $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$, requer uma energia de 320 J para sua temperatura elevar-se até $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para a fusão do gelo são necessários 3200 J e para a água resultante do gelo atingir a temperatura de $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ são necessários mais 3200 J . De quanto é o aumento de energia interna da massa m , em J ?



- A) 320
- B) 3200
- C) 3520
- D) 6400
- E) 6720

69. UFRGS. Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas do seguinte texto:



À pressão atmosférica, nitrogênio líquido entra em ebulição a uma temperatura de $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Um grama de nitrogênio líquido, a essa temperatura, comparado com um grama de vapor de nitrogênio, também a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, possui _____ energia. À pressão atmosférica, o ponto de solidificação do mercúrio é $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$. Quando uma certa quantidade de mercúrio líquido a $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ é colocada em nitrogênio líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, entra em ebulição o _____ e começa a solidificar o _____.

- A) mais – mercúrio – nitrogênio
- B) mais – nitrogênio – mercúrio
- C) a mesma – nitrogênio – mercúrio
- D) menos – mercúrio – nitrogênio
- E) menos – nitrogênio – mercúrio

70. UFRGS. Com 336 kJ de energia pode-se, aproximadamente,



- I – fundir _____ kg de gelo a zero $^{\circ}\text{C}$.
- II – elevar a temperatura de 1 kg de água de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para _____ $^{\circ}\text{C}$.
- III – evaporar _____ kg de água a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Dados: Calor de fusão do gelo: 336 J/g
 Calor específico da água: $4,19\text{ J/g }^{\circ}\text{C}$
 Calor de vaporização da água: 2268 J/g

Assinale a alternativa que preenche de forma correta as três lacunas, respectivamente

- A) $1/100/6,75$
- B) $100/80/0,15$
- C) $1/80/0,15$
- D) $100/100/6,75$
- E) $1/100/0,15$



71. UFRGS. Um cubo de gelo com massa de 2 kg, já na temperatura de fusão da água, está inicialmente em repouso a 10 m acima de uma superfície rígida. Ele cai livremente e se choca com esta superfície. Qual é, aproximadamente, a máxima massa de gelo que pode se fundir nesse processo? Dados: Calor de fusão do gelo = 80 cal/g; 1 cal = 4,18 J; aceleração gravitacional = 10 m/s²)



- A) 0,2 g
- B) 0,6 g
- C) 1,0 g
- D) 1,2 g
- E) 1,5 g

72. UFRGS. A mesma quantidade de energia que é necessária para derreter 200 g de gelo a 0 °C é transferida a um corpo de outro material, com massa de 2 kg, fazendo sua temperatura aumentar 40 °C. Sabendo-se que o calor latente de fusão do gelo é $L = 334 \text{ kJ/kg}$, pode-se afirmar que o calor específico do material do segundo corpo é



- A) 0,835 J/(kg K)
- B) 1,670 J/(kg K)
- C) 0,835 kJ/(kg K)
- D) 1,670 kJ/(kg K)
- E) 835,0 kJ/(kg K)

73. UFRGS. Um ebulidor cede energia a 100 g de água a um taxa constante em relação ao tempo. Para elevar a temperatura de cada grama de água de 15 °C a 100 °C, são necessários 360 J de energia. Sabendo-se que para evaporar completamente as 100 g de água, após atingidos os 100 °C, transcorre seis vezes mais tempo que para elevar sua temperatura de 15 °C a 100 °C, o calor de vaporização da água pode ser estimado em



- A) 60 J/g
- B) 480 J/g
- C) 600 J/g
- D) 1 800 J/g
- E) 2 160 J/g

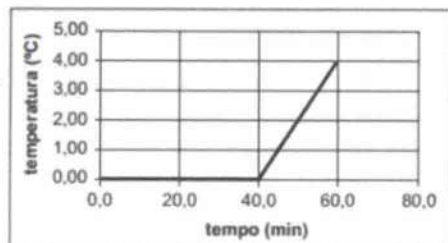
74. PUCRS. Nuvens são constituídas por gotículas de água (portanto em fase líquida) que se originam da condensação do vapor de água, o qual é invisível, pois é formado por moléculas de água isoladas e distanciadas umas das outras. Com base nessas informações, considere a seguinte situação: Uma massa de ar ascendente quente e úmido, ao encontrar o ar frio e seco numa altitude superior, permite a formação de uma pequena nuvem com 10,0kg de água em 226s (aproximadamente 3,8 minutos). Sendo $-2,26 \times 10^6 \text{ J/kg}$ o calor de condensação da água, a potência em módulo desenvolvida na formação da nuvem é de



- A) 2,26kW
- B) 22,6kW
- C) 1,00kW
- D) 10,0kW
- E) 100kW



75. PUCRS. Um recipiente contém inicialmente uma quantidade desconhecida de água na fase sólida e 900g de água na fase líquida em equilíbrio térmico a 0°C. A mistura é lentamente aquecida absorvendo 200cal/min, e sua temperatura é medida em diversos instantes. Os dados registrados são mostrados no gráfico a seguir. O calor de fusão da água é 80,0°cal/g e seu calor específico é 1,00cal/g°C.



Com base nas informações do gráfico e do texto acima, afirma-se:

- I. O calor recebido pela mistura nos 40min iniciais do aquecimento é $8,00 \times 10^3$ cal.
- II. A massa de água congelada inicialmente presente na mistura é 100g.
- III. Nos 10min finais do aquecimento, a temperatura da mistura aumenta 2,00°C.

Está/Estão correta(s) a(s) afirmativa(s)

- A) I, apenas.
- B) II, apenas.
- C) I e III, apenas.
- D) II e III, apenas.
- E) I, II e III.

76. UPF. Um sistema de aquecimento elétrico residencial, de potência nominal P, precisa de 10 minutos para elevar a temperatura de um volume de água de 0,02 m³ de 20°C para 50°C. Considerando que o calor específico da água é de 1 cal/(g.°C), podemos afirmar que a potência do aquecedor, em W, é de aproximadamente: (Considere a densidade da água igual a 1.000 kg/m³e que 1 cal = 4,2 J)



- A) 1.250
- B) 5.500
- C) 4.200
- D) 6.500
- E) 3.900

77. ENEM. Na natureza, a água, por meio de processos físicos, passa pelas fases líquida, gasosa e sólida perfazendo o ciclo hidrológico. A distribuição da água na Terra é condicionada por esse ciclo, e as mudanças na temperatura do planeta poderão influenciar as proporções de água nas diferentes fases desse ciclo. O diagrama abaixo mostra as transformações de fase pelas quais a água passa, ao ser aquecida com o fornecimento de energia a uma taxa constante.

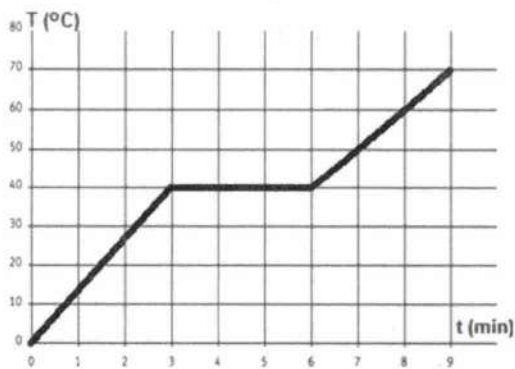




Considerando-se o diagrama de mudanças de fases da água e sabendo-se que os calores latentes de fusão e de vaporização da água valem, respectivamente, 80 cal/g e 540 cal/g, conclui-se que

- A) a temperatura da água permanece constante durante os processos de mudança de fase.
- B) a energia necessária para fundir 10 g de gelo é maior que a necessária para evaporar a mesma massa de água.
- C) a água, para mudar de fase, libera energia a uma taxa de 540 cal/g quando a temperatura aumenta de 0 °C até 100 °C.
- D) a temperatura da água varia proporcionalmente à energia que ela recebe, ou seja, 80 cal/g durante o processo de fusão.
- E) a temperatura da água varia durante o processo de vaporização porque ela está recebendo uma quantidade de energia constante.

78. UFRGS. O gráfico representa, em um processo isobárico, a variação em função do tempo da temperatura de uma amostra de um elemento puro cuja massa é de 1,0 kg, observada durante 9 minutos.



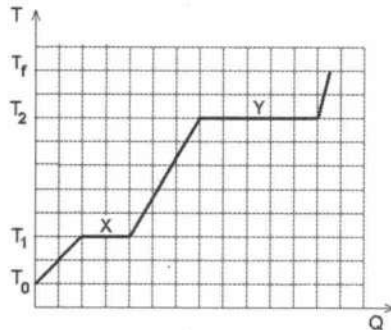
A amostra está no estado sólido a 0 °C no instante $t = 0$ e é aquecida por uma fonte de calor que lhe transmite energia a uma taxa de $2,0 \times 10^3$ J/min, supondo que não haja perda de calor.

A partir dos dados do gráfico, pode-se afirmar que esse elemento apresenta uma temperatura de fusão e um calor específico no estado líquido que são, respectivamente,

- A) 70 °C e 180 J/(kg.K).
- B) 70 °C e 200 J/(kg.K).
- C) 40 °C e 150 J/(kg.K).
- D) 40 °C e 180 J/(kg.K).
- E) 40 °C e 200 J/(kg.K).



79. UFRGS. Uma amostra de uma substância encontra-se, inicialmente, no estado sólido na temperatura T_0 . Passa, então, a receber calor até atingir a temperatura final T_f , quando toda a amostra já se transformou em vapor. O gráfico abaixo representa a variação da temperatura T da amostra em função da quantidade de calor Q por ela recebida.



Considere as seguintes afirmações, referentes ao gráfico.

I - T_1 e T_2 são, respectivamente, as temperaturas de fusão e de vaporização da substância.

II - No intervalo X, coexistem os estados sólido e líquido da substância.

III - No intervalo Y, coexistem os estados sólido, líquido e gasoso da substância.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas I e II.
- E) I, II e III.

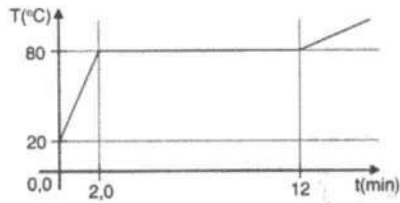
80. PUCRS. Uma massa de água no estado sólido, inicialmente à temperatura de $-10\text{ }^\circ\text{C}$, é aquecida até atingir a temperatura final de $80\text{ }^\circ\text{C}$. Considere que todo o processo tenha ocorrido à pressão constante de $1,0\text{ atm}$ e que essa massa de água tenha recebido um total de 16500 cal para o processo térmico. Sem levar em conta os efeitos de sublimação do gelo para temperaturas abaixo de $0\text{ }^\circ\text{C}$, assuma que o valor para o calor específico do gelo seja de $0,5\text{ cal/g }^\circ\text{C}$, que o calor específico da água seja $1,0\text{ cal/g }^\circ\text{C}$ e que o calor latente de fusão do gelo seja de $80,0\text{ cal/g}$. Nesse caso, a massa de água aquecida, em gramas, durante o processo é de



- A) 100
- B) 200
- C) 300
- D) 400

81. PUCRS. Uma fonte térmica de potência constante e igual a 360 cal/min começa a fornecer calor a um sistema de massa 200 g e temperatura $20\text{ }^\circ\text{C}$ que se encontra na fase líquida. O gráfico abaixo descreve o comportamento da temperatura do sistema em função do tempo.

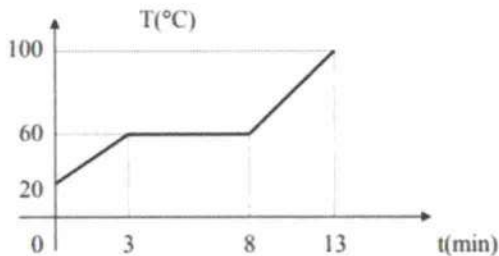




A partir da análise dos dados fornecidos no gráfico, pode-se afirmar corretamente que o calor específico na fase líquida e o calor latente de vaporização do sistema são, respectivamente,

- A) 0,030 cal/g°C ; 18 cal/g
- B) 0,030 cal/g°C ; 3,6 cal/g
- C) 0,045 cal/g°C ; 1,8 cal/g
- D) 0,060 cal/g°C ; 18 cal/g
- E) 0,060 cal/g°C ; 36 cal/g

82. Um corpo de massa igual a 100 g é aquecido por uma fonte de calor de potência constante. O gráfico representa a variação da temperatura do corpo, inicialmente em estado sólido, em função do tempo. Dados: calor específico no estado sólido igual a $0,6 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$; calor específico no estado líquido igual a $1,0 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$.



A potência da fonte e o calor de fusão da substância são, respectivamente

- A) 240 cal/min e 20 cal/g
- B) 240 cal/min e 40 cal/g
- C) 600 cal/min e 20 cal/g
- D) 800 cal/min e 20 cal/g
- E) 800 cal/min e 40 cal/g

83. Uma bolsa térmica com 500g de água a temperatura inicial de 60°C e empregada para tratamento da dor nas costas de um paciente. Transcorrido um certo tempo desde o início do tratamento, a temperatura da água contida na bolsa é de 40°C. Considerando-se que o calor específico da água é $1 \text{ cal}/(\text{g}^\circ\text{C})$ e supondo que 60% do calor cedido pela água foi absorvido pelo corpo do paciente, a quantidade de calorias recebidas pelo paciente no tratamento foi igual a:



- A) 2 000
- B) 4 000
- C) 6 000
- D) 8 000
- E) 10 000



84. ACAFE. Para realizar um tratamento deve-se dar um banho num paciente com água a 37°C . Utilizasse nesse procedimento um chuveiro elétrico de resistência 22Ω , ligado a uma rede de 220V . (Considere para efeitos de cálculo, o calor específico da água $c = 4\text{J/g}\cdot^{\circ}\text{C}$, a densidade da mesma $d = 1\text{kg/litro}$ e que toda a energia dissipada na resistência seja convertida em calor). Sabendo-se que a temperatura ambiente é de 27°C , a vazão, em mililitros/s, que esse chuveiro deverá ter nessas condições, é:



- A) 55
- B) 25
- C) 110
- D) 880

85. ENEM. O carro flex é uma realidade no Brasil. Estes veículos estão equipados com motor que tem a capacidade de funcionar com mais de um tipo de combustível. No entanto, as pessoas que têm esse tipo de veículo, na hora do abastecimento, têm sempre a dúvida: álcool ou gasolina? Para avaliar o consumo desses combustíveis, realizou-se um percurso com um veículo flex, consumindo 40 litros de gasolina e no percurso de volta utilizou-se etanol. Foi considerado o mesmo consumo de energia tanto no percurso de ida quanto no de volta. O quadro resume alguns dados aproximados sobre esses combustíveis.



Combustível	Densidade (g mL^{-1})	Calor de combustão (kcal g^{-1})
Etanol	0,8	-6
Gasolina	0,7	-10

O volume de etanol combustível, em litro, consumido no percurso de volta é mais próximo de

- A) 27
- B) 32
- C) 37
- D) 58
- E) 67

86. No laboratório do colégio, um grupo de alunos fez um experimento sobre o aquecimento da água. Os estudantes colocaram meio litro de água pura numa panela de alumínio e aqueceram-na em um fogão a gás com chama constante. Mediram a temperatura da água a cada 0,5 minutos, usando um termômetro que mede temperaturas entre 0°C e 150°C . Representaram as medidas encontradas em um gráfico parecido com o da página seguinte:





Os alunos ficaram surpresos com o fato de que a temperatura da água, após 5 minutos de aquecimento, não aumentava mais. Assinale a explicação correta do fenômeno, que ocorre com a água após 5 minutos de aquecimento.

- A) A água fica com sua capacidade calorífica saturada e não recebe mais calor, mantendo a sua temperatura constante.
- B) A temperatura da água se iguala a temperatura da chama e se mantém constante.
- C) O aumento de temperatura da água continua, mas não é detectado pelo termômetro.
- D) O calor recebido se transforma em energia envolvida na mudança de estado da água, mantendo a sua temperatura constante.

87. UFRGS. No início do mês de julho de 2019, foram registradas temperaturas muito baixas em várias cidades do país. Em Esmeralda, no Rio Grande do Sul, a temperatura atingiu $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e pingentes de água congelada formaram-se em alguns lugares na cidade. O calor específico do gelo é $2,1\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$, e o calor latente de fusão da água é igual a $330\text{ kJ}/\text{kg}$.



Sabendo que o calor específico da água é o dobro do calor específico do gelo, calcule a quantidade de calor por unidade de massa necessária para que o gelo a $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ se transforme em água a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- A) $355,2\text{ kJ}/\text{kg}$
- B) $367,8\text{ kJ}/\text{kg}$
- C) $376,2\text{ kJ}/\text{kg}$
- D) $380,4\text{ kJ}/\text{kg}$
- E) $384,6\text{ kJ}/\text{kg}$

88. ENEM. Em uma aula experimental de calorimetria, uma professora queimou $2,5\text{ g}$ de castanha-de-caju crua para aquecer 350 g de água, em um recipiente apropriado para diminuir as perdas de calor. Com base na leitura da tabela nutricional a seguir e da medida da temperatura da água, após a queima total do combustível, ela concluiu que 50% da energia disponível foi aproveitada. O calor específico da água é $1\text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$, e sua temperatura inicial era de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Quantidade por porção de 10 g (2 castanhas)	
Valor energético	70 kcal
Carboidratos	0,8 g
Proteínas	3,5 g
Gorduras totais	3,5 g

Qual foi a temperatura da água, em grau Celsius, medida ao final do experimento?

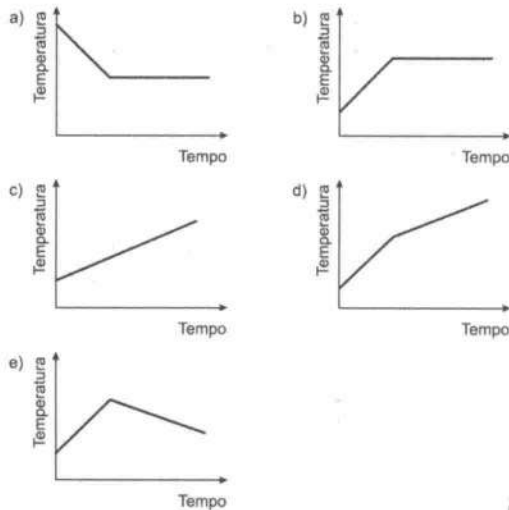
- A) 25
- B) 27
- C) 45
- D) 50
- E) 70



89.



Supondo-se que o fogão forneça uma chama, com fluxo de calor constante, e tendo-se em conta o dialogo da tirinha apresentada, o gráfico que representa a temperatura da água, em função do tempo, durante o processo de aquecimento, desde o seu início ate a sua completa evaporação, é:



90. ENEM. Num dia em que a temperatura ambiente é de $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, uma pessoa, com essa mesma temperatura corporal, repousa à sombra. Para regular sua temperatura corporal e mantê-la constante, a pessoa libera calor através da evaporação do suor. Considere que a potência necessária para manter seu metabolismo é 120 W e que, nessas condições, 20% dessa energia é dissipada pelo suor, cujo calor de vaporização é igual ao da água (540 cal/g). Utilize 1 cal igual a 4 J . Após duas horas nessa situação, que quantidade de água essa pessoa deve ingerir para repor a perda pela transpiração?



- A) 0,08 g
- B) 0,44 g
- C) 1,30 g
- D) 1,80 g
- E) 80,0 g



Aula 28

Calor II

PARTE 1

Estudar a Parte 1 – P.71 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 1 se necessário
Fazer as questões 104, 105m 107m 109m 110m 13m 115m 116m 120m 121m 122m 128 e 134

PARTE 2

Estudar a Parte 2 – P.73 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 2 se necessário
Fazer a questão 92

PARTE 3

Estudar a Parte 3 – P.74 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 3 se necessário
Fazer a Leitura 1 – P.82
Fazer as questões 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 112, 123, 125, 127 e 130

PARTE 4

Estudar a Parte 4 – P.76 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 4 se necessário
Fazer a Leitura 2 – P.83
Analisar os Desafios – P.81
Fazer as questões 100, 101, 102, 103, 106, 108, 111, 114, 117, 118, 119, 124, 126, 129, 131, 132, 133 e 135



A **trilha de aprendizagem** acima indica ao aluno o **caminho do seu estudo nessa aula**. **Rever a aula e as anotações** inicialmente, antes de seguir para as questões pós-aula, é fundamental para se preparar corretamente em relação as questões que serão resolvidas. **Fazer as leituras do livro e aquelas indicadas após a aula**, bem como **vídeos indicados**, ampliam seu conhecimento sobre o assunto. Apenas **após esses passos** orientamos você a partir para as **questões pós-aula**.



▪ Parte 1

Calorímetro

CALORÍMETRO

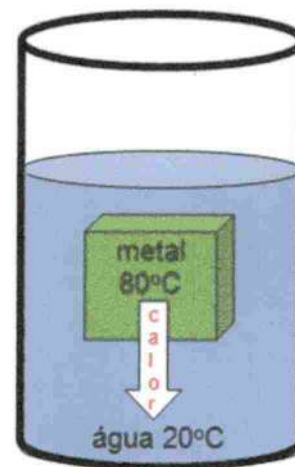
Recipiente termicamente isolado do meio externo que serve para determinar experimentalmente o calor específico de uma substância.

O **calorímetro é ideal** quando possui **capacidade térmica desprezível**, não trocando calor com quem se encontra em seu interior.

O **calorímetro é real** quando possui **capacidade térmica apreciável**, trocando calor com quem se encontra em seu interior.

A temperatura inicial do calorímetro é a mesma de quem se encontra em seu interior.

A soma algébrica das quantidades de calor trocadas, até o equilíbrio térmico, por dois ou mais corpos isolados termicamente é nula.

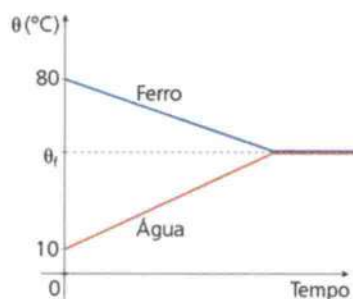


$$\Sigma Q_n = 0$$

Exemplo :



Calorímetro ideal adiabático



Exemplos

I) Em um calorímetro de capacidade térmica desprezível há 100 g de água a 20°C. Qual a temperatura de equilíbrio térmico, ao serem despejados nesse calorímetro 400 g de álcool de calor específico 0,6 cal/g.°C à temperatura de 60°C? Dado : $c_{\text{água}} = 1 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$

calorímetro ideal

$$m_{\text{água}} = 100 \text{ g} \quad T_{0 \text{ água}} = 20 \text{ }^\circ\text{C} \quad c_{\text{água}} = 1 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{álcool}} = 400 \text{ g} \quad T_{0 \text{ álcool}} = 60 \text{ }^\circ\text{C} \quad c_{\text{álcool}} = 0,6 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$$

$$T_F = ?$$

$$Q_{\text{água}} + Q_{\text{álcool}} = 0$$

$$[100 \cdot 1 \cdot (T_F - 20)] + [400 \cdot 0,6 \cdot (T_F - 60)] = 0$$

$$T_F \approx 48 \text{ }^\circ\text{C}$$

II) Um calorímetro de alumínio ($c = 0,22 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$) de 200 g contém 120 g de água a 96°C. A massa de alumínio a 10°C que deve ser introduzida no calorímetro para resfriar o conjunto a 90°C é :

calorímetro real $c_{\text{Al}} = 0,22 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$ $m_{\text{Calorímetro}} = 200 \text{ g}$

$m_{\text{água}} = 120 \text{ g}$ $T_{0 \text{ água}} = 96 \text{ }^\circ\text{C}$

$m_{\text{Al}} = ?$ $T_0 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_f = 90 \text{ }^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{água}} + Q_{\text{Al}} + Q_{\text{calorímetro}} = 0$$

$$[120 \cdot 1 \cdot (90 - 96)] + [m \cdot 0,22 \cdot (90 - 10)] + [200 \cdot 0,22 \cdot (90 - 96)] = 0$$

$$-720 + 17,6m - 264 = 0$$

$$m \approx 56 \text{ g}$$



MODELAGEM

UPF

Um professor de Física, ao final de seu dia de trabalho, resolve preparar um banho de banheira e deseja que sua água esteja exatamente a 38°C. Entretanto, ele se descuida e verifica que a temperatura da água atingiu 42°C. Para solucionar o problema, o professor resolve adicionar água da torneira, que está a 18°C. Considerando que há, na banheira, 60 litros de água, e que haja trocas de calor apenas entre a água quente e a água fria, qual será o volume de água, em litros, que ele deverá acrescentar na banheira para atingir a temperatura desejada?

- A) 12
- B) 20
- C) 18
- D) 16
- E) 6

$$\Sigma Q_n = 0$$

$$(Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T) \quad (m = d \cdot V)$$

$$1 \cdot 60 \cdot 1 \cdot (38 - 42) + 1 \cdot m \cdot 1 \cdot (38 - 18) = 0$$

$$-240 + 20 \cdot m = 0$$

$$m = 12 \text{ kg} \rightarrow V = 12 \text{ L}$$

Resposta: A

MODELAGEM

UFRGS.

Em um calorímetro são colocados 2,0 kg de água, no estado líquido, a uma temperatura de 0 °C. A seguir, são adicionados 2,0 kg de gelo, a uma temperatura não especificada. Após algum tempo, tendo sido atingido o equilíbrio térmico, verifica-se que a temperatura da mistura é de 0 °C e que a massa de gelo aumentou em 100 g.

Considere que o calor específico do gelo ($c = 2,1 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$) é a metade do calor específico da água e que o calor latente de fusão do gelo é de 330 kJ/kg; e desconsidere a capacidade térmica do calorímetro e a troca de calor com o exterior.

Nessas condições, a temperatura do gelo que foi inicialmente adicionado à água era, aproximadamente,

- A) 0 °C.
- B) - 2,6 °C.
- C) - 3,9 °C.
- D) - 6,1 °C.
- E) - 7,9 °C.

Como a água encontra-se em seu ponto de solidificação e a massa de água reduz, concluímos que o gelo está a menos do que 0°C e absorveu calor da água congelando parte dela.

Solidificação da água:

$$Q_L = m \cdot L$$

$$Q_L = 0,1 \cdot (-330) = -33 \text{ kJ}$$

Aquecimento do gelo

$$Q_S = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$33 = 2 \cdot 2,1 \cdot (0 - T_0)$$

$$T_0 = 7,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Resposta: E



▪ **Parte 2**

Influência da Pressão na Fusão

INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NA FUSÃO

1ª Lei - A uma dada pressão, a temperatura na qual ocorre a fusão (ponto de fusão) é bem determinada para qualquer corpo.

2ª Lei - Se um sólido se encontra em sua temperatura de fusão, é necessário fornecer calor a ele para que ocorra a mudança de estado. A quantidade de calor que deve ser fornecida, por unidade de massa, é denominada calor latente de fusão, que é característico de cada substância.

3ª Lei - Durante a fusão a temperatura do sólido permanece constante.

Influência da pressão na fusão

SUBSTÂNCIAS QUE EXPANDEM AO FUNDIR

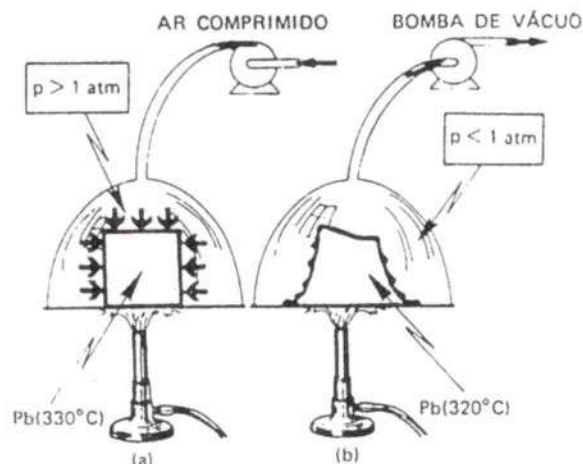


SUBSTÂNCIAS QUE CONTRAEM AO FUNDIR

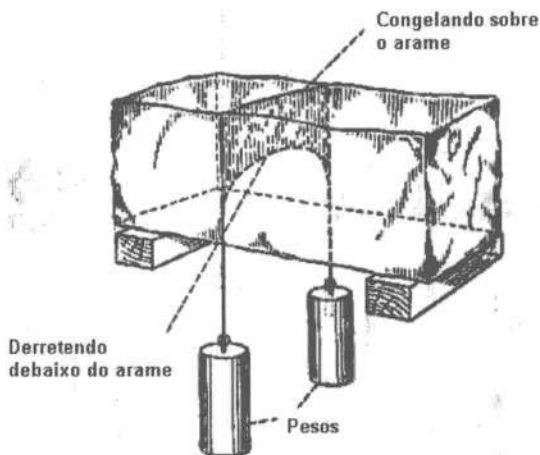


Ex. Gelo

Pontos de fusão e calores de fusão (à pressão de 1 atm)		
Substância	Ponto de fusão (°C)	Calor de fusão (cal/g)
Platina	1775	27
Prata	961	21
Chumbo	327	5,8
Enxofre	119	13
Água	0	80
Mercúrio	- 39	2,8
Álcool etílico	- 115	25
Nitrogênio	- 210	6,1



Regelo (experimento de Tyndall) - Se passarmos sobre um bloco de gelo, em temperatura pouco inferior a 0oC, um fio fino de metal com pesos convenientes nas extremidades, o acréscimo de pressão no contato fio - gelo diminui a temperatura de fusão e produz derretimento do gelo sob o fio. O fio se desloca através da água formada, a qual se congela ao voltar à pressão ambiente. Assim, o fio atravessa o gelo, que permanece íntegro.



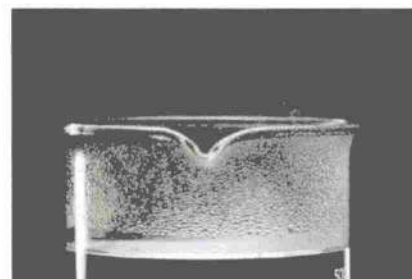
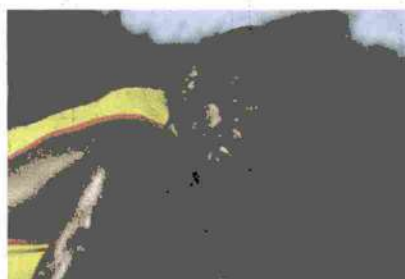
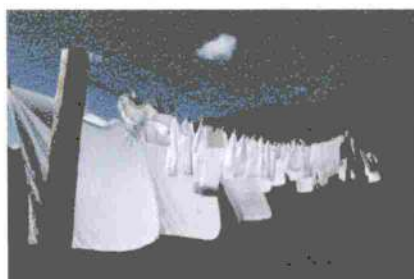
▪ Parte 3

Influência da Pressão na Vaporização

INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NA VAPORIZAÇÃO

Pode ocorrer de duas maneiras:

por **evaporação** - passagem lenta a qualquer temperatura.



Ocorre devido a algumas moléculas, que com velocidades suficientemente elevadas, conseguem alcançar a superfície do líquido, escapando de seu seio. Imediatamente depois a força de atração entre elas é muito reduzida, pois encontram-se muito afastadas umas das outras, isto é, elas se encontram no estado gasoso.

- **A evaporação resfria o líquido.**
- A velocidade de evaporação (volume de água evaporada na unidade de tempo) depende da :



temperatura (maior temperatura – maior velocidade);

área da superfície livre do líquido (maior área – maior velocidade);

umidade do ar próxima à superfície do líquido (maior umidade – menor velocidade);

ventilação do ambiente (maior ventilação – maior velocidade);

pressão (maior pressão – menor velocidade).



por **ebulição** - passagem rápida a uma temperatura e pressão bem definida para cada líquido.

1ª Lei - A uma dada pressão, a temperatura na qual ocorre a ebulição (ponto de ebulição) é bem determinada para cada substância.

2ª Lei - Se um líquido se encontra em seu ponto de ebulição, é necessário fornecer calor a ele para que o processo seja mantido. A quantidade de calor que deve ser fornecida, por unidade de massa, é denominada calor latente de vaporização, que é característico de cada substância.

Pontos de fusão e calores de fusão (à pressão de 1 atm)		
Substância	Ponto de Ebulição (°C)	Calor de vaporização (cal/g)
Iodo	184	24
Bromo	59	44
Hélio	- 269	6
Água	100	540
Mercúrio	357	65
Álc. etílico	78	204
Nitrogênio	- 196	48

3ª Lei - Durante a ebulição, apesar de se fornecer calor ao líquido, sua temperatura permanece constante, e o vapor que vai sendo formado encontra-se a mesma temperatura do líquido.

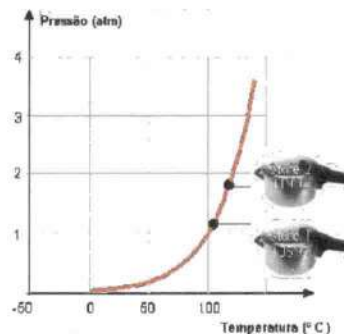
Influência da pressão na ebulição

Aumento na pressão acarreta aumento na temperatura de ebulição.

Ponto de ebulição da água a diversas altitudes		
Altitude (m)	Pressão atmosférica (cmHg)	Ponto de ebulição da água (°C)
0	76	100
500	72	98
1000	67	97
1500	64	95
2000	60	93
2500	56	92
9000	24	70



No interior de uma panela de pressão, a água está sujeita a uma pressão maior que 1 atm e, por isso, ferve a uma temperatura superior a 100°C. Em consequência os alimentos cozinham em menos tempo.



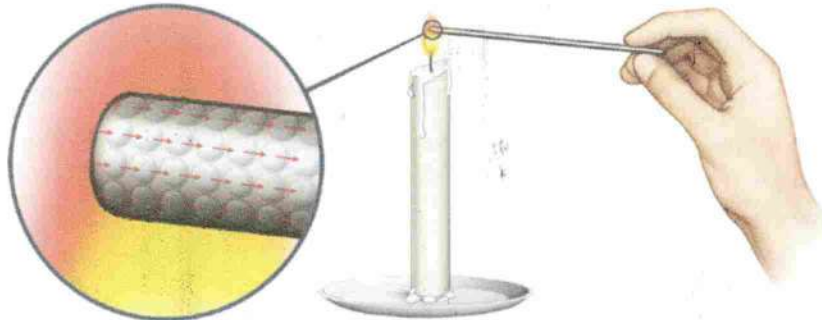
No alto do Monte Everest é difícil cozinhar, pois a temperatura da água em uma panela aberta não ultrapassa 72°C.





TRANSFERÊNCIA DE CALOR

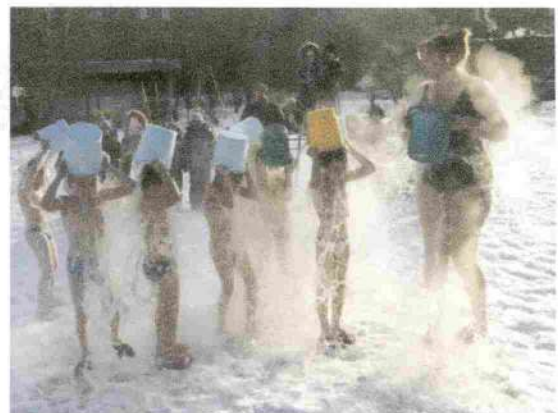
Condução: o calor se propaga de molécula em molécula, através de vibrações, sem que elas se movam ao longo do material. Processo típico dos **sólidos**, onde os metais, em geral, possuem boa condutibilidade térmica. Os líquidos, com exceção do mercúrio, são maus condutores de calor por condução.

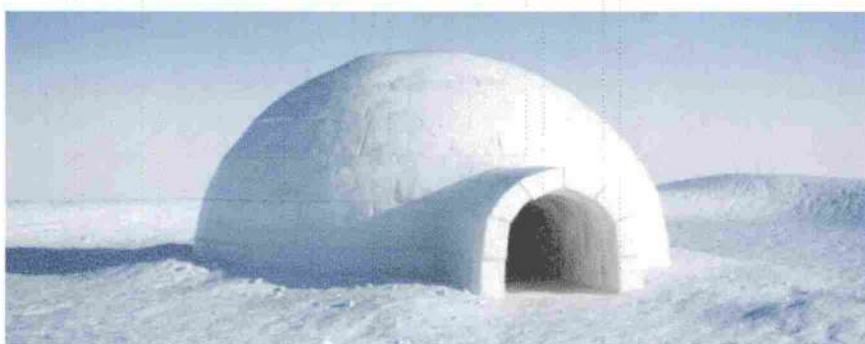


O que determina se um material será bom ou mau condutor térmico são as ligações em sua estrutura atômica ou molecular. Assim, os metais são excelentes condutores de calor devido ao fato de possuírem os elétrons mais externos "fracamente" ligados, tornando-se livres para transportar energia por meio de colisões através do metal. Por outro lado temos que materiais como lã, madeira, vidro, papel e isopor são maus condutores de calor (isolantes térmicos), pois, os elétrons mais externos de seus átomos estão firmemente ligados.

Os líquidos e gases, em geral, são maus condutores de calor. O ar, por exemplo, é um ótimo isolante térmico. Por este motivo quando você põe sua mão em um forno quente, não se queima. Entretanto, ao tocar numa forma de metal dentro dele você se queimaria, pois, a forma metálica conduz o calor rapidamente.

Material	cobre	alumínio	água	gelo	ar(seco)
Condutibilidade (J/s.m.K)	428	235	6,3	2,3	0,026

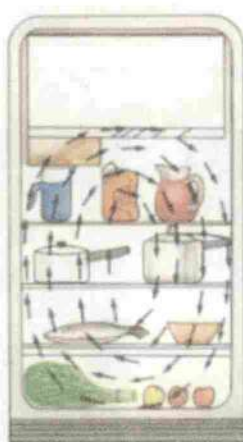




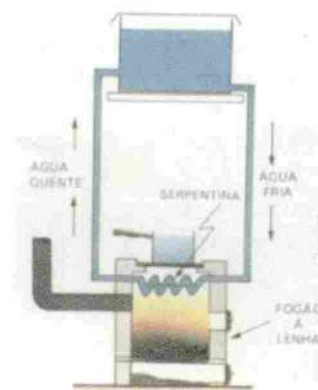
Convecção: o calor se propaga devido ao movimento do **fluido**. A massa de fluido que está próxima da fonte de calor dilata-se, devido ao aquecimento, tomando-se mais leve que a massa fria que está acima dela, mais pesada. A massa leve sobe, dando lugar a massa fria, ocorrendo assim, movimentação da matéria, denominada corrente de convecção.



Correntes de convecção formadas no interior de uma panela contendo água e aquecida na sua base.



No interior da geladeira formam-se correntes de convecção.

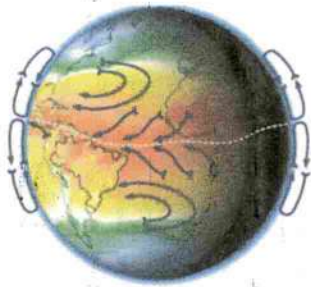


Em residências que possuem fogão a lenha, o aquecimento da água é feito, muitas vezes, em serpentinas por onde ela circula por convecção.



- Aplicações e exemplos da convecção térmica:

I) Os aparelhos de ar condicionado operam colocando ar frio dentro de um ambiente. Porém eles causam melhor efeito quando colocados na parte superior de uma sala, porque desta forma provocam a convecção do ar, com a descida do ar frio e a subida do ar quente.

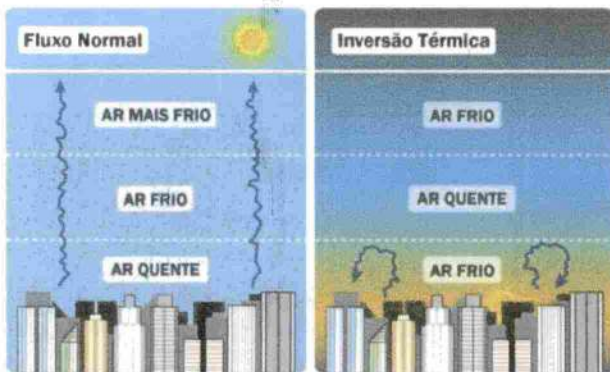


II) Os ventos são correntes de convecção atmosféricas. O sol aquece mais a superfície da Terra na região do Equador do que na região dos pólos. Assim, o ar aquecido no Equador sobe e espalha-se em direção norte-sul, enquanto que o ar frio se move próximo à superfície e toma o seu lugar. Este é um modelo simplificado do que ocorre, pois os ventos também são influenciados pela rotação da Terra.

III) Brisas marítimas : no litoral, durante o dia, a terra aquece mais rapidamente que a água. As massa de ar sobre a terra quando aquecidas sobem, dando lugar ao ar frio que vem do mar para a terra, são as *brisas marítimas*. Durante a noite, a terra esfria mais rapidamente que a água, e um vento frio sopra da terra para o mar são as *brisas terrestres*.



IV) Inversões térmicas : ocorrem em dias frios nos quais a camada de ar junto ao solo é mais fria do que as camadas superiores, não ocorrendo, assim, a convecção térmica. Então, o ar poluído das grandes cidades não se dispersa, provocando mal-estar em muitas pessoas. Naturalmente, é um fenômeno freqüente no período de inverno.



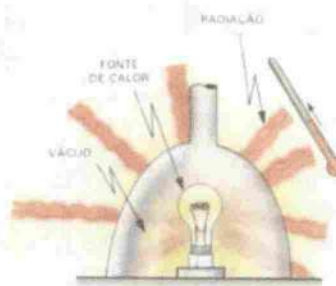
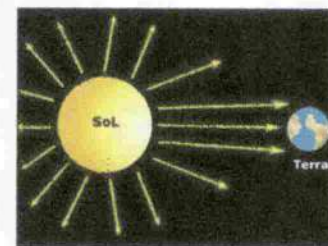
V) O planador ganha altura, pois é empurrado para cima pelas correntes de convecção ascendentes (ar quente). Ao cessarem essas correntes, ele plana e perde altura, até encontrar outras correntes ascendentes. O planador é movido a correntes de convecção.



Irradiação: propagação do calor por intermédio de ondas eletromagnéticas. Nesse processo, somente energia se propaga, não sendo necessário nenhum meio material. As ondas, são denominadas raios infravermelhos. Qualquer corpo é capaz de emití-las em direção ao espaço que o rodeia.



Radiação térmica



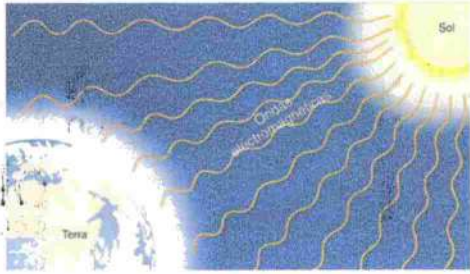
Quando a radiação térmica incide em um corpo, parte dela é absorvida e parte dela é refletida por ele. Os corpos escuros absorvem a maior parte da radiação que neles incide. É por isto que um objeto escuro, colocado ao Sol, tem sua temperatura elevada. Por outro lado, os corpos claros refletem quase totalmente a radiação térmica incidente e, por isto, nos climas quente, as pessoas usam frequentemente roupas claras.

CLARAS - refletem mais - **absorvem e emitem menos**
ESCURAS - refletem menos - **absorvem e emitem mais**

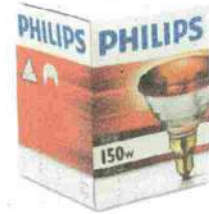




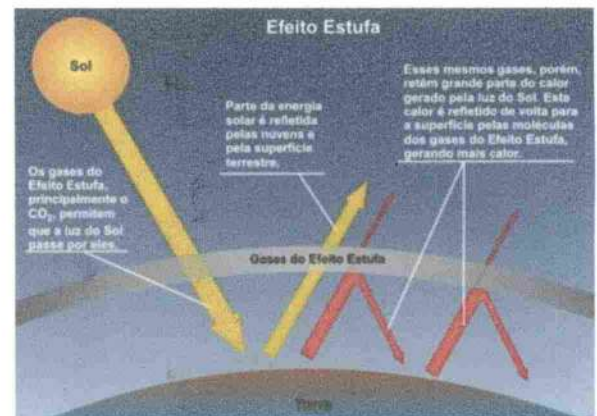
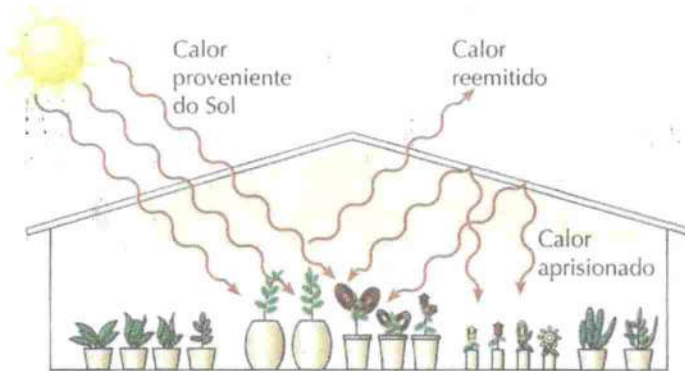
A Terra recebe energia emitida pelo Sol, que se propaga no vácuo, aquecendo-a.



O tratamento de distensões musculares é feito através do uso de lâmpadas emissoras de radiação infravermelha.



O efeito estufa: o vidro comum é transparente às radiações de alta temperatura emitidas pelo Sol, mas é opaco às radiações emitidas por corpos a temperaturas muito inferiores à do Sol.

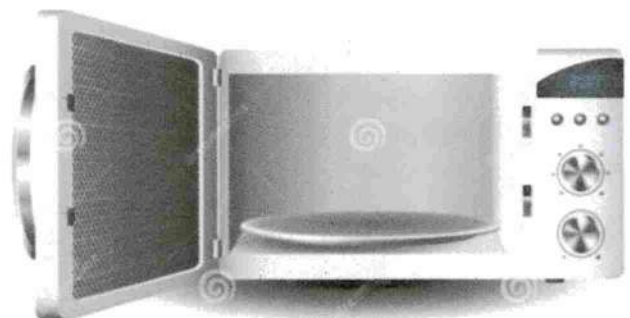


Observações

I) Garrafa térmica (Vaso de Dewar): evita condução, convecção e irradiação de calor. Ela não permite a rápida troca de calor entre o líquido nela contido e o meio ambiente. Suas paredes são de vidro, duplas, com vácuo parcial entre elas; que impede a condução ou convecção do calor. Como o vidro das paredes é espelhado, não há transferência de calor por irradiação.



II) Forno eletrônico de microondas: ondas eletromagnéticas de alta frequência (10^7 Hz – 10^{11} Hz) são produzidas na parte interna do forno, provocando vibrações de altíssima frequência dentro do alimento, que por fricção produzem calor aquecendo-o interna e externamente de forma simultânea e muito rápida.



 **DESAFIO****UCPEL**

Um calorímetro adiabático de capacidade térmica desprezível contém, sob pressão constante de 1 atm, 300,0g de água a uma temperatura de 28,0°C. Uma amostra de gelo, cuja massa é igual a M_1 e a temperatura é igual a 0°C, é introduzida no calorímetro e verifica-se que o sistema atinge a temperatura de 10,0°C no equilíbrio térmico.

Após, introduz-se uma nova amostra de gelo, de massa M_2 e temperatura igual a 0°C, com o objetivo de fazer o sistema atingir o equilíbrio térmico em 0°C, sem restar nenhuma massa de gelo ao final do processo.

Considere os seguintes dados:

Calor específico do gelo = 0,5 cal/g.°C

Calor específico da água = 1,0 cal/g.°C

Calor latente de fusão do gelo = 80 cal/g

De acordo com os dados acima, as massa M_1 e M_2 valem

- A) $M_1 = 63,5\text{g}$ e $M_2 = 37,5\text{g}$
- B) $M_1 = 63,5\text{g}$ e $M_2 = 45,4\text{g}$
- C) $M_1 = 60,0\text{g}$ e $M_2 = 37,5\text{g}$
- D) $M_1 = 60,0\text{g}$ e $M_2 = 45,0\text{g}$
- E) $M_1 = 67,5\text{g}$ e $M_2 = 45,6\text{g}$

Mistura 1: $\Sigma Q_n = 0$
 $300 \cdot 1 \cdot (10 - 28) + M_1 \cdot 80 + M_1 \cdot 1 \cdot (10 - 0) = 0$
 $-5400 + 80 \cdot M_1 + 10 \cdot M_1 = 0$
 $90 \cdot M_1 = 5400$
 $M_1 = 60 \text{ g}$

Mistura 2: $\Sigma Q_n = 0$
 $360 \cdot 1 \cdot (0 - 10) + M_2 \cdot 80 = 0$
 $-3600 + 80 \cdot M_2 = 0$
 $M_2 = 45 \text{ g}$

A mistura 1 tem a massa de 300 g de água cedendo calor para a fusão do gelo e posterior aquecimento dessa massa de água resultante da fusão até 10°C.

A mistura 2 tem os 360 g de água (300g + 60g) da mistura anterior cedendo calor para a fusão imediata do gelo. A quantidade de calor cedida é exatamente igual a quantidade absorvida para a fusão, dessa forma resta apenas água a 0°C.

Resposta: D

**ANOTAÇÕES**



LEITURA 1

Regulagem da temperatura corporal

O primeiro conceito que devemos definir sobre este tema é que há uma temperatura central – interna ou corporal – e outra cutânea – da superfície de nosso corpo. A primeira está a todo o momento sendo regulada por mecanismos que discutiremos mais adiante, e isso é necessário para que possamos manter essa temperatura em um nível quase constante, que varia, normalmente, em cerca de $0,6^{\circ}\text{C}$. A temperatura da pele, diferentemente, varia muito de acordo com a temperatura do ambiente e com a parte do corpo em questão.

Como bem sabemos dos livros de biologia, o ser humano é homeotérmico. Isso significa que podemos manter nossa temperatura estável mesmo em condições extremas de frio ou de calor (até certo limite, é claro). Isso é conseguido através da regulação da temperatura, que depende basicamente da relação entre o que se produz e o que se dissipa ou perde de calor. E o que produz calor em nosso organismo? Vários são os elementos envolvidos, mas, principalmente, o nosso metabolismo celular. Esse metabolismo, por sua vez, é influenciado por alguns fatores, como a atividade muscular, hormônios que aceleram o metabolismo e o estado alimentar. Durante o exercício físico, é fácil notarmos que a temperatura corporal fica elevada. Outro exemplo é o aumento do calor após uma refeição. Em ambos os casos, há um aumento das reações químicas em nosso organismo.

O outro lado dessa balança é a forma com que perdemos calor. Como vimos, a temperatura externa do nosso corpo pode variar bastante. Isso é muito importante para a dinâmica da troca de calor entre o indivíduo e o ambiente. O calor é produzido em nosso ambiente interno, dentro do organismo, em função de nosso metabolismo. Esse calor, porém, deve seguir em direção à pele e posteriormente em direção ao ambiente externo ao nosso corpo, tudo isso para que nossa temperatura (interna) seja mantida em valores constantes. Assim, fundamentalmente, o que define essa troca é a velocidade que cada um desses “movimentos” ocorre, a saber: a velocidade de transferência de calor do meio interno para a pele e, sequencialmente, da pele para o meio externo.

DE QUE FORMA PERDEMOS ESSE CALOR?

Já nos está claro que o calor é perdido pela superfície externa de nosso corpo. Mas isso acontece de diferentes maneiras, através de fenômenos físicos distintos. Esses mecanismos compreendem a irradiação (que representa cerca de 60% da perda de calor, em média), a condução, a convecção e a evaporação (22% da perda). A irradiação e a condução “movimentam” o calor a partir do objeto que de fato possui mais calor. Isso significa que em locais em que a temperatura da pele é menor do que a ambiente, o calor é absorvido pelo corpo. Particularmente importante é o mecanismo da evaporação, pois consiste na única forma com que o calor pode ser perdido para o ambiente quando este possui uma temperatura maior do que a da nossa pele. Quando sentimos muito calor, normalmente suamos. O suor possibilita o aumento da evaporação, aumentando também a perda de calor pela pele. O controle da produção de suor é, portanto, outro fator determinante da homeostase térmica.

VALORES NORMAIS DA TEMPERATURA CORPORAL

A temperatura corporal (interna), como já referido, varia conforme o local anatômico em que é medida. Portanto, os valores entendidos como normais também variam. A temperatura normal quando a aferição é realizada na axila está compreendida entre $35,5$ a 37°C . Esse é o método mais usual de mensurarmos nossa temperatura. A temperatura bucal (medida com outro tipo de termômetro, próprio para utilização nessa região) considerada normal deve estar entre 36 e $37,4^{\circ}\text{C}$.

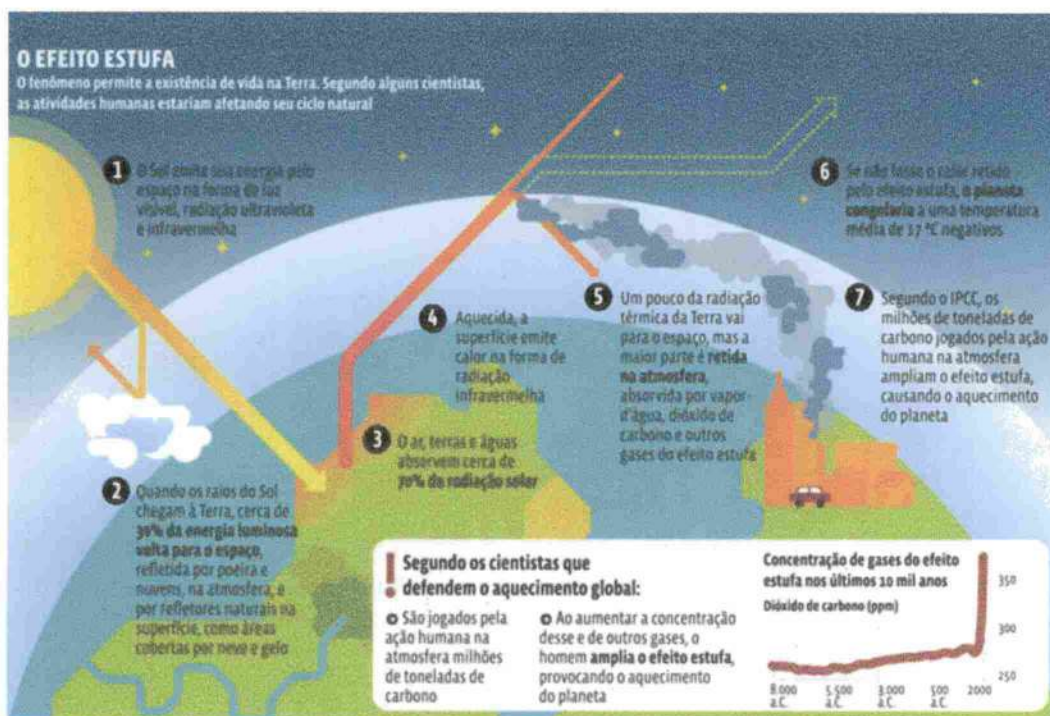
TEMOS NOSSO PRÓPRIO TERMOSTATO

Em nosso cérebro, possuímos uma região conhecida como hipotálamo. Essa estrutura é fundamental no controle da regulação da temperatura corporal. O que acontece é que neurônios localizados nessa região são sensíveis a frio ou calor. Quando sentimos calor, alguns desses neurônios são estimulados e produzem respostas que visam diminuir nossa temperatura. Assim, quando esses neurônios (sensíveis ao calor) são estimulados, a sudorese aumenta e, conseqüentemente, aumentamos a perda de calor. Outras respostas condicionadas pelo estímulo desses neurônios são: a dilatação dos nossos vasos sanguíneos, que representa uma maior possibilidade de transferirmos calor para o ambiente externo; e a inibição de fenômenos que produzem calor, como os calafrios (tremores musculares involuntários). Outros neurônios, sensíveis ao frio, quando estimulados, induzem mecanismos opostos: contração dos vasos, diminuindo, portanto, a transferência de calor; ereção dos pelos (pouco importante para os homens, constituindo apenas alguma forma de herança adquirida no decorrer da evolução); e aumento da produção de calor com eventos como calafrios ou secreção de hormônios que estimulem o metabolismo corporal.



LEITURA 2

Efeito estufa

**O que é Efeito Estufa?**

É um fenômeno ocasionado pela concentração de gases (como dióxido de carbono, óxido nítrico, metano e os clorofluorcarbonos - estes últimos resíduos de produtos industrializados) na atmosfera, formando uma camada que permite a passagem dos raios solares e que absorve grande parte do calor emitido pela superfície da Terra.

Os clorofluorcarbonos (CFCs) produzidos pela indústria química, são poderosos gases com efeito estufa. Eles também reagem com o ozônio troposférico, destruindo, dessa forma, a camada de ozônio. Alguns gases da atmosfera, principalmente o dióxido de carbono (CO₂), funcionam como uma capa protetora que impede que o calor absorvido da irradiação solar escape para o espaço exterior, mantendo uma situação de equilíbrio térmico sobre o planeta, tanto durante o dia como noite. Sem o carbono na atmosfera, a superfície da Terra seria coberta de gelo.

O efeito estufa na Terra é garantido pela presença do dióxido de carbono, vapor de água e outros gases raros. Esses gases são chamados raros porque constituem uma parcela muito pequena na composição atmosférica, formada em sua maior parte por nitrogênio (75%) e oxigênio (23%).

Gases Isolantes

Os gases estufa agem como isolantes por absorver uma parte da energia irradiada pela Terra. As moléculas desses gases, agora mais ricas em energia, reirradiam-nas em todas as direções. Uma parte retorna para a Terra. Na ausência desta ação isolante, a Terra iria se resfriar muito. Devido ao efeito estufa, a superfície terrestre é aproximadamente 33°C mais quente.

Se os níveis dos gases estufa proverem um isolamento durante um período longo de tempo, a Terra poderá eventualmente se tornar muito quente para a manutenção da vida. O problema não está na existência dos gases estufa - pois eles são de origem natural e executam um serviço essencial - mas devido às altas concentrações desses gases.

Causas do Aquecimento

Ao longo dos últimos cem anos, a concentração de gases de efeito estufa vem aumentando por causa da maior atividade industrial, agrícola e de transporte, e principalmente devido ao uso de combustíveis fósseis.



O efeito estufa gerado pela natureza além de benéfico é imprescindível para a manutenção da vida sobre a Terra. Se a composição dos gases raros for alterada, para mais ou para menos, o equilíbrio térmico da Terra sofrerá conjuntamente.

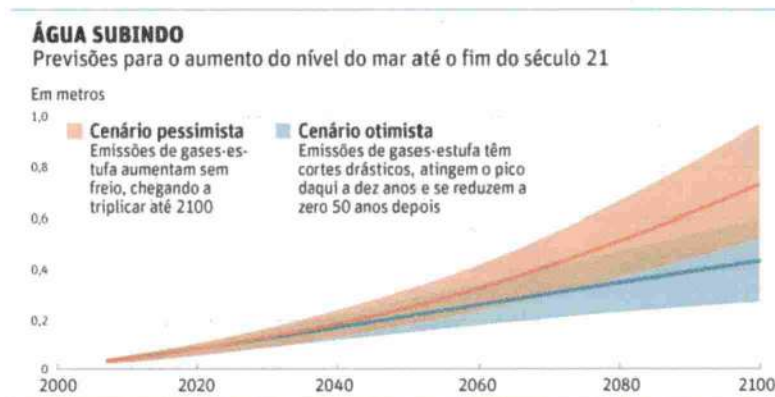
A ação do ser humano na natureza tem feito aumentar a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, através de uma queima intensa e descontrolada de combustíveis fósseis e do desmatamento. A derrubada de árvores provoca o aumento da quantidade de dióxido de carbono na atmosfera pela queima e também por decomposição natural. Além disso, as árvores aspiram dióxido de carbono e produzem oxigênio. Uma menor quantidade de árvores significa também menos dióxido de carbono sendo absorvido.

Aumento do Nível do Mar e Clima

As consequências do aquecimento global poderão ser catastróficas. A medida em que o gelo das calotas polares derrete, o nível do mar se eleva, provocando a inundação de terras mais baixas e, talvez, a submersão de países inteiros no Oceano Pacífico. Dependendo da elevação do nível do mar, Bangladesh e Egito, por exemplo, podem perder até um décimo de seus territórios, o que obrigaria o deslocamento de 16 milhões de pessoas.

O derretimento de geleiras das montanhas poderá provocar avalanches, erosão dos solos e mudanças dramáticas no fluxo dos rios, aumentando o risco de enchentes. Alterações bruscas na composição da atmosfera poderão desencadear mudanças dramáticas no clima, o que resultaria em grandes variações na temperatura e no ritmo de chuvas. Furacões, tormentas e enchentes, de um lado, e secas graves, de outro, poderão se tornar mais frequentes. Os cientistas acreditam que os desertos poderão crescer e que as condições de tempo nas regiões semiáridas, como no Nordeste do Brasil, serão ainda mais críticas.

Tudo isso poderá repercutir negativamente na produção de alimentos, já que diversas áreas cultiváveis serão afetadas. As alterações climáticas incomuns podem reduzir a população ou mesmo levar à extinção de muitas espécies que não seriam capazes de se adaptar às novas condições ambientais, afetando o equilíbrio de diversos ecossistemas.



Processos Naturais

Dois processos naturais resultam 95% do CO₂ emitido, cada um contribuindo igualmente. Um deles é a fotossíntese e o outro é a absorção de CO₂ pelos oceanos devido à reação deste gás com íons cálcio (e magnésio) e conseqüente formação de depósitos calcários no fundo dos mares.

Com esses dois processos, resta apenas 5% de todo o gás carbônico emitido sem ser reciclado, uma quantidade percentualmente pequena mas grande o suficiente para que pequenas variações na quantidade de gás carbônico, emitido por processos antropogênicos, sejam sentidas no aumento da temperatura média global de nosso planeta.

Chuva Ácida

As queimadas de combustíveis fósseis (carvão ou derivados de petróleo) liberam óxidos de nitrogênio (NxOy) e enxofre (SOx) que, combinados com a água, formam os ácidos nítrico (HNO₃) e sulfúrico (H₂SO₄) presentes nas precipitações de chuva. As águas da chuva, assim como a geada, neve e neblina, ao caírem na superfície, alteram a composição química do solo e das águas, atingem as cadeias alimentares, destroem florestas e lavouras, atacam estruturas metálicas, monumentos e edificações.



O gás carbônico (CO₂) expelido pela nossa respiração é consumido, em parte, pelos vegetais, plâncton e fitoplâncton e o restante permanece na atmosfera. A concentração de CO₂ no ar atmosférico tem se tornado cada vez maior, devido ao grande aumento da queima de combustíveis contendo carbono na sua constituição. Tanto o gás carbônico como outros óxidos ácidos, por exemplo, SO₂ e NO_x, são encontrados na atmosfera e as suas quantidades crescentes são um fator de preocupação para os seres humanos, pois causam, entre outras coisas, as chuvas ácidas.

Ao contrário do que se imagina, mesmo nos locais mais limpos, como o Ártico, a água da chuva é levemente ácida (pH 5,6). O pH mede o teor de íons positivos de hidrogênio de uma solução. A tabela do pH vai do zero ao quatorze: quanto maior for a concentração daqueles íons, menor será o pH, logo, mais ácida a chuva. Em várias cidades do oeste da Europa e do leste dos EUA, a chuva chegou a ter pH entre 2 e 3, ou seja, entre o do vinagre e o do suco de limão.

O termo chuva ácida foi usado pela primeira vez por Robert Angus Smith, químico e climatologista inglês. Ele usou a expressão para descrever a precipitação ácida que ocorreu sobre a cidade de Manchester no início da Revolução Industrial. Com o desenvolvimento e avanço industrial, os problemas inerentes às chuvas ácidas têm se tornado cada vez mais sérios. Um dos problemas das chuvas ácidas é o fato destas poderem ser transportadas através de grandes distâncias, podendo vir a cair em locais onde não há queima de combustíveis.

A poluição que sai das chaminés é levada pelo vento, sendo que uma parte dela pode permanecer no ar durante semanas, antes de se depositar no solo. Nesse período, pode ter viajado muitos quilômetros. Quanto mais a poluição permanece na atmosfera, mais a sua composição química se altera, transformando-se num complicado coquetel de poluentes que prejudica o meio ambiente.

Prejuízos e Efeitos

Segundo o Fundo Mundial para a Natureza, cerca de 35% dos ecossistemas europeus já estão seriamente alterados e cerca de 50% das florestas da Alemanha e da Holanda estão destruídas pela acidez da chuva. Na costa do Atlântico Norte, a água do mar está entre 10% e 30% mais ácida que nos últimos vinte anos. Nas mais importantes áreas industriais do Hemisfério Norte, o vento predominante vem do oeste. Isso significa que as áreas situadas no caminho do vento, que sopra dessas regiões industriais, recebem uma grande dose de poluição.

Cerca de 3 milhões de toneladas de poluentes ácidos são levados a cada ano dos Estados Unidos para o Canadá. De todo o dióxido de enxofre precipitado no leste canadense, metade dele provém das regiões industriais situadas no nordeste dos EUA. Na Europa, a poluição ácida é soprada sobre a Escandinávia, vindo dos países vizinhos, especialmente da Grã-Bretanha e do Leste-Europeu.

Nos EUA, onde as usinas termoelétricas são responsáveis por quase 65% do dióxido de enxofre lançado na atmosfera, o solo dos Montes Apalaches também está alterado: tem uma acidez dez vezes maior que a das áreas vizinhas, de menor altitude, e cem vezes maior que a das regiões onde não há esse tipo de poluição. Na América do Sul, chuvas com pH médio 4,7 têm sido registradas tanto em regiões urbanas e industrializadas como em regiões remotas.

Monumentos históricos também estão sendo corroídos: a Acrópole, em Atenas; o Coliseu, em Roma; o Taj Mahal, na Índia; as catedrais de Notre Dame, em Paris e de Colônia, na Alemanha. Em Cubatão, São Paulo, as chuvas ácidas contribuem para a destruição da Mata Atlântica e desabamentos de encostas. A usina termoelétrica de Candiota, em Bagé, no Rio Grande do Sul, provoca a formação de chuvas ácidas no Uruguai. Outro efeito das chuvas ácidas é a formação de cavernas.

A chuva ácida obviamente também afeta a saúde humana, liberando metais tóxicos que estavam no solo, que podem alcançar rios e serem utilizados pelo homem causando sérios problemas de saúde. Ainda, com relação ao meio ambiente, os lagos podem ser os mais prejudicados com o efeito da chuva ácida, pois podem ficar totalmente acidificados, perdendo toda a sua vida.

Os dois países com maior interesse em acabar com a chuva ácida são a Grã-Bretanha e a Alemanha. A Alemanha mudou sua política repentinamente para garantir pouca poluição; já a Grã-Bretanha, que tem menos problemas, ainda quer um pouco mais de provas antes de atuar. Um outro país, os Estados Unidos, acreditam que sejam necessários mais pesquisas e debates antes de uma ação prática.

Hoje em dia o carvão, o petróleo e o gás natural são utilizados para suprir 75% dos gastos com energia. É possível cortar estes gastos pela metade e ter um alto nível de vida. Eis algumas sugestões para economizar energia:



- Transporte coletivo: diminuindo-se o número de carros a quantidade de poluentes também diminui;
- Utilização do metrô: por ser elétrico polui menos do que os carros;
- Utilizar fontes de energia menos poluentes: hidrelétrica, geotérmica, mareomotriz, eólica, nuclear (embora cause preocupações em relação à possíveis acidentes e para onde levar o lixo nuclear).
- Purificação dos escapamentos dos veículos: utilizar gasolina sem chumbo e adaptar um conversor catalítico; utilizar combustíveis com baixo teor de enxofre.

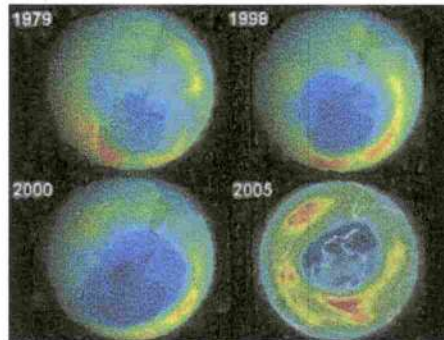
Glossário

Dióxido de Carbono (CO₂) - Representado pela fórmula CO₂, é um gás naturalmente presente na atmosfera terrestre em quantidades muito pequenas (apenas cerca de 0,03 % do volume da atmosfera é constituído por este gás). É um importante fator na fotossíntese, pois fornece o carbono que será usado para a fabricação de moléculas que armazenam energia na forma de ligações químicas. Trata-se do mais importante gás que provoca o efeito estufa, depois do vapor d'água.

Clorofluorcarbonos - Também conhecidos por CFC's, são substâncias químicas artificiais, utilizadas principalmente em refrigeradores, condicionadores de ar e aerossóis, e constituem o mais poderoso gás que provoca o efeito estufa.

Ozônio (O₃) - Gás formado quando hidrocarbonetos reagem com óxidos de nitrogênio na presença de luz solar. É um dos poluentes mais graves da troposfera, contribuindo para a formação do fotoquímica.

Camada de Ozônio - Camada da estratosfera formada pelo gás ozônio. Essa camada atua como barreira parcial à penetração da radiação ultravioleta incidente na superfície terrestre, protegendo-a, portanto, dos efeitos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, causados pelo excesso de tal radiação.



Combustíveis Fósseis - Nome dado ao petróleo, carvão mineral e gás natural. É uma formação orgânica depositada no subsolo e que sofreu fossilização. Pode ser queimada para a obtenção de calor ou outra forma de energia.

Desmatamento - Qualquer processo de alteração da cobertura vegetal movido pela espécie humana em que a vegetação resultante armazena menos carbono do que a original (incluindo o solo sobre o qual ela se encontra).

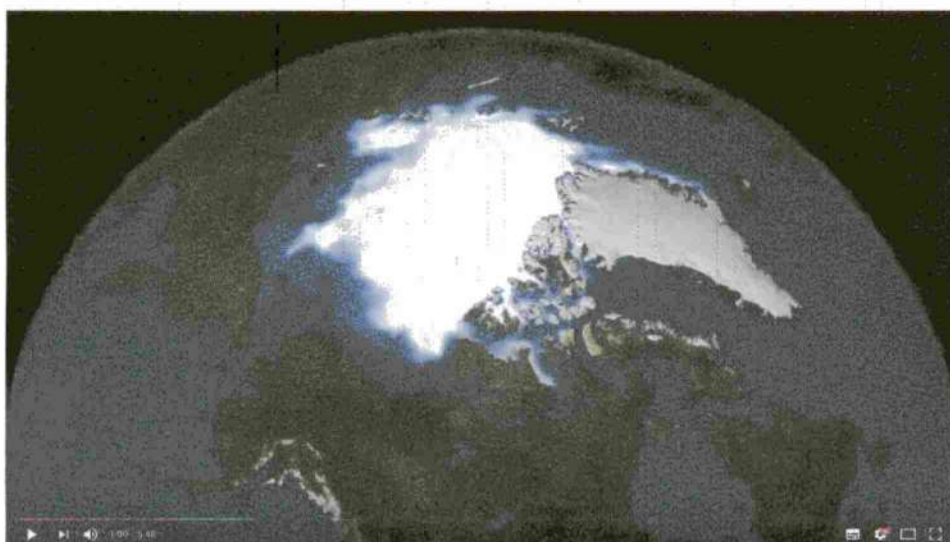
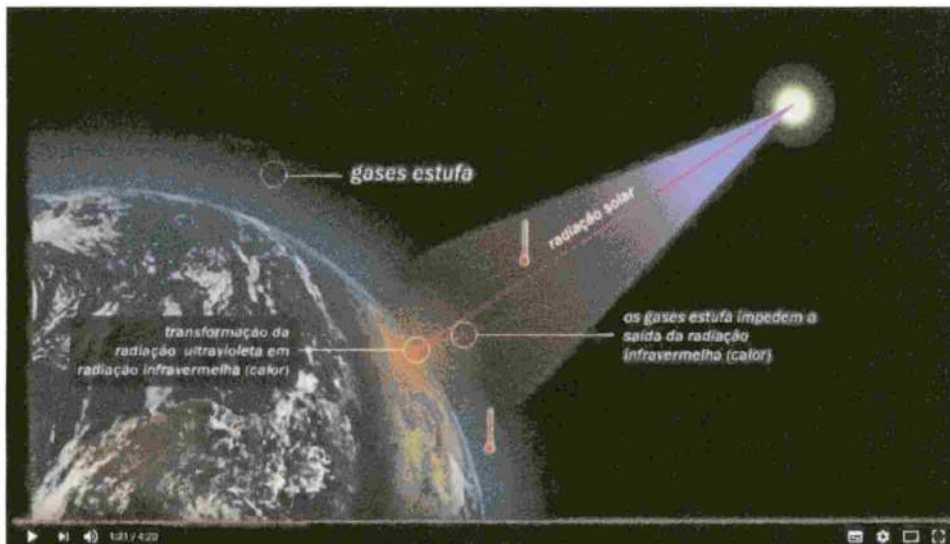
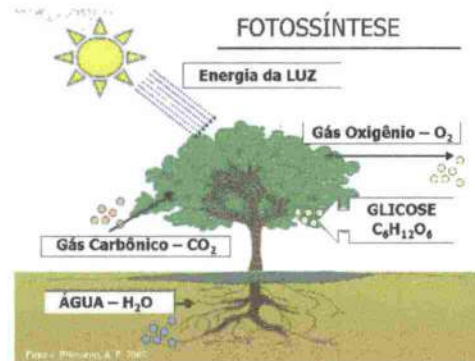
Metano (CH₄) - Também conhecido como "gás dos pântanos", é formado pela decomposição de compostos orgânicos na ausência de oxigênio por determinadas bactérias, seja em pântanos, seja no estômago do gado, seja no de outros ruminantes. Fontes adicionais, induzidas pela espécie humana, são a queima de biomassa vegetal, vazamentos de dutos de gás natural, plantio de arroz em áreas alagadas e a mineração de certo tipo de carvão mineral. Boa parte do metano desaparece em reações químicas na própria atmosfera e uma fração pequena é absorvida por microorganismos existentes no solo. O metano contribuiu com 15% do efeito estufa.

Atmosfera - Atmosfera é a camada gasosa que envolve o planeta. A atmosfera terrestre consiste de 77% de nitrogênio e 21% de oxigênio. O resto é vapor d'água e outros gases.

Biosfera - A terra é composta por vários ecossistemas sejam eles aquáticos, terrestres ou até mesmo aéreos. A soma de todos estes ecossistemas é a biosfera. Portanto, a biosfera seria a parte na qual ocorre vida no planeta e na qual a vida tem poder de ação.



Fotossíntese - A fotossíntese é uma função que apenas os vegetais são capazes de realizar. É através dela que as plantas produzem compostos orgânicos ricos em energia (glicose) e liberam oxigênio. A fotossíntese ocorre quando a água e o gás carbônico, na presença da luz, dão origem à glicose, nas partes verdes dos vegetais. A folha é a parte do vegetal em que mais se realiza a fotossíntese. Além de ser rica em clorofila, sua posição na planta, geralmente exposta à luz, e sua forma laminar permitem que a energia do sol seja absorvida com maior eficiência.





QUESTÕES PÓS-AULA

As **questões pós-aula** tem a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a "obrigação" de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

Fica a dica: se algum dia um "tema de casa" tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

91. UFRGS. A água contida em uma bacia é colocada ao ar livre para evaporar. Qual das alternativas indica um processo que contribui para reduzir a quantidade de água evaporada por unidade de tempo?

- A) Aumento da pressão atmosférica.
- B) Redução da umidade relativa do ar.
- C) Aumento da intensidade do vento.
- D) Aumento da temperatura da água.
- E) Mudança da água para uma bacia de diâmetro maior.



92. UFRGS. A tabela mostra o ponto de fusão (P. F.) e o calor latente de fusão (C. L.) de algumas substâncias à pressão de 1 atm.

Substância	P.F. (°C)	C.L. (cal/g)
prata	961	21
chumbo	327	5,8
água	0	80
álcool	-115	25



Com base nesses dados, são feitas as seguintes afirmações:

- I. Para a pressão dada, a temperatura na qual ocorre a fusão é bem determinada para cada substância.
- II. Quanto maior o calor latente de fusão, tanto maior o ponto de fusão.
- III. É necessário mais calor para fundir um grama de gelo a 0 °C do que um grama de chumbo a 327 °C.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I
- B) Apenas II
- C) Apenas I e III
- D) Apenas II e III
- E) I, II e III



93. UFRGS. As moléculas de um líquido encontram-se em permanente agitação, movimentando-se em todas as direções, com velocidades de módulos variados. Algumas das moléculas que atingem a superfície do líquido, com valores de velocidade suficientemente altos, conseguem escapar do seu interior. Considerando que são as moléculas de maior velocidade que escapam do líquido e que as de menor velocidade nele permanecem, a energia cinética média das moléculas do líquido diminui, o que representa um decréscimo da sua temperatura. O número de moléculas que escapa por unidade de tempo depende de fatores como a temperatura do líquido, a área de sua superfície livre e a ventilação nas proximidades dessa superfície. O texto acima refere-se ao fenômeno de



- A) evaporação.
- B) sublimação.
- C) fusão.
- D) condensação.
- E) solidificação.

94. PUCRS. Gases, vapores e misturas de gases e vapores, quando afastados de seus pontos de liquefação, apresentam um comportamento comum descrito pela equação $pV=nRT$. Portanto, nas mesmas condições de pressão e temperatura, esses sistemas, para um mesmo volume, apresentarão a mesma quantidade de partículas. Assim, se uma molécula de água ingressar no ar, alguma outra deverá sair. Aplicando essas considerações para o ar seco (com pouco ou nenhum vapor de água) e para o ar úmido (com vapor de água), afirma-se:



I. O ar úmido é mais denso que o ar seco, pois o vapor de água (H_2O) é mais denso do que o ar seco.

II. O ar úmido é menos denso que o ar seco, porque a massa da molécula de água é menor do que a das moléculas de oxigênio (O_2) e nitrogênio (N_2).

III. O ar seco é menos denso que o ar úmido, porque apresenta menor quantidade de moléculas.

A(s) afirmativa(s) correta(s) é/são:

- A) I, apenas.
- B) II, apenas.
- C) I e III, apenas.
- D) II e III, apenas.
- E) I, II e III.

INSTRUÇÃO: Para responder à questão **95**, considere as informações a seguir e preencha os parênteses com V (verdadeiro) e F (falso).



95. PUCRS. Uma panela de pressão cozinha alimentos em água em um tempo menor do que as panelas comuns. Esse desempenho da panela de pressão se deve à

- () influência da pressão sobre a temperatura de ebulição da água.
- () maior espessura das paredes e ao maior volume interno da panela de pressão.
- () temperatura de ebulição da água, que é menor do que 100°C , neste caso.
- () pressão interna, de uma atmosfera (1 atm), mantida pela válvula da panela de pressão.

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

- A) V – F – F – F
- B) V – V – F – V
- C) F – F – V – V
- D) F – V – V – V
- E) V – V – F – F



96. PUCRS. Em uma panela de pressão consegue-se cozinhar os alimentos mais rapidamente do que em uma panela comum. Isso ocorre porque

- A) a temperatura de ebulição da água aumenta com o aumento da pressão.
- B) a temperatura de ebulição da água aumenta com a diminuição da pressão.
- C) o ar fica mais rarefeito na panela de pressão.
- D) o aumento da pressão aumenta o calor específico da água.
- E) o aumento da pressão diminui o calor específico da água.



97. Considere as afirmativas sobre mudança de fase apresentadas a seguir .

- I – A sublimação pode ocorrer quando acontece a passagem direta da fase sólida para a fase de vapor .
- II – A temperatura pode variar durante o processo de fusão.
- III – A vaporização é um processo mais complexo que a fusão, pois ocorre de dois modos: por evaporação ou por ebulição.
- IV – Na fusão e na solidificação, todas as substâncias têm o mesmo comportamento: expandem-se na fusão e contraem-se na solidificação.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- B) Somente as afirmativas I e III estão corretas.
- C) Somente as afirmativas I, II e IV estão corretas.
- D) Somente as afirmativas II, III e IV estão corretas.
- E) Somente as afirmativas I e IV estão corretas.





98. UFRGS. Quando se fornece calor a uma substância, podem ocorrer diversas modificações decorrentes de propriedades térmicas da matéria e de processos que envolvem a energia térmica.

Considere as afirmações abaixo, sobre processos que envolvem fornecimento de calor.

- I - Todos os materiais, quando aquecidos, expandem-se.
- II - A temperatura de ebulição da água depende da pressão.
- III - A quantidade de calor a ser fornecida, por unidade de massa, para manter o processo de ebulição de um líquido, é denominado calor latente de vaporização.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.



99. Os compostos orgânicos possuem interações fracas e tendem a apresentar temperaturas de ebulição e fusão menores do que as dos compostos inorgânicos. A tabela apresenta dados sobre as temperaturas de ebulição e fusão de alguns hidrocarbonetos.

SUBSTÂNCIA	TE (°C)	TF (°C)
metano	-162	-182
propano	-42	-188
eteno	-104	-169
propino	-23	-101

Na temperatura de -114 °C é correto afirmar que os estados físicos em que se encontram os compostos, metano, propano, eteno e propano, são, respectivamente,

- A) sólido, gasoso, gasoso e líquido.
- B) líquido, sólido, líquido e sólido.
- C) líquido, gasoso, sólido e líquido.
- D) gasoso, líquido, sólido e gasoso.
- E) gasoso, líquido, líquido e sólido.



100. ENEM.





A tirinha faz referência a uma propriedade de uma grandeza Física, em que a função do jornal utilizado pelo homem é a de

- A) absorver a umidade que dissipa calor.
- B) impedir que o frio do ambiente penetre.
- C) manter o calor do homem concentrado.
- D) restringir a perda de calor para o ambiente.
- E) bloquear o vento que sopra trazendo frio.

101. ENEM. Uma opção não usual, para o cozimento do feijão, é o uso de uma garrafa térmica. Em uma panela, coloca-se uma parte de feijão e três partes de água e deixa-se ferver o conjunto por cerca de 5 minutos, logo após transfere-se todo o material para uma garrafa térmica. Aproximadamente 8 horas depois, o feijão estará cozido. O cozimento do feijão ocorre dentro da garrafa térmica, pois



- A) a água reage com o feijão, e essa reação é exotérmica.
- B) o feijão continua absorvendo calor da água que o envolve, por ser um processo endotérmico.
- C) o sistema considerado é praticamente isolado, não permitindo que o feijão ganhe ou perca energia.
- D) a garrafa térmica fornece energia suficiente para o cozimento do feijão, uma vez iniciada a reação.
- E) a energia envolvida na reação aquece a água, que mantém constante a temperatura, por ser um processo exotérmico.

102. 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.



103. ENEM. Um aquecedor solar consiste essencialmente em uma serpentina de metal, a ser exposta ao sol, por meio da qual flui água a ser aquecida. A parte inferior da serpentina é soldada a uma chapa metálica, que é o coletor solar. A forma da serpentina tem a finalidade de aumentar a área de contato com o coletor e com a própria radiação solar sem aumentar muito o tamanho do aquecedor. O metal, sendo bom condutor, transmite a energia da radiação solar absorvida para as paredes internas e, daí, por condução, para a água. A superfície deve ser recoberta com um material, denominado material seletivo quente, para que absorva o máximo de radiação solar e emita o mínimo de radiação infravermelha. Os quadros relacionam propriedades de alguns metais/ligas metálicas utilizados na confecção de aquecedores solares:



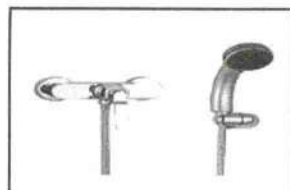
Material metálico	Condutividade térmica (W/m K)
Zinco	116,0
Aço	52,9
Cobre	411,0

Material seletivo quente	Razão entre a absorvância de radiação solar e a emitância de radiação infravermelha
A. Óxido e sulfeto de níquel e zinco aplicados sobre zinco	8,45
B. Óxido e sulfeto de níquel e zinco sobre ferro galvanizado	7,42
C. Óxido de cobre em alumínio anodizado	7,72

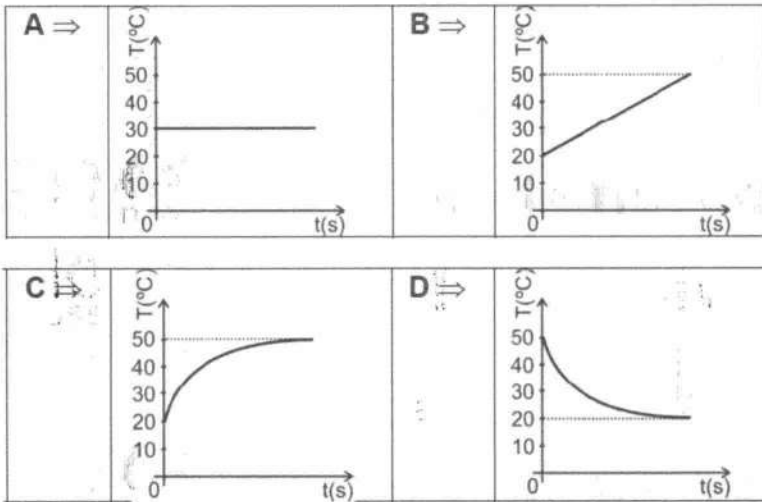
Os aquecedores solares mais eficientes e, portanto, mais atrativos do ponto de vista econômico, devem ser construídos utilizando como material metálico e material seletivo quente, respectivamente,

- A) aço e material seletivo quente **A**.
- B) aço e material seletivo quente **B**.
- C) cobre e material seletivo quente **C**.
- D) zinco e material seletivo quente **B**.
- E) cobre e material seletivo quente **A**.

104. ACAFE. Em quase todos os hospitais e algumas residências é comum o uso de chuveiros misturadores de água quente e fria como na figura.



Suponha que a torneira quente forneça 50 gramas de água por segundo a temperatura de 50°C e a torneira fria forneça 100 gramas de água por segundo a temperatura de 20°C . Considere também que não há trocas de calor entre a água e o ambiente e as águas das duas torneiras se misturam rapidamente. A alternativa **correta** que mostra o gráfico da temperatura T da água após a mistura em função do tempo t é:

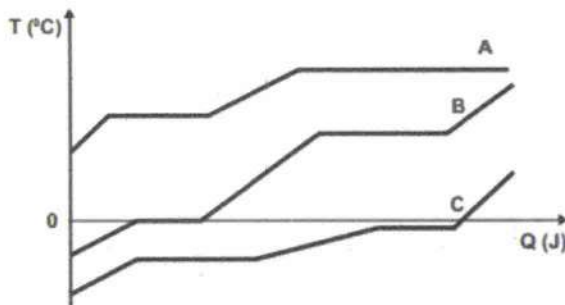


105. UFRGS. Mistura-se gelo a 0 °C com água quente em um recipiente termicamente isolado. O balanço da energia é o seguinte: 356 J/g são cedidos pela água quente, ao passo que 335 J/g são absorvidos para a fusão do gelo. Considerando o calor específico da água $4,2 \frac{\text{J}}{\text{g K}}$, qual é a temperatura de equilíbrio da mistura?



- A) 0 °C
- B) 0,5 °C
- C) 5 °C
- D) 21 °C
- E) 88,2 °C

INSTRUÇÃO: Responder à questão 106 com base na figura a seguir, na qual um diagrama relaciona o comportamento das temperaturas Celsius T e as quantidades de calor Q recebidas por três substâncias diferentes, A, B e C, todas sujeitas à mesma pressão atmosférica.



106. PUCRS. Para melhorar o desempenho térmico de seu refrigerador doméstico, um indivíduo tomou três medidas:

- I. Distribuiu os alimentos nas prateleiras, cuidando para que sobrassem espaços vazios entre eles, com a conseqüente circulação de ar frio para baixo e de ar quente para cima.





II. Diminuiu o intervalo de tempo em que a porta do refrigerador era mantida aberta.

III. Manteve a camada de gelo nas paredes do congelador bem espessa para fortalecer as trocas de calor internas.

Considerando teorias da Física, a(s) ação/ações correta(s) é/são

- A) a I, apenas.
- B) a II, apenas.
- C) a I e a II, apenas.
- D) a II e a III, apenas.
- E) a I, a II e a III.

107. PUCRS. Numa garrafa térmica a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, contendo água também a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, é colocado um pedaço de gelo com 200g a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na situação final de equilíbrio térmico, verifica-se uma mistura de água e 100g de gelo. Sendo 80cal/g o calor de fusão do gelo, o calor absorvido (da garrafa térmica e da água que nela se encontrava) pelo gelo e a temperatura final são, respectivamente,



- A) $1,6\text{kcal}$ e $20\text{ }^{\circ}\text{C}$
- B) $3,0\text{kcal}$ e $10\text{ }^{\circ}\text{C}$
- C) $6,0\text{kcal}$ e $10\text{ }^{\circ}\text{C}$
- D) $6,4\text{kcal}$ e $0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- E) $8,0\text{kcal}$ e $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

108. ENEM. Nos dias frios, é comum ouvir expressões como: “Esta roupa é quentinha” ou então “Feche a janela para o frio não entrar”. As expressões do senso comum utilizadas estão em desacordo com o conceito de calor da termodinâmica. A roupa não é “quentinha”, muito menos o frio “entra” pela janela. A utilização das expressões “roupa é quentinha” e “para o frio não entrar” é inadequada, pois o (a):



- A) Roupa absorve a temperatura do corpo da pessoa, e o frio não entra pela janela, o calor é que sai por ela.
- B) Roupa não fornece calor por ser um isolante térmico, e o frio não entra pela janela, pois é a temperatura da sala que sai por ela.
- C) Roupa não é uma fonte de temperatura, e o frio não pode entrar pela janela, pois o calor está contido na sala, logo o calor é que sai por ela.
- D) Calor não está contido num corpo, sendo uma forma de energia em trânsito de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.
- E) Calor está contido no corpo da pessoa, e não na roupa, sendo uma forma de temperatura em trânsito de um corpo mais quente para um corpo mais frio.



109. UPF. Um recipiente aberto contém 0,5 kg de gelo a $-10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. A massa do recipiente pode ser desprezada. Fornecemos calor ao recipiente com uma taxa de 750 cal/min , durante 150 minutos. Considerando $c_{\text{gelo}} = 0,5\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ e $L_{\text{fusão}} = 80\text{ cal/g}$, depois de quanto tempo, a partir do momento em que o aquecimento começou, a temperatura começará a ser maior do que $0,0^{\circ}\text{C}$?

- A) 3400 segundos
- B) 3200 segundos
- C) 340 segundos
- D) 200 segundos
- E) 56,6 segundos



110. UPF. Um calorímetro contém uma massa de água de 1 kg à temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. A massa é aquecida durante 5 minutos por um resistor elétrico no qual circula uma corrente elétrica de 5 A, fornecida por uma fonte de tensão de 220 V. Considerando que o calor específico da água é de $4,2\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot(^{\circ}\text{C})^{-1}$, pode-se afirmar que a temperatura final da água em $^{\circ}\text{C}$ é, aproximadamente, de:

- A) 78,5
- B) 93,7
- C) 53,5
- D) 30,3
- E) 103,6



111. Por que o deserto do Atacama é tão seco? A região situada no norte do Chile, onde se localiza o deserto do Atacama, é seca por natureza. Ela sofre a influência do Anticiclone Subtropical do Pacífico Sul (ASPS) e da cordilheira dos Andes. O ASPS, região de alta pressão na atmosfera, atua como uma "tampa", que inibe os mecanismos de levantamento do ar necessários para a formação de nuvens e/ou chuva. Nessa área, há umidade perto da costa, mas não há mecanismo de levantamento. Por isso não chove. A falta de nuvens na região torna mais intensa a incidência de ondas eletromagnéticas vindas do Sol, aquecendo a superfície e elevando a temperatura máxima. De noite, a Terra perde calor mais rapidamente, devido à falta de nuvens e à pouca umidade da atmosfera, o que torna mais baixas as temperaturas mínimas. Essa grande amplitude térmica é uma característica dos desertos. (*Ciência Hoje, novembro de 2012. Adaptado.*)

Baseando-se na leitura do texto e dos seus conhecimentos de processos de condução de calor, é correto afirmar que o ASPS _____ e a escassez de nuvens na região do Atacama _____. As lacunas são, correta e respectivamente, preenchidas por

- A) favorece a convecção – favorece a irradiação de calor
- B) favorece a convecção – dificulta a irradiação de calor
- C) dificulta a convecção – favorece a irradiação de calor
- D) permite a propagação de calor por condução – intensifica o efeito estufa
- E) dificulta a convecção – dificulta a irradiação de calor





112. A liofilização é um processo de desidratação de alimentos que, além de evitar que seus nutrientes saiam junto com a água, diminui bastante sua massa e seu volume, facilitando o armazenamento e o transporte. Alimentos liofilizados também têm seus prazos de validade aumentados, sem perder características como aroma e sabor.

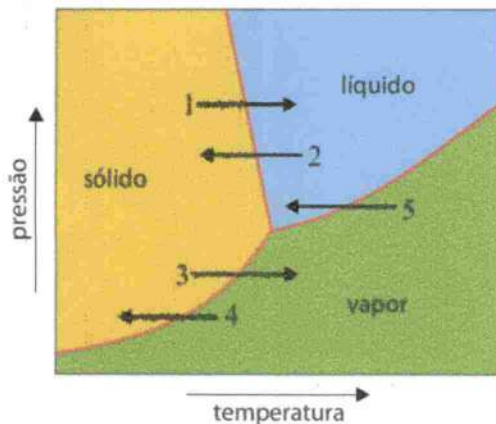


O processo de liofilização segue as seguintes etapas:

I. O alimento é resfriado até temperaturas abaixo de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, para que a água contida nele seja solidificada.

II. Em câmaras especiais, sob baixíssima pressão (menores do que $0,006\text{ atm}$), a temperatura do alimento é elevada, fazendo com que a água sólida seja sublimada. Dessa forma, a água sai do alimento sem romper suas estruturas moleculares, evitando perdas de proteínas e vitaminas.

O gráfico mostra parte do diagrama de fases da água e cinco processos de mudança de fase, representados pelas setas numeradas de 1 a 5.



A alternativa que melhor representa as etapas do processo de liofilização, na ordem descrita, é

- A) 4 e 1.
- B) 2 e 1.
- C) 2 e 3.
- D) 1 e 3.
- E) 5 e 3.

113. Considere as seguintes afirmações sobre termologia.



I. O calor específico sensível é uma propriedade das substâncias e a capacidade térmica é uma propriedade de determinado corpo.



II. A capacidade térmica pode ser expressa em J/K, e o calor específico sensível pode ser expresso em J/(kgK).

III. Sabe-se que o calor específico sensível do vidro é $0,20 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}$ e o do ouro é $0,031 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$. Assim, se a mesma quantidade de água, a 50°C , for colocada em dois recipientes de mesma massa, a 20°C , um de vidro e outro de ouro, a temperatura de equilíbrio térmico entre a água e os recipientes será maior no de ouro.

Quais estão corretas?

- A) Apenas II.
- B) Apenas I e II.
- C) Apenas I e III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.

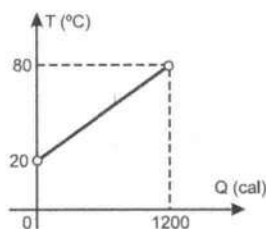
114. ENEM. Em 1962, um *jingle* (vinheta musical) criado por Heitor Carillo fez tanto sucesso que extrapolou as fronteiras do rádio e chegou à televisão ilustrado por um desenho animado. Nele, uma pessoa respondia ao fantasma que batia em sua porta, personificando o "frio", que não o deixaria entrar, pois não abriria a porta e compraria lãs e cobertores para aquecer sua casa. Apesar de memorável, tal comercial televisivo continha incorreções a respeito de conceitos físicos relativos à calorimetria.

DUARTE, M. *Jingle é a alma do negócio: livro revela os bastidores das músicas de propagandas.* Disponível em: <https://guiadoscuriosos.uol.com.br>. Acesso em: 24 abr. 2019 (adaptado).

Para solucionar essas incorreções, deve-se associar à porta e aos cobertores, respectivamente, as funções de:

- A) Aquecer a casa e os corpos.
- B) Evitar a entrada do frio na casa e nos corpos.
- C) Minimizar a perda de calor pela casa e pelos corpos.
- D) Diminuir a entrada do frio na casa e aquecer os corpos.
- E) Aquecer a casa e reduzir a perda de calor pelos corpos.

115. Medindo-se a temperatura de uma amostra de material sólido de massa igual a 200g, em função da quantidade de calor por ela absorvida, encontrou-se o seguinte diagrama:



Aquecendo-se esta amostra até 100°C e, em seguida, mergulhando-a em 500g de água (calor específico sensível igual a $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$) a 40°C , pode-se afirmar que a temperatura final de equilíbrio do sistema vale, aproximadamente:



- A) 32°C
- B) 55°C
- C) 42°C
- D) 50°C
- E) 60°C

116. Num laboratório, situado ao nível do mar, massas iguais de água líquida e gelo (água sólida) estão há um bom tempo em um recipiente de paredes adiabáticas e de capacidade térmica desprezível. Introduzindo-se 100 g de água fervente nesse recipiente, verifica-se que, após alguns minutos, se atinge o equilíbrio térmico do sistema, e que nele só existe água líquida a 0°C. A massa de gelo existente no recipiente, no início da experiência, era:



Dados: calor específico da água sólida (gelo): $c_g = 0,50 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}$
 calor específico da água líquida: $c_a = 1,00 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}$
 calor latente de fusão do gelo: $L_f = 80 \text{ cal/g}$
 calor latente de vaporização da água: $L_v = 540 \text{ cal/g}$

- A) 50g
- B) 62,5g
- C) 80g
- D) 100g
- E) 125g

117. Depois de assar um bolo em um forno a gás, Zulmira observa que ela queima a mão ao tocar no tabuleiro, mas não a queima ao tocar no bolo. Considerando-se essa situação, é correto afirmar que isso ocorre porque



- A) a capacidade térmica do tabuleiro é maior que a do bolo.
- B) a transferência de calor entre o tabuleiro e a mão é mais rápida que entre o bolo e a mão.
- C) o bolo esfria mais rapidamente que o tabuleiro, depois de os dois serem retirados do forno.
- D) o tabuleiro retém mais calor que o bolo.

118. Um expressivo polo de ferro-gusa tem se implantado ao longo da ferrovia de Carajás, na região sudeste do Pará, o que ensejou um aumento vertiginoso na produção de carvão, normalmente na utilização de fornos conhecidos como "rabos-quentes", que a foto abaixo ilustra. Além dos problemas ambientais causados por esses fornos, a questão relativa as condições altamente insalubres e desumanas a que os trabalhadores são submetidos é preocupante. A enorme temperatura a que chegam tais fornos propaga uma grande quantidade de calor para os corpos dos trabalhadores que exercem suas atividades no seu entorno.





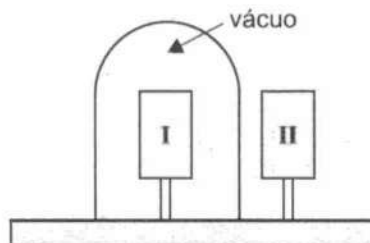
Com base nas informações referidas no texto acima, analise as seguintes afirmações:

- I. O gás carbônico (CO_2) emitido pelos fornos é um dos agentes responsáveis pelo aumento do efeito estufa na atmosfera.
- II. Nas paredes do forno, o calor se propaga pelo processo de convecção.
- III. O calor que atinge o trabalhador se propaga predominantemente através do processo de radiação.
- IV. O deslocamento das substâncias responsáveis pelo efeito estufa é consequência da propagação do calor por condução.

Estão corretas somente:

- A) I e II
- B) I e III
- C) II e III
- D) III e IV
- E) II e IV

119. Um corpo I é colocado dentro de uma campânula de vidro transparente evacuada. Do lado externo, em ambiente a pressão atmosférica, um corpo II é colocado próximo a campânula, mas não em contato com ela, como mostra a figura.



As temperaturas dos corpos são diferentes e os pinos que os sustentam são isolantes térmicos. Considere as formas de transferência de calor entre esses corpos e aponte a alternativa correta.

- A) Não há troca de calor entre os corpos I e II porque não estão em contato entre si.
- B) Não há troca de calor entre os corpos I e II porque o ambiente no interior da campânula está evacuado.
- C) Não há troca de calor entre os corpos I e II porque suas temperaturas são diferentes.
- D) Há troca de calor entre os corpos I e II e a transferência se dá por convecção.
- E) Há troca de calor entre os corpos I e II e a transferência se dá por meio de radiação eletromagnética.

120. Uma pessoa bebe 200 g de água a 20°C . Sabendo que a temperatura do seu corpo é praticamente constante e vale $36,5^\circ\text{C}$, a quantidade de calor absorvido pela água é igual a:
(Dado: calor específico da água = $1\text{ cal/g}^\circ\text{C}$.)





- A) 730 cal.
- B) 15 600 cal.
- C) 3 300 cal.
- D) 1 750 cal.
- E) 0,01750 cal.

121. No laboratório de física, um estudante realiza a seguinte experiência: em um **calorímetro de capacidade térmica 10 cal/°C** que contém **150 g de água (calor específico = 1 cal/g · °C)** a **20 °C**, ele coloca um bloco de **alumínio (calor específico = 0,2 cal/g · °C)** de **100 g a 100 °C**. Alguns minutos após o equilíbrio térmico, o estudante verifica que a temperatura do sistema é de **28 °C**. A perda de calor do sistema até o instante em que é medida essa temperatura foi de:



- A) 288 cal.
- B) 168 cal.
- C) 160 cal.
- D) 152 cal.
- E) 120 cal.

122. Um cozinheiro coloca 1 L de água gelada (à temperatura de 0 °C) em uma panela que contém água à temperatura de 80 °C. A temperatura final da mistura é 60 °C. A quantidade de água quente que havia na panela, não levando em conta a troca de calor da panela com a água, era, em litros:



- A) 2.
- B) 3.
- C) 4.
- D) 5.
- E) 6.

123. A tabela a seguir mostra os pontos de ebulição e os calores de vaporização (à pressão de 1 atm) para sete substâncias diferentes:

Substância	Ponto de ebulição (°C)	Calor de vaporização (cal/g)
Mercúrio	357	65
Iodo	184	24
Água	100	540
Álcool etílico	78	200
Bromo	59	44
Nitrogênio	-196	48
Hélio	-269	6

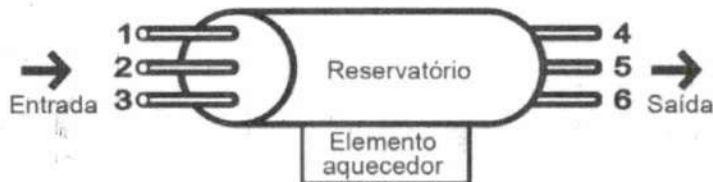


Analisando a tabela podemos concluir que:

- A) o bromo passa de líquido para vapor em 44 °C.
- B) para passar para vapor, 1 g de nitrogênio requer o dobro de calorias que 1 g de iodo.
- C) para vaporizar 50 g de hélio, são necessárias 600 cal.
- D) na temperatura em que a água ferve, o álcool etílico é líquido.
- E) na temperatura ambiente, o mercúrio é vapor.



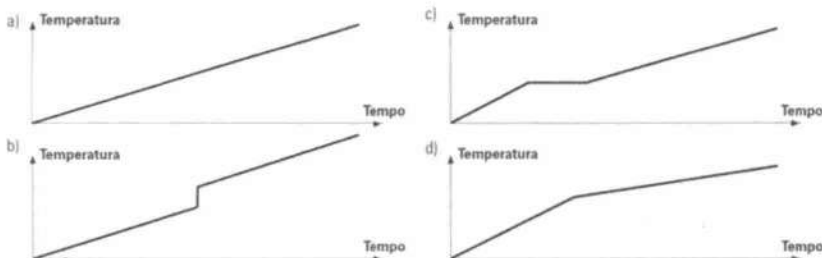
124. ENEM. Em uma residência com aquecimento central, um reservatório é alimentado com água fria, que é aquecida na base do reservatório e, a seguir, distribuída para as torneiras. De modo a obter a melhor eficiência de aquecimento com menor consumo energético, foram feitos alguns testes com diferentes configurações, modificando-se as posições de entrada de água fria e de saída de água quente no reservatório, conforme a figura. Em todos os testes, as vazões de entrada e saída foram mantidas iguais e constantes.



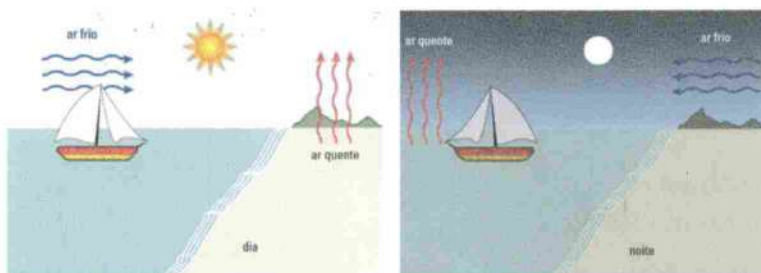
A configuração mais eficiente para a instalação dos pontos de entrada e saída de água no reservatório é, respectivamente, nas posições

- A) 1 e 4.
- B) 1 e 6.
- C) 2 e 5.
- D) 3 e 4.
- E) 3 e 5.

125. Um bloco de cobre, inicialmente sólido, é aquecido continuamente. Após um certo tempo, esse bloco se liquefaz totalmente e o cobre líquido continua a ser aquecido. Durante todo o processo, o cobre recebe a mesma quantidade de calor por unidade de tempo. Assinale a alternativa cujo gráfico melhor descreve a variação da temperatura do bloco com o tempo.



126. Observe as figuras a seguir sobre a formação das brisas marítima e terrestre.



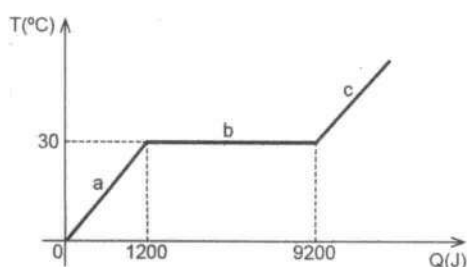


Durante o dia, o ar próximo à areia da praia se aquece mais rapidamente do que o ar próximo à superfície do mar. Dessa forma o ar aquecido do continente sobe e o ar mais frio do mar desloca-se para o continente, formando a brisa marítima. À noite, o ar sobre o oceano permanece aquecido mais tempo do que o ar sobre o continente, e o processo se inverte. Ocorre então a brisa terrestre. Dentre as alternativas a seguir, indique a que explica, corretamente, o fenômeno apresentado.

- A) É um exemplo de convecção térmica e ocorre pelo fato de a água ter um calor específico maior do que a areia. Dessa forma, a temperatura da areia se altera mais rapidamente.
- B) É um exemplo de condução térmica e ocorre pelo fato de a areia e a água serem bons condutores térmicos. Dessa forma, o calor se dissipa rapidamente.
- C) É um exemplo de irradiação térmica e ocorre pelo fato de a areia e a água serem bons condutores térmicos. Dessa forma, o calor se dissipa rapidamente.
- D) É um exemplo de convecção térmica e ocorre pelo fato de a água ter um calor específico menor do que a areia. Dessa forma, a temperatura da areia se altera mais rapidamente.
- E) É um processo de estabelecimento do equilíbrio térmico e ocorre pelo fato de a água ter uma capacidade térmica desprezível.

INSTRUÇÃO: Para responder à questão abaixo, considere as informações e as afirmativas sobre o gráfico a seguir.

127. PUCRS. O gráfico abaixo representa a temperatura (T) em função da quantidade de calor fornecido (Q) para uma substância pura de massa igual a $0,1\text{ kg}$, inicialmente na fase sólida (trecho a).



- I. A temperatura de fusão da substância é 30°C .
- II. O calor específico da substância na fase sólida é constante.
- III. Ao longo de todo o trecho b, a substância encontra-se integralmente na fase líquida.

Está/Estão correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

- A) I.
- B) II.
- C) I e II.
- D) I e III.
- E) II e III



128. UPF. Dois blocos A e B, ambos do mesmo material, são colocados em contato no interior de um calorímetro ideal para que estejam isolados de influências externas. Considerando o calor específico do material (c), bem como considerando que a massa do bloco B (m_B) é igual ao dobro da massa do bloco A (m_A); que a temperatura inicial do bloco B (T_B) é igual ao triplo da temperatura inicial do bloco A (T_A) e que $T_A = 60\text{ }^\circ\text{C}$, pode-se afirmar que, quando alcançado o equilíbrio térmico do sistema, a temperatura de equilíbrio (T_{eq}) será igual a:



- A) $420\text{ }^\circ\text{C}$.
- B) $60\text{ }^\circ\text{C}$.
- C) $180\text{ }^\circ\text{C}$.
- D) $140\text{ }^\circ\text{C}$.
- E) $120\text{ }^\circ\text{C}$.

129. Selecione a alternativa que completa corretamente as frases abaixo.

- I) Quanto maior a altitude, menor é a pressão atmosférica e _____ é a temperatura de ebulição da água.
- II) Durante o dia a temperatura no deserto é muito elevada, e durante a noite sofre uma grande redução. Isso ocorre em virtude do _____ calor específico da areia.
- III) Uma roupa escura absorve _____ quantidade de radiação que uma roupa clara.
- IV) A transferência de calor do Sol para a Terra é feita pelo processo de _____.

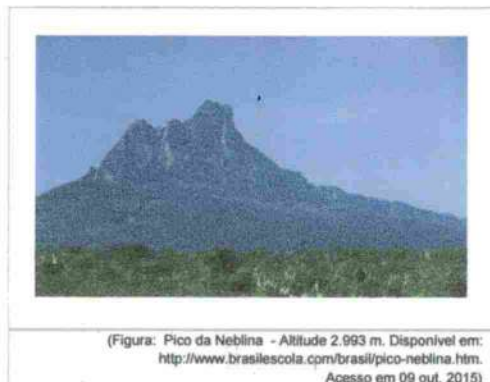


A alternativa que completa corretamente as lacunas das frases é:

- A) menor — grande — maior — convecção.
- B) menor — pequeno — maior — radiação.
- C) maior — pequeno — igual — convecção.
- D) maior — pequeno — menor — radiação.
- E) maior — grande — menor — convecção.

130. UPF. A mudança de fase de uma substância é um fenômeno natural que ocorre, por exemplo, quando a água líquida se vaporiza ao ferver. Sobre esse conteúdo, um professor de Física propôs a seguinte questão a seus alunos: Medir a temperatura da água fervente em dois recipientes idênticos de metal – ambos com o mesmo volume de água e a mesma temperatura inicial – que se encontram sobre fogões de cozinha que fornecem a mesma quantidade de calor por unidade de tempo; um deles no nível do mar e o outro no alto do Pico da Neblina.





(Figura: Pico da Neblina - Altitude 2.993 m. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/brasil/pico-neblina.htm>. Acesso em 09 out. 2015)

Como resultado do exercício proposto, tem-se que a temperatura da água fervente é:

- A) menor no recipiente que se encontra no Pico da Neblina.
- B) menor no recipiente que se encontra no nível do mar.
- C) menor do que 100°C , independentemente do local.
- D) sempre 100°C , independentemente do local.
- E) maior no recipiente no qual a fervura iniciou em menos tempo.

131. Certos povos nômades que vivem no deserto, onde as temperaturas durante o dia podem chegar a 50°C , usam roupas de lã branca para se protegerem do intenso calor da atmosfera. Essa atitude pode parecer-nos estranha, pois, no Brasil, usamos a lã para nos protegermos do frio. O procedimento dos povos do deserto pode, contudo, ser explicado pelo fato de que:



- A) a lã é naturalmente quente (acima de 50°C) e, no deserto, ajuda a esfriar os corpos das pessoas, enquanto o branco é uma "cor fria", ajudando a esfriá-los ainda mais.
- B) a lã é bom isolante térmico, impedindo que o calor de fora chegue aos corpos das pessoas, e o branco absorve bem a luz em todas as cores, evitando que a luz do Sol os aqueça ainda mais.
- C) a lã é bom isolante térmico, impedindo que o calor de fora chegue aos corpos das pessoas, e o branco reflete bem a luz em todas as cores, evitando que a luz do Sol os aqueça ainda mais.
- D) a lã é naturalmente quente (embora esteja abaixo de 50°C) e, no deserto, ajuda a esfriar os corpos das pessoas, e o branco também é uma "cor quente", ajudando a refletir o calor que vem de fora.

132. O grafeno é um material encontrado no grafite e em outros compostos de carbono. Bastante abundante e de estrutura significativamente estável e resistente, ele pode ser a chave para a produção de transistores de apenas $0,01$ micrômetro, indo além do limite teórico de $0,02$ micrômetro, onde os transistores possuiriam apenas dois ou três átomos de espessura e poucas dezenas de átomos de comprimento, aproximando-se dos limites físicos da matéria. Recentemente, empresas de semicondutores estiveram realizando testes a fim de substituir o silício pelo grafeno devido a sua alta condutividade térmica e elétrica e por combinar uma alta elasticidade e rapidez com uma ex-





trema dureza, o que o situa como o material mais resistente do mundo. Em teoria, um processador, ou até um circuito, poderia chegar a mais de 500 GHz. O silício, por sua vez, trabalha abaixo de 5 GHz. O uso do grafeno proporcionaria equipamentos cada vez mais compactos, rápidos e eficientes. Os trabalhos revolucionários sobre o grafeno valeram o Nobel da Física de 2010 ao cientista russo-britânico Konstantin Novoselov e ao cientista holandês nascido na Rússia Andre Geim. Sobre a condutividade térmica expressa no texto, podemos afirmar que:

- A) É a propriedade dos materiais que determina a maior ou menor resistência que oferece à passagem de temperatura.
- B) É a propriedade dos materiais que determina a maior ou menor resistência que oferece à passagem de corrente elétrica.
- C) É a propriedade dos materiais que determina a maior ou menor resistência que oferece à passagem de energia elétrica.
- D) É uma propriedade física dos materiais que é descrita como a habilidade dos mesmos de conduzir calor.
- E) Ela permite distinguir os semicondutores dos condutores de eletricidade.

133. ENEM. A figura representa uma embalagem cartonada e sua constituição em multicamadas. De acordo com as orientações do fabricante, essas embalagens não devem ser utilizadas em fornos micro-ondas.



NASCIMENTO, R. M. M. et al. Embalagem cartonada longa vida: lão ou lãoo? Química Nova na Escola, n. 25, maio 2007 (adaptado)



A restrição citada deve-se ao fato de a

- A) embalagem aberta se expandir pela pressão do vapor formado em seu interior.
- B) camada de polietileno se danificar, colocando o alumínio em contato com o alimento.
- C) fina camada de alumínio blindar a radiação, não permitindo que o alimento se aqueça.
- D) absorção de radiação pelo papel, que se aquece e pode levar à queima da camada de polietileno.
- E) geração de centelhas na camada de alumínio, que pode levar à queima da camada de papel e de polietileno.

134. ENEM. Uma garrafa térmica tem como função evitar a troca de calor entre o líquido nela contido e o ambiente, mantendo a temperatura de seu conteúdo constante. Uma forma de orientar os consumidores na compra de uma garrafa térmica seria criar um selo de qualidade, como se faz atualmente para informar o consumo de *energia de eletrodomésticos*. O selo identificaria cinco categorias e informaria a variação de temperatura do conteúdo da garrafa, depois de decorridas seis horas de seu fechamento, por meio de uma porcentagem do valor inicial da temperatura de equilíbrio do líquido na garrafa.





O quadro apresenta as categorias e os intervalos de variação percentual da temperatura.

Tipo de selo	Variação de temperatura
A	menor que 10%
B	entre 10% e 25%
C	entre 25% e 40%
D	entre 40% e 55%
E	maior que 55%

Para atribuir uma categoria a um modelo de garrafa térmica, são preparadas e misturadas, em uma garrafa, duas amostras de água, uma a 10°C e outra a 40°C , na proporção de um terço de água fria para dois terços de água quente. A garrafa é fechada. Seis horas depois, abre-se a garrafa e mede-se a temperatura da água, obtendo-se 16°C . Qual selo deveria ser posto na garrafa térmica testada?

- A) A
- B) B
- C) C
- D) D
- E) E

135. Atualmente, muitas residências estão fazendo uso de energia solar, através de coletores instalados no telhado, para aquecer a água e, assim, contribuir para um menor gasto em energia elétrica em relação aos chuveiros elétricos convencionais. Sobre esses coletores solares são feitas as seguintes afirmativas:



I. As chapas de alumínio e as tubulações de água devem ser pintadas de preto, pois a cor preta aumenta a absorção da energia radiante do sol incidente, aquecendo mais rapidamente a água.

II. O processo de transmissão de calor, que ocorre das placas quentes para a água, é chamado de convecção, ocorrendo devido ao deslocamento de matéria.

III. As placas de vidro colocadas sobre as tubulações são transparentes à luz, mas boas refletoras de radiação infravermelha e por isso ajudam no aquecimento da água no interior da tubulação.

É correto o que se afirma em:

- A) I, apenas.
- B) II, apenas.
- C) I e III, apenas.
- D) II e III, apenas.
- E) I, II e III.



Aula 29

Termodinâmica I

PARTE 1

Estudar a Parte 1 – P.109 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 1 se necessário
Fazer a Leitura 1 – P.120
Fazer as questões 136, 138, 144, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 155, 168, 177, 178, 179 e 180

PARTE 2

Estudar a Parte 2 – P.111 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 2 se necessário
Fazer as questões 137, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 154, 156, 173, 174 e 175

PARTE 3

Estudar a Parte 3 – P.113 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 3 se necessário
Fazer as questões 146, 152, 158, 159, 162, 163, 164, 165, 169, 172 e 176

PARTE 4

Estudar a Parte 4 – P.116 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 4 se necessário
Fazer as questões 157, 160, 161, 166, 167, 170 e 171



A **trilha de aprendizagem** acima indica ao aluno o **caminho do seu estudo nessa aula**. **Rever a aula e as anotações** inicialmente, antes de seguir para as questões pós-aula, é fundamental para se preparar corretamente em relação as questões que serão resolvidas. **Fazer as leituras do livro e aquelas indicadas após a aula**, bem como **vídeos indicados**, ampliam seu conhecimento sobre o assunto. Apenas **após esses passos** orientamos você a partir para as **questões pós-aula**.

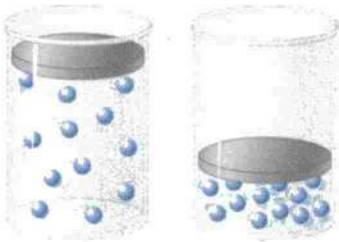


Estudo dos gases ideais

VARIÁVEIS DE ESTADO

Quando um gás está confinado em um recipiente existem três grandezas físicas a ele associadas denominadas variáveis de estado.

Volume - espaço ocupado pelo gás, correspondente ao próprio volume do recipiente.



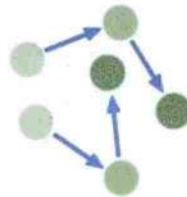
Unidades : [S.I.] m^3

[outras] $1 m^3 = 10^3 dm^3 = 10^6 cm^3 = 10^9 mm^3$

$1 m^3 = 10^3 L$

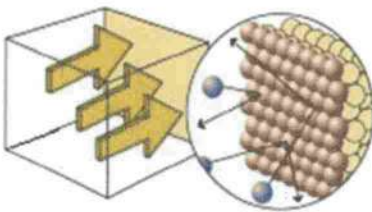
$1 L = 1 dm^3 = 10^3 cm^3$

Temperatura - Os átomos e moléculas que compõem um gás estão em constante movimento. A temperatura é está associada a velocidade com que eles se movem. Mais exatamente, a temperatura é uma medida da energia cinética média das mesmas.



$T (K) = T (°C) + 273$

Pressão - força média aplicada, por unidade de área, sobre as paredes do recipiente, devido as incessantes colisões das moléculas do gás contra as mesmas.

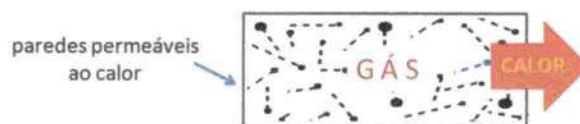


Unidades : [S.I.] $N/m^2 = \text{pascal (Pa)}$

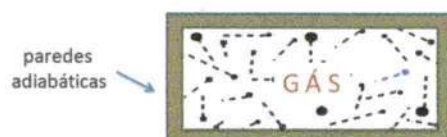
[outras] $1 atm = 76 cmHg = 760 mmHg = 1 \times 10^5 N/m^2$

$P = \frac{F}{S}$

Sistema aberto - é todo o sistema que pode trocar energia e/ou matéria com o exterior (vizinhança).



Sistema fechado - é todo o sistema que não pode trocar energia e matéria com o exterior (vizinhança).





Equação de Clapeyron

$$\frac{P \cdot V}{T} \propto n \rightarrow \frac{P \cdot V}{T} = n \cdot R \rightarrow \boxed{P \cdot V = n \cdot R \cdot T}$$

P - pressão;

V - volume;

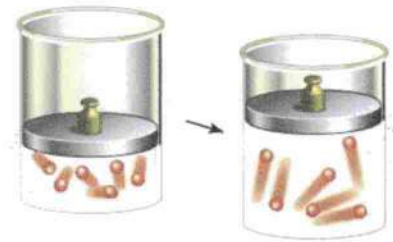
n - nº de mols do gás;

R - constante universal dos gases perfeitos = 0,082 atm . L / mol . K = 8,31 J / mol . K

T - temperatura absoluta [K]

Transformação gasosa

Alterando-se uma das variáveis de estado (P, V ou T) do gás, verifica-se que, em geral, as outras também se modificam e estes novos valores caracterizam um novo estado do gás. O gás sofre uma transformação ao passar de um estado para outro. Uma transformação está caracterizada quando, no mínimo, duas das variáveis alteram seus valores.



Equação geral dos gases ideais

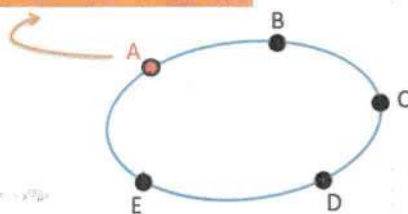


$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \dots = \frac{P_n \cdot V_n}{T_n} = n \cdot R$$

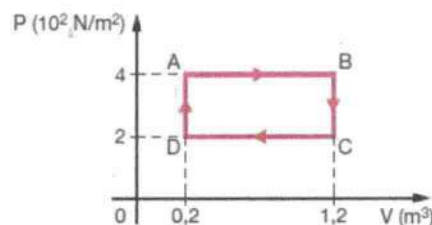
ATENÇÃO! Utilize a temperatura em kelvin (K)

Ciclo - é o caminho percorrido por um sistema através de uma série de transformações sucessivas (estados intermediários) retornando ao estado inicial.

estado inicial = estado final



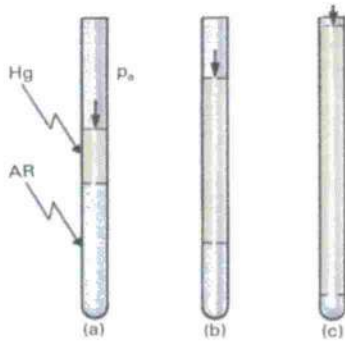
A → B → C → D → E → A





TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA - Lei de Boyle

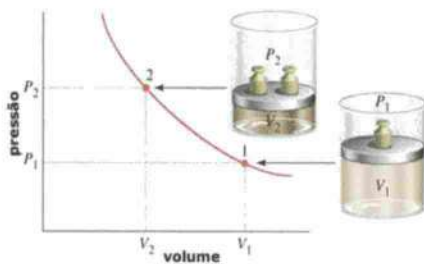
“Se a temperatura T , de uma dada massa gasosa, for mantida constante, o volume V desse gás será inversamente proporcional à pressão P exercida sobre ele.”



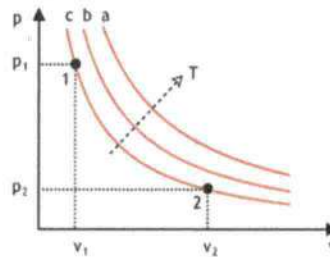
Situação	(a)	(b)	(c)
P (mmHg)	80	160	240
V (mm³)	60	30	20

$$T = \text{constante} \Rightarrow P \cdot V = \text{constante} \Rightarrow P \propto \frac{1}{V}$$

Gráfico P x V



$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \dots = P_n \cdot V_n$$



$$T_a > T_b > T_c$$

Gráfico T x V

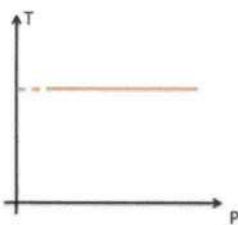
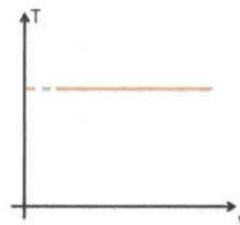
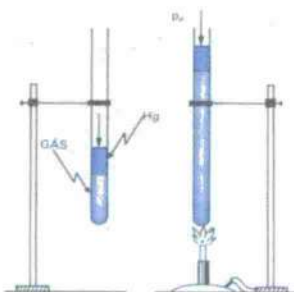


Gráfico T x P



TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA - Lei de Charles

“O volume V de uma dada massa gasosa, mantida a pressão constante, é diretamente proporcional à sua temperatura T .”



Situação	(a)	(b)
V (mm³)	10	30
T (K)	300	900

$$P = \text{constante} \Rightarrow \frac{V}{T} = \text{constante} \Rightarrow T \propto V$$



Gráfico V x T

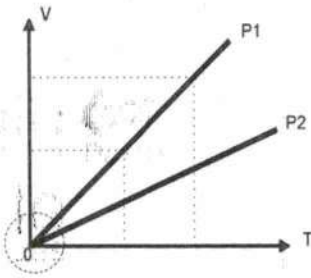


Gráfico P x V

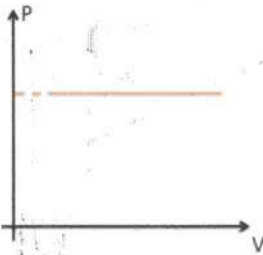
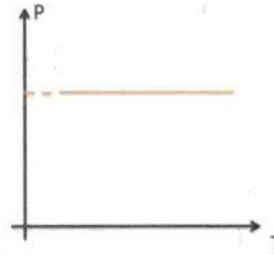


Gráfico P x T



TRANSFORMAÇÃO ISOMÉTRICA - Lei de Gay-Lussac

“A pressão P exercida sobre a massa gasosa, mantida a volume constante, é diretamente proporcional à temperatura absoluta T .”

$$V = \text{constante} \Rightarrow \frac{P}{T} = \text{constante} \Rightarrow P \propto T$$

Gráfico P x T

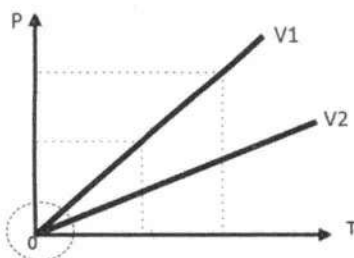


Gráfico V x T

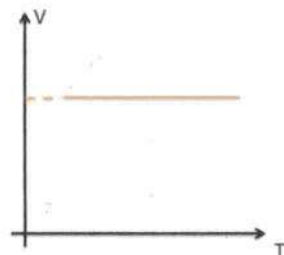
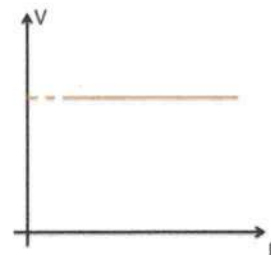


Gráfico V x P





TEORIA CINÉTICA DOS GASES

A teoria cinética dos gases permite determinar a relação entre grandezas macroscópicas a partir do estudo do movimento de átomos e moléculas em **gases monoatômicos e ideais**. Na T.C.G. aceita-se o pressuposto de que as leis da mecânica são aplicáveis ao movimento molecular. A teoria cinética dos gases se baseia em quatro postulados:

I - O gás é formado por moléculas que se encontram em movimento desordenado e permanente. Cada molécula pode ter velocidade diferente das demais.

II - Cada molécula do gás interage com as outras somente por meio de colisões (forças normais de contato). A única energia das moléculas é a energia cinética.

III - Todas as colisões entre as moléculas e as paredes do recipiente que contém o gás são perfeitamente elásticas. A energia cinética total se conserva, mas a velocidade de cada molécula pode mudar.

IV - As moléculas são infinitamente pequenas. A maior parte do volume ocupado por um gás é espaço vazio.

Energia cinética do gás - soma das energias cinéticas de suas moléculas.

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

Energia cinética média por molécula - não depende da natureza específica do gás, mas sim apenas da temperatura absoluta do mesmo.

$$\bar{E}_C = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T = \frac{m \cdot \bar{v}^2}{2}$$

k – constante de Boltzmann
(k = 1,38 x 10⁻²³ J/K)

MODELAGEM

UFRGS. Na figura abaixo, 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°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 $V_{H_2} < V_{O_2}$.

Gás	Temperatura (°C)	Energia cinética média	Velocidade média
H_2	27	E_{H_2}	V_{H_2}
O_2	27	E_{O_2}	V_{O_2}

$$\bar{E}_C = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T = \frac{m \cdot \bar{v}^2}{2}$$

Uma vez que a temperatura dos dois gases é a mesma e a energia cinética média das moléculas é a mesma. Para essa energia ser a mesma, uma vez que a massa da molécula de O_2 é maior do que a massa da molécula de H_2 , a velocidade média da molécula de H_2 deve ser maior.

Resposta: C

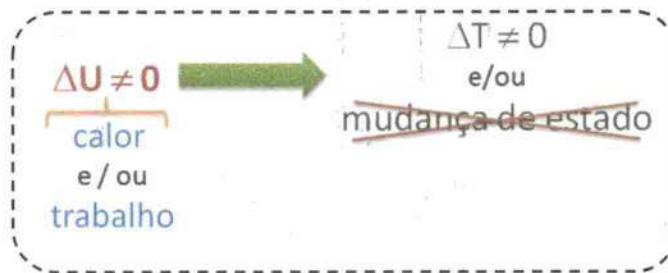


Energia Interna do gás - soma das energias intrínsecas do gás (Energia térmica - E_c das moléculas-, energia potencial de configuração, energias cinéticas atômico moleculares - rotação das moléculas, vibrações intramoleculares e movimentos intra-atômicos das partículas elementares)

Gás Real: - Não é possível determinar a energia interna do gás.
- Determina-se apenas a variação da energia interna (ΔU) do gás.

Gás Ideal: A maior parcela do somatório que determina a energia interna do gás é a **energia térmica**, portanto, podemos afirmar que

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



$$\Delta U = U_F - U_0 = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T$$

→ CALOR ou TRABALHO

- $\Delta U > 0 \rightarrow$ Aumento de temperatura ($\Delta T > 0$)
- $\Delta U = 0 \rightarrow$ Temperatura constante ($\Delta T = 0$)
- $\Delta U < 0 \rightarrow$ Redução de temperatura ($\Delta T < 0$)

Quantidade de calor trocada entre o gás e a vizinhança.

Gás recebe energia na forma de calor $\rightarrow Q > 0$

Gás não troca calor $\rightarrow Q = 0$

Gás perde energia na forma de calor $\rightarrow Q < 0$



Trabalho (W) - realizado pelo gás ou sobre o gás quando o mesmo sofre variação de volume por compressão ou expansão.

$$W \text{ (J)} = \underbrace{P \text{ (N/m}^2\text{)} \cdot \Delta V \text{ (m}^3\text{)}}_{\text{pressão constante}} = \text{área}_{(P \times V)}$$



compressão

trabalho realizado **sobre o gás** pela vizinhança.

$V_F < V_0$
 $\Delta V < 0$
 $W < 0$

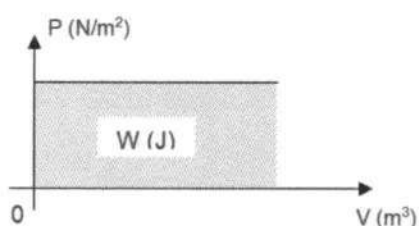
gás **ganha** energia

expansão

trabalho realizado **pele gás** sobre a vizinhança.

$V_F > V_0$
 $\Delta V > 0$
 $W > 0$

gás **perde** energia



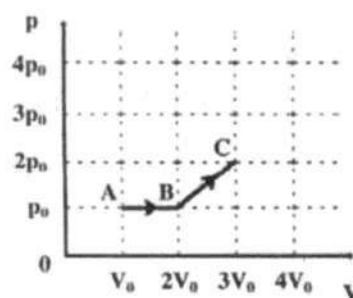
ATENÇÃO! Verificar no gráfico se o gás está sofrendo compressão ou expansão.

MODELAGEM

UFRGS.

O diagrama abaixo representa a pressão (p) em função do volume (V) de um gás que sofreu uma expansão, indo do estado A até o estado C, passando pelo estado B. Qual o trabalho realizado pelo gás durante sua expansão entre os estados A e C?

- A) $6 p_0 V_0$.
- B) $4 p_0 V_0$.
- C) $\frac{7}{2} p_0 V_0$.
- D) $\frac{5}{2} p_0 V_0$.
- E) $2 p_0 V_0$.



$$W = \text{área}_{(p \times V)}$$

$$W = (2V_0 \cdot P_0) + (V_0 \cdot P_0 / 2)$$

$$W = 2,5 P_0 \cdot V_0$$

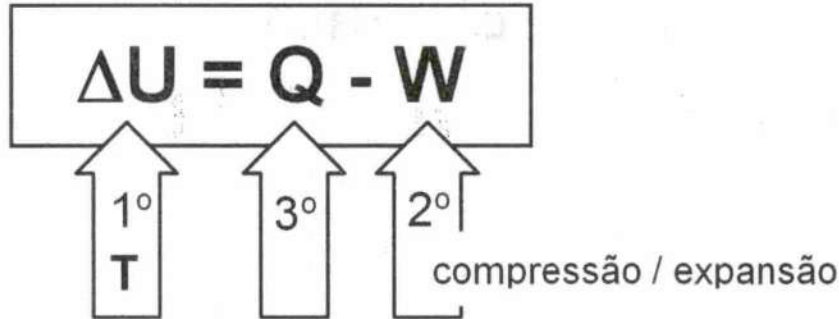
Resposta: D



▪ Parte 4

1ª Lei da Termodinâmica

1ª Lei da Termodinâmica - lei de conservação de energia aplicada aos gases ideais.



Transformação Isotérmica	$\Delta U = 0$	$W = Q$
Transformação Isobárica	$\Delta U = Q - W$	$W = P \cdot \Delta V$
Transformação Isométrica	$\Delta U = Q$	$W = 0$

MODELAGEM

Uma porção de gás perfeito está confinada por um êmbolo móvel no interior de um cilindro. Ao receber 20 kcal de calor do meio externo, o êmbolo sobe e o gás realiza um trabalho equivalente a 12 kcal. Aplicando a 1ª Lei da Termodinâmica, determine a variação sofrida pela energia interna desse gás.

Análise física: Se o gás **recebe** 20 kcal de calor e realiza um trabalho (expansão – **perde energia**) de 12 kcal, concluímos que a energia interna aumenta 8kcal.

Análise matemática: $\Delta U = Q - W$
 $\Delta U = +20 \text{ kcal} - (+12 \text{ kcal}) = 8 \text{ kcal}$
ganha calor expansão

Resposta: 8 kcal

MODELAGEM

Um gás perfeito sofre uma expansão isotérmica ao receber do ambiente 250 J de energia em forma de calor. Qual o trabalho realizado pelo gás e qual sua variação de energia interna?

Isotérmica → temperatura constante → $\Delta U = 0$
 $\Delta U = Q - W$
 $0 = +250 - W$
 $W = 250 \text{ J}$
 (perda de 250 J na forma de trabalho devido à **expansão**)

Resposta: - 250 J

 **MODELAGEM**

Um gás está confinado em um cilindro provido de um pistão. O gás é então aquecido, e o pistão é mantido fixo na posição inicial. Qual é a alternativa errada?

- A) A pressão do gás aumenta.
- B) O trabalho realizado pelo gás é cada vez maior.
- C) A força que o gás exerce no pistão é cada vez maior.
- D) O gás é mantido num volume constante.
- E) A energia interna do gás é cada vez maior.

A questão propõe um processo de aquecimento isométrico. Como o pistão está fixo não há realização de trabalho. Como o gás é aquecido, sua energia interna aumenta, o que indica que ele recebeu energia na forma de calor.

- A) Por $P.V = n.R.T$, se o volume é constante, $P \propto T$, portanto a pressão do gás aumenta.
- B) Não há trabalho uma vez que o volume se mantém constante.**
- C) Consequência do aumento de pressão a um volume constante.
- D) Pistão fixo.
- E) Aquecimento do gás.

Resposta: B

 **MODELAGEM**

Um sistema termodinâmico cede 200 J de calor ao ambiente, enquanto sobre o sistema se realiza trabalho de 300J. Nessas condições, a variação de sua energia interna é, em joules, de:

- A) -500.
- B) -100.
- C) 100.
- D) 250.
- E) 500.

Análise física: Se o gás **perde** 200 J de calor para o ambiente e se realiza um trabalho (compressão – **ganha energia**) de 300 J, concluímos que a energia interna aumenta 100 J.

Análise matemática: $\Delta U = Q - W$
 $\Delta U = -200 \text{ J} - (-300 \text{ J}) = 100 \text{ J}$
perde calor compressão

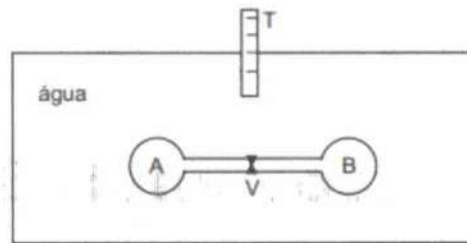
Resposta: C

 **MODELAGEM**

Em meados do século 19, Joseph Louis Gay-Lussac e depois James Prescott Joule estudaram a dependência da energia interna de um gás em relação a seu volume. Para tal, realizaram a experiência cuja montagem está esquematizada na figura a seguir.

Em um recipiente isolado contendo água, foram colocados dois balões, A e B, cujas paredes eram rígidas e diatérmicas, ou seja, permitiam trocas de calor. Esses balões eram conectados por uma válvula V, inicialmente fechada. Para determinar a variação na temperatura da água, foi usado um termômetro T.

O balão A estava preenchido com um gás e o balão B tinha sido evacuado (não continha gás algum). Iniciou-se a experiência fazendo a leitura do termômetro com o sistema em equilíbrio térmico. Em seguida, abriu-se a válvula V de modo que o gás pudesse se expandir para o balão B. Quando o sistema estava novamente em equilíbrio, foi feita nova leitura da temperatura. Os resultados mostraram que não houve variação na temperatura da água.



Com base na experiência e em seus resultados, afirma-se:

- I. Não houve troca de calor entre o gás e a água.
- II. O processo de expansão do gás ocorreu sem realização de trabalho.
- III. A pressão do gás não foi alterada, apesar de o gás ter se expandido.
- IV. A energia interna do gás não foi alterada, apesar de o gás ter se expandido.

De acordo com as teorias da termodinâmica, a alternativa que contém todas e apenas afirmativas corretas é:

- A) I e II.
- B) II e III.
- C) I, III e IV.
- D) I, II e IV.
- E) II, III e IV.

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

$$\Delta T = 0 \rightarrow \Delta U = 0$$

Expansão Livre

$$W=0 \quad Q=0$$

$$P \downarrow . V \uparrow = n.R.T$$

Resposta: D



LEITURA

Gases e suas aplicações

Os gases são substâncias fluídas que estão presentes em grande quantidade na natureza. Em geral esse assunto é abordado no Ensino Médio durante o no estudo da tabela periódica. Mas além dos Gases nobres, muitos outros possuem aplicações práticas e que podem ser exploradas nas aulas de química.

Um exemplo são os denominados Gases industriais, um grupo de gases que são comercialmente fabricados e vendidos para utilização em aplicações diversas. Podem ser orgânicos e inorgânicos, e são produzidos através de processos de separação do ar ou sintetizados quimicamente e se apresentam na forma líquida (criogênica muitas vezes), comprimida ou sólida. Em geral são classificados em: industriais, medicinais e especiais.



Gases industriais: utilizados por praticamente todas as indústrias e na maioria dos processos industriais: fabricação de aço, solda, fabricação de medicamentos, fabricação de semicondutores, entre outros. O Argônio pressurizado é usado para inflar airbags de automóveis; o Hélio misturado com o oxigênio, é usado como atmosfera artificial para mergulho e o Xenônio é utilizado em displays de plasma para televisores.



Gases medicinais: distribuídos nos hospitais, clínicas e no próprio domicílio do paciente (home care). o ciclopropano é usado em anestésias cirúrgicas e também como anestésico leve, o dióxido de carbono é utilizado em estimulação respiratória, para promover respiração profunda e também para produzir atmosfera anaeróbia em pesquisas clínicas, e o oxigênio em diversas aplicações em sistemas de manutenção da vida, como nos casos de sufocamento e ataque cardíaco, em anestesia, no tratamento de problemas respiratórios, intoxicação por monóxido de carbono, gangrena gasosa e outras afecções.

Gases especiais e misturas: na forma de gases de altíssima pureza, são utilizados nos laboratórios de análise, processos de controle de qualidade e calibração de instrumentos de medição.

Outra possibilidade é a abordagem do uso de gases como o nitrogênio e o hélio são usados em muitas aplicações criogênicas. A Criogenia é um ramo da físico-química que estuda tecnologias para a produção de temperaturas muito baixas (abaixo de -150°C),

O vídeo ao lado é da CCB - Centro de Criogenia Brasil uma clínica de coleta de células-troncode cordão umbilical do Brasil, que utiliza os processos de criogenia.

Uma outra área da criogenia é a Criogenia Humana. Em uma reportagem da Revista Mundo Estranho o tema é abordado de uma forma bem prática:

A idéia é fantástica: você morre e os médicos o colocam num tanque de nitrogênio líquido, guardado a -196°C , temperatura em que o cadáver não apodrece. Aí, daqui a uns 500 anos, os cientistas descobrem um jeito de combater a doença que causou sua morte e o degelam. Uma beleza, né? Mas o processo não é tão simples. "Os próprios métodos usados para congelar uma pessoa causam danos às células que só poderiam ser reparados por tecnologias que ainda não existem", afirma o físico americano Robert Ettinger, considerado o grande divulgador da criogenia.





Há uma lenda urbana de que Walt Disney e teria sido congelado (alguns acreditam que teria sido apenas sua cabeça) após sua morte em 1966, e estaria sendo preservada no parque de diversões Disneyland. Na verdade, seu corpo foi cremado. Acredita-se que o fato que impulsionou a lenda foi a primeira experiência criogênica humana realizada apenas um mês após a morte de Disney, quando o cadáver do psicólogo de 73 anos norte-americano James Bedford foi congelado em 1967. No site HowStuffWorks - como tudo funciona você pode encontrar artigos sobre a história da preservação criogênica.

Finalmente, uma outra tecnologia que utiliza o uso de gases são os Carros movidos a ar comprimido, que inclusive já foi testado e seus resultados divulgados na Revista Quatro Rodas. O vídeo a seguir apresenta as tecnologias de carros movidos a ar comprimido e seus motores. Primeiro são mostrados os carros do Guy Negre e seu motor a pistão. Depois o motor rotativo do Angelo Di Pietro.





QUESTÕES PÓS-AULA

As **questões pós-aula** tem a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a "obrigação" de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

Fica a dica: se algum dia um "tema de casa" tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

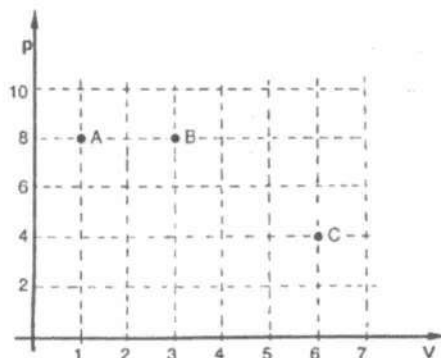
136. UFRGS. Um balão meteorológico fechado tem volume de $50,0 \text{ m}^3$ ao nível do mar, onde a pressão atmosférica é de $1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ e a temperatura é de $27 \text{ }^\circ\text{C}$. Quando o balão atinge a altitude de 25 km na atmosfera terrestre, a pressão e a temperatura assumem, respectivamente, os valores de $5,0 \times 10^3 \text{ Pa}$ e $-63 \text{ }^\circ\text{C}$.



Considerando-se que o gás contido no balão se comporta como um gás ideal, o volume do balão nessa altitude é de

- A) $14,0 \text{ m}^3$.
- B) $46,7 \text{ m}^3$.
- C) $700,0 \text{ m}^3$.
- D) $1.428,6 \text{ m}^3$.
- E) $2.333,3 \text{ m}^3$.

137. UFRGS. Os pontos A, B e C do gráfico pressão p em função do volume V na figura indicam três estados de uma mesma amostra de um gás perfeito. Unidades arbitrárias de p e V .



Sendo T_A , T_B e T_C as temperaturas absolutas correspondentes aos referidos estados, podemos afirmar que



- A) $T_C > T_B > T_A$
- B) $T_C = T_B > T_A$
- C) $T_C = T_B = T_A$
- D) $T_C < T_B = T_A$
- E) $T_C > T_B = T_A$

138. UFRGS. A temperatura de uma certa quantidade de gás ideal, à pressão de 1,0 atm, cai de 400 K para 320 K. Se o volume permaneceu constante, a nova pressão é de

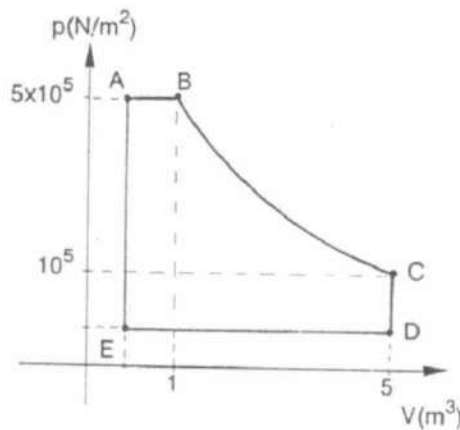
- A) 0,8 atm.
- B) 0,9 atm.
- C) 1,0 atm.
- D) 1,2 atm.
- E) 1,5 atm.



139. UFRGS O diagrama representa a pressão p em função do volume V de um gás ideal.

Analisando o diagrama, em qual dos processos o gás **NÃO** sofreu variação de temperatura?

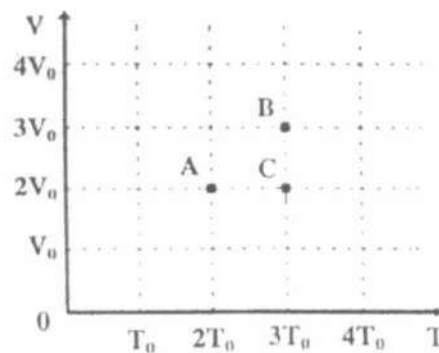
- A) De A para B
- B) De B para C
- C) De C para D
- D) De D para E
- E) De E para A



140. UFRGS. Os pontos A, B e C do gráfico abaixo, que representa o volume (V) como função da temperatura absoluta (T), indicam três estados de uma mesma amostra de gás ideal.

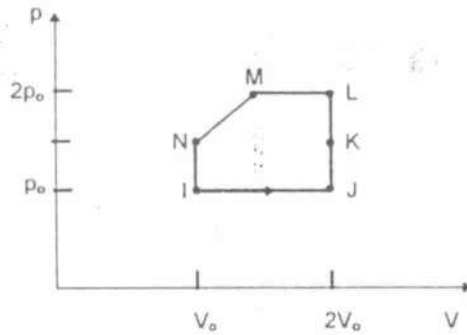
Sendo p_A , p_B e p_C as pressões correspondentes aos estados indicados, podemos afirmar que

- A) $p_A > p_B > p_C$
- B) $p_A > p_B < p_C$
- C) $p_A = p_B > p_C$
- D) $p_A = p_B < p_C$
- E) $p_A < p_B > p_C$





141. UFRGS. Uma amostra de gás ideal realiza o ciclo termodinâmico representado no diagrama pV da figura abaixo. No ponto I, a temperatura do gás é T_i .



Em que ponto a temperatura do gás é $4T_i$?

- A) J
- B) K
- C) L
- D) M
- E) N

142. UFRGS. Uma certa massa de gás ideal possui um volume V . Para duplicar o volume do gás deve-se



- I – duplicar sua temperatura absoluta, mantendo constante sua pressão.
- II – duplicar sua pressão e duplicar sua temperatura absoluta.
- III – manter sua temperatura absoluta constante e reduzir sua pressão pela metade.

Quais das afirmativas estão corretas?

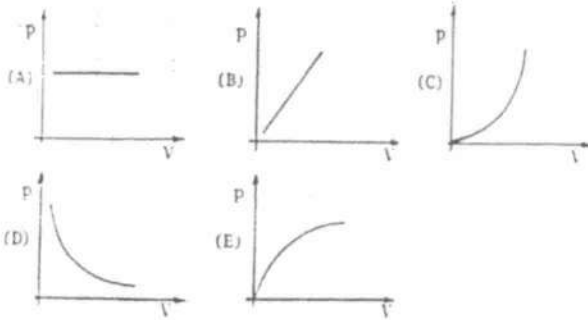
- A) Apenas I
- B) Apenas II
- C) Apenas III
- D) Apenas I e III
- E) Apenas II e III

143. UFRGS. A tabela mostra algumas medidas de pressão (p) e volume (V) de um gás (O_2), mantido a temperatura constante.



gás O_2	
p (atm)	V (cm^3)
31,67	847,58
59,58	446,69
73,03	358,55
94,93	272,39
10,77	232,42

Qual o gráfico que melhor identifica a relação entre p e V ?

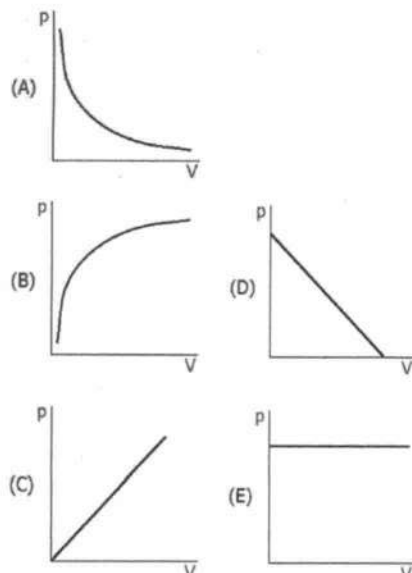


144. PUCRS. Pode-se escrever a equação geral dos gases na forma $\frac{p_1}{T_1 \mu_1} = \frac{p_2}{T_2 \mu_2}$, onde p , T e μ são respectivamente a pressão, a temperatura e a massa específica do gás. A 10 km de altitude acima do nível do mar, encontram-se importantes rotas aéreas. Nessa altitude, a pressão é $p_2 = 0,26$ atm e a temperatura é $T_2 = -50$ °C (223K). Tomando como referência o nível do mar, onde a pressão é $p_1 = 1,00$ atm e a temperatura é $T_1 = 15$ °C (288K), e o nível a 10 km de altitude, verifica-se que $\frac{p_2}{p_1} \approx 0,26$ e $\frac{T_1}{T_2} \approx 1,3$. Assim sendo, a razão entre as massas específicas do ar $\frac{\mu_2}{\mu_1}$ nas respectivas altitudes é, aproximadamente,



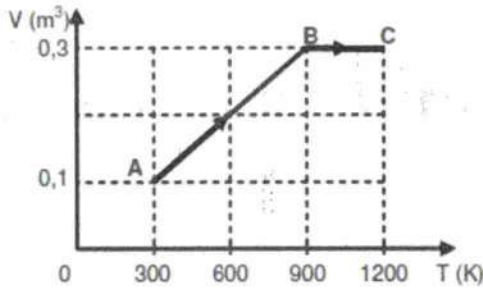
- A) 2,94
- B) 2,20
- C) 1,00
- D) 0,52
- E) 0,34

145. UFRGS. Considere que certa quantidade de gás ideal, mantida a temperatura constante, está contida em um recipiente cujo volume pode ser variado. Assinale a alternativa que melhor representa a variação da pressão (p) exercida pelo gás, em função da variação do volume (V) do recipiente.





146. ULBRA. O gráfico ao lado mostra o volume em função da temperatura, de 40 mols de um gás ideal.



Determine o trabalho realizado pelo gás entre os pontos A e C. (Considere a constante universal dos gases $R = 8 \text{ J/mol.K}$)

- A) $9,60 \times 10^5 \text{ J}$
- B) $9,60 \times 10^4 \text{ J}$
- C) $2,10 \times 10^5 \text{ J}$
- D) $1,92 \times 10^5 \text{ J}$
- E) $1,92 \times 10^4 \text{ J}$

147. UPF. Em uma festa de aniversário infantil, um balão cheio de gás Hélio é solto por uma criança e imediatamente começa a subir, afastando-se da superfície da Terra até uma altitude de aproximadamente 4.000 m. É **correto** afirmar que, nesse movimento de subida,

- A) o volume do balão diminui.
- B) a pressão no interior do balão aumenta.
- C) o volume do balão aumenta.
- D) a pressão externa ao balão não se altera.
- E) a massa de gás contida no interior do balão diminui.



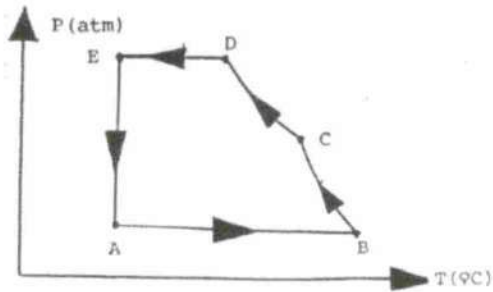
148. UPF. Dois mols de um gás ideal, inicialmente sob pressão de $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$, temperatura de -10°C e volume de 4 m^3 , são submetidos a uma transformação isobárica, elevando seu volume até 8 m^3 . Nessas condições, é possível afirmar que a temperatura final do gás, em graus Celsius, é de:

- A) 526
- B) 131,5
- C) 20
- D) 10
- E) 253



149. PUCRS. Um gás ideal experimenta um processo cíclico da pressão P em função da temperatura T , conforme indica o gráfico abaixo.





O gás atingirá seu maior volume no ponto

- A) A
- B) B
- C) C
- D) D
- E) E

150. PUCRS. Um balão na temperatura ambiente de $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ e pressão normal de 1 atm é inflado com ar até atingir um volume de $3,0 \cdot 10^3\text{ cm}^3$. A seguir, é colocado no interior de um congelador, onde a pressão permanece inalterada, mas a temperatura diminui para $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$. A variação do volume ocupado pelo ar, dentro do balão, em cm^3 , é de



- A) $2,5 \cdot 10^3$
- B) $2,0 \cdot 10^3$
- C) $1,0 \cdot 10^3$
- D) $0,8 \cdot 10^3$
- E) $0,5 \cdot 10^3$

151. UPF. Considerando que o volume de um gás ideal é $V_1 = 0,5\text{ m}^3$ na temperatura $T_1 = 0^{\circ}\text{C}$ e pressão P_1 , podemos afirmar que, na pressão $P_2 = 0,5 P_1$ e $T_2 = 10 T_1$, o volume do gás, em m^3 , será



- A) 1
- B) 5
- C) 20
- D) 10
- E) 0,1

152. Considere as afirmações abaixo, sobre gases ideais.



- I. A constante R presente na equação de estado de gases $pV = nRT$ tem o mesmo valor para todos os gases ideais.
- II. Volumes iguais de gases ideais diferentes, à mesma temperatura e pressão, contêm o mesmo número de moléculas.
- III. A energia cinética média das moléculas de um gás ideal é diretamente proporcional à temperatura absoluta do gás.

Quais estão corretas?



- A) Apenas I.
B) Apenas II.
C) Apenas III.
D) Apenas I e II.
E) I, II e III.

153. UCPÊL. Dois balões de borracha A e B são inflados com massas iguais de um mesmo gás ideal. Ambos têm pressões iguais. O balão A está a 27°C e o balão B a 54°C . Podemos afirmar que



- A) os balões A e B têm volumes iguais.
B) o volume do balão B é o dobro do volume do balão A.
C) o volume do balão B é 9% maior que o volume do balão A.
D) a densidade absoluta do gás contido no balão A é igual à densidade absoluta do gás contido no balão B.
E) a densidade absoluta do gás contida no balão A é menor que a densidade absoluta do gás contido no balão B.

154. PUCRS. Um gás ideal está sob temperatura T , volume V e pressão 100 kPa . Reduzindo-se a pressão para 20 kPa e mantendo-se a temperatura constante, o volume do gás passará a ser

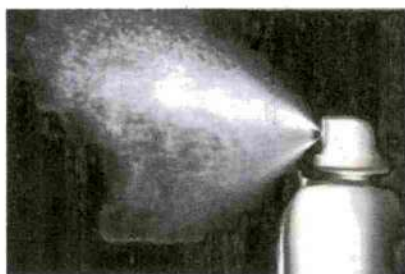


- A) $(1/5)V$
B) $(1/2)V$
C) $2V$
D) $5V$

155. Os desodorantes do tipo aerossol contêm em sua formulação solventes e propelentes inflamáveis. Por essa razão, as embalagens utilizadas para a comercialização do produto fornecem no rótulo algumas instruções, tais como:



- Não expor a embalagem ao sol.
- Não usar próximo a chamas.
- Não descartar em incinerador.



(www.gettyimagens.pt)

Uma lata desse tipo de desodorante foi lançada em um incinerador a 25°C e 1 atm . Quando a temperatura do sistema atingiu 621°C , a lata explodiu. Considere que não houve deformação durante o aquecimento. No momento da explosão a pressão no interior da lata era



- A) 1,0 atm.
- B) 2,5 atm.
- C) 3,0 atm.
- D) 24,8 atm.
- E) 30,0 atm.

156. UFRGS. Um gás perfeito é aquecido dentro de um recipiente de volume constante. Nessas condições,

- A) aumenta a energia cinética média de translação das moléculas do gás.
- B) é realizado um trabalho pelo gás.
- C) a pressão do gás diminui.
- D) a pressão do gás permanece constante.
- E) ocorre uma transformação adiabática.



157. UFRGS. Cede-se a um sistema, constituído por um gás contido em um recipiente, 20 J de energia na forma de trabalho de 15 J de energia na forma de calor. Qual é a variação da energia interna desse sistema?

- A) 35 J
- B) 20 J
- C) 15 J
- D) 5 J
- E) zero



158. UFRGS. Um recipiente cilíndrico fechado, provido de um êmbolo, contém certa quantidade de um gás ideal. À temperatura de 10°C, o gás ocupa um volume V_0 e sua pressão é P . A partir desse estado inicial, o gás sofre uma expansão isobárica até atingir a temperatura de 20°C. A respeito da transformação descrita acima, é correto afirmar que

- A) o gás passa a ocupar, depois da transformação, um volume igual a $2V_0$.
- B) a energia cinética média final das moléculas do gás é igual ao dobro da sua energia cinética média inicial.
- C) a velocidade média das moléculas do gás não varia quando o gás passa do estado inicial para o estado final.
- D) a variação na energia interna do gás é nula na transformação.
- E) o calor absorvido pelo gás, durante a transformação, é maior que o trabalho por ele realizado.



159. UFRGS. Quando a temperatura absoluta de uma amostra de gás ideal é duplicada, o módulo da velocidade média de suas moléculas





- A) quadruplica.
- B) duplica.
- C) diminui de um fator $\sqrt{2}$.
- D) aumenta de um fator $\sqrt{2}$.
- E) permanece inalterada.

160. PUCRS. Um gás ideal é submetido a uma transformação adiabática reversível, em que a quantidade de mols do gás se mantém sempre constante durante todo o processo. Sobre essa situação, afirma-se:



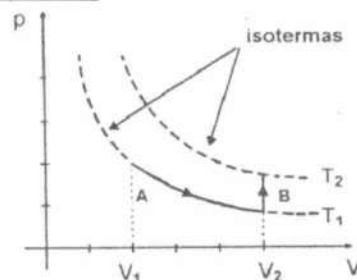
- A) Caso o gás sofra uma expansão, ocorrerá um aumento na sua energia interna.
- B) O produto das variáveis de estado, pressão (p) e volume (V), permanece constante durante todo o processo.
- C) Como no processo são desprezadas as trocas de calor com as vizinhanças do gás, não ocorre variação na sua energia interna.
- D) Como as variáveis de estado, pressão (p), volume (V) e temperatura (T), variam no processo, a transformação pode ser denominada politrópica.

161. UFRGS. Um gás ideal sofre um processo em duas etapas, conforme ilustra o diagrama pV abaixo. Na etapa A, ele aumenta seu volume em uma expansão isotérmica, ao passo que na etapa B ele é aquecido a volume constante. Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas na afirmação seguinte:



Na etapa A, a energia interna do gás _____, ao passo que na etapa B a energia interna do gás _____.

- A) aumenta – permanece constante
- B) permanece constante – aumenta
- C) permanece constante – diminui
- D) diminui – aumenta
- E) aumenta – diminui



162. UFRGS. Qual das afirmações abaixo não está correta?

- A) Diferença de temperatura é a condição para transferência de energia na forma de calor entre corpos em contato.
- B) Geralmente materiais adequados para manter elevada a temperatura de um corpo são próprios para mantê-la baixa.
- C) Num sistema termodinâmico que sofre uma transformação adiabática, a temperatura se mantém constante.
- D) A temperatura absoluta de um gás ideal é proporcional à energia cinética média associada ao movimento microscópico de suas partículas.
- E) Quando é mantida constante a temperatura do gás ideal contido em um recipiente hermeticamente fechado, o produto de seu volume por sua pressão é constante.





163. UFRGS. De acordo com os modernos conceitos de Física, quando a temperatura de um corpo é aumentada, a energia que ele possui em seu interior, denominada energia interna, também aumenta. Se esse corpo é colocado em contato com outro, de temperatura mais elevada, haverá transferência de energia do segundo para o primeiro, energia essa que é denominada calor. Qual das alternativas interpreta corretamente o que foi afirmado acima?



- A) Calor é a quantidade de energia interna que um corpo possui.
- B) O trânsito de calor entre dois corpos, de resto isolados, implica variação de suas energias internas.
- C) Um corpo isolado possui uma certa quantidade de calor.
- D) Calor é o mesmo que temperatura.
- E) Calor é sinônimo de trabalho.

164. UFRGS. Dois recipientes – um contendo gás hélio e o outro contendo gás neônio, ambos constituídos de moléculas monoatômicas – encontram-se à mesma temperatura de 35 °C. Nessa temperatura, de acordo com a teoria cinética dos gases, a energia cinética média de uma molécula de hélio é de, aproximadamente, $6,4 \times 10^{-21}$ J. Segundo a mesma teoria, a energia cinética média de uma molécula de neônio seria de, aproximadamente,



- A) $0,4 \times 10^{-21}$ J.
- B) $6,4 \times 10^{-21}$ J.
- C) $12,8 \times 10^{-21}$ J.
- D) $25,6 \times 10^{-21}$ J.
- E) $102,4 \times 10^{-21}$ J.

165. PUCRS. A temperatura de um gás é diretamente proporcional à energia cinética das suas partículas. Portanto, dois gases **A** e **B**, na mesma temperatura, cujas partículas tenham massas na proporção de $m_A/m_B = 4/1$, terão as energias cinéticas médias das suas partículas na proporção E_{cA}/E_{cB} igual a



- A) 1/4
- B) 1/2
- C) 1
- D) 2
- E) 4

166. PUCRS.

I. Na transformação isotérmica de um gás que segue a equação de estado do gás ideal, sua energia interna permanece constante.

II. A energia interna de um sistema é a soma das energias cinéticas e potenciais de suas partículas e, por isso, depende do número de partículas do sistema.

III. A temperatura absoluta de um sistema depende da energia cinética média de suas partículas, e também da quantidade de partículas.





IV. Quando uma onda sonora se propaga num gás, as compressões e rarefações que ocorrem na passagem da onda são tão rápidas que podem ser consideradas adiabáticas.

Pela análise das afirmações, conclui-se que somente estão corretas

- A) I e II.
- B) I e III.
- C) I, II e IV.
- D) II e III.
- E) II, III e IV.

167. A Termodinâmica faz nítida distinção entre o objeto de seu estudo, chamado **sistema**, e tudo aquilo que o envolve e pode interagir com ele, chamado **meio**. Considere um sistema constituído por certa quantidade de um gás ideal contido em um recipiente de paredes móveis e não-adiabáticas e indique a alternativa **incorreta**.



- A) Para que o gás realize uma expansão isobárica, é necessário que o sistema receba certa quantidade de calor do meio.
- B) Para que o gás sofra uma expansão isotérmica, é necessário que o sistema receba calor do meio, o qual é convertido em trabalho.
- C) Em uma compressão adiabática do gás, o meio realiza trabalho sobre o sistema, com conseqüente aumento da energia interna do gás.
- D) Para que o gás sofra um aumento de pressão a volume constante, é necessário que o sistema rejeite certa quantidade de calor para o meio.
- E) Em uma compressão isobárica, o gás tem sua temperatura e sua energia interna diminuídas.

168. ULBRA. As transformações de estado de um gás ideal podem ser descritas através da expressão:

$$PV = nRT$$



Sendo:

- R, a constante dos gases
- P, a pressão
- V, o volume
- n, número de mols
- T, a temperatura

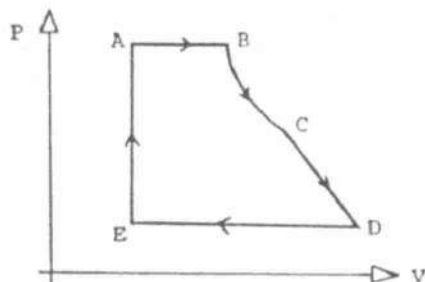
Numa situação em que a temperatura do gás passa de 27°C para 54°C:

- A) a pressão aumenta 9%, mantendo-se constante **V** e **n**.
- B) a pressão diminui 9%, mantendo-se constante **V** e **n**.
- C) a pressão aumenta 100%, mantendo-se constante **V** e **n**.
- D) o volume diminui 50%, mantendo-se constante **P** e **n**.
- E) o volume aumenta 100%, mantendo-se constante **P** e **n**.



169. PUCRS. Um gás ideal experimenta diversas transformações de estado, realizando um ciclo ABCDE, conforme o gráfico da pressão P em função do volume V . Em que trecho o gás não realizou trabalho mecânico?

- A) AB
- B) BC
- C) CD
- D) DE
- E) EA



170. UCPEL. A primeira lei da termodinâmica para um sistema fechado apresenta a forma. Marque a alternativa que melhor descreve o significado dessa lei.

- A) O calor, que corresponde à temperatura, nunca é negativo, conforme mostra a expressão. O trabalho, entretanto, sempre será negativo, para que a variação de energia interna seja constante.
- B) A variação de temperatura é igual ao calor, que entra no sistema subtraído do trabalho realizado pelo sistema.
- C) Mostra que a energia interna sempre diminui, pois o calor é subtraído do trabalho.
- D) A variação de energia interna de um sistema fechado sempre é nula, a fim de que a energia total se conserve.
- E) É uma lei de conservação de energia, que estabelece que a variação da energia interna de um sistema se dá de acordo com as trocas de calor e trabalho com o meio.



171. UCPEL. Termodinâmica é a ciência que estuda o calor e suas transformações em energia mecânica. Baseado em seus estudos sobre o assunto, o que acontece quando se adiciona 100 J de calor a um sistema que realiza 60 J de trabalho externo?

- A) A energia interna do sistema permanece a mesma, pois, de acordo com a primeira lei da termodinâmica, ela não varia.
- B) A energia interna do sistema aumenta em 40 J de acordo com a primeira lei da termodinâmica.
- C) A energia interna do sistema diminui de 60 J como explica a segunda lei da termodinâmica.
- D) A energia interna aumenta para 160 J como consequência da segunda lei da termodinâmica.
- E) Sem conhecer a temperatura do sistema, nada se pode afirmar.

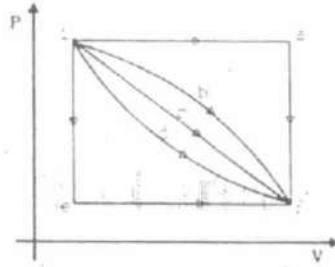


172. UCPEL. Na figura, estão representados processos nos quais um sistema termodinâmico passa do estado inicial "i" ao estado final "f". O trabalho realizado pelo sistema é máximo no processo





- A) iaf
- B) ibf
- C) icf
- D) idf
- E) ief

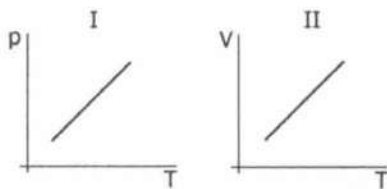


173. UPF. Um gás ideal inicialmente à temperatura de 27°C e volume de $0,02\text{ m}^3$ é submetido a uma transformação isobárica, elevando seu volume para $0,06\text{ m}^3$. Nessas condições, é possível afirmar que sua temperatura final é, em $^{\circ}\text{C}$, de:

- A) 627
- B) 81
- C) 900
- D) 1173
- E) 300



174. UFRGS. Nos gráficos I e II abaixo, p representa a pressão a que certa massa de gás ideal está sujeita, T a sua temperatura e V o volume por ela ocupado.



Escolha a alternativa que identifica de forma correta as transformações sofridas por esse gás, representadas, respectivamente, em I e II.

- A) Isobárica e isocórica.
- B) Isotérmica e isocórica.
- C) Isotérmica e isobárica.
- D) Isocórica e isobárica.
- E) Isocórica e isotérmica.

INSTRUÇÃO: Para responder as questões abaixo, considere as afirmativas sobre as transformações gasosas a que uma amostra de massa constante de um gás ideal pode ser submetida.

- I. Em uma transformação isotérmica, não ocorre troca de calor entre o gás e o meio externo.
- II. Em uma transformação isobárica, o volume e a temperatura absoluta do gás são diretamente proporcionais.
- III. Em uma transformação isométrica, o calor trocado com o gás é integralmente utilizado para variar sua energia interna.

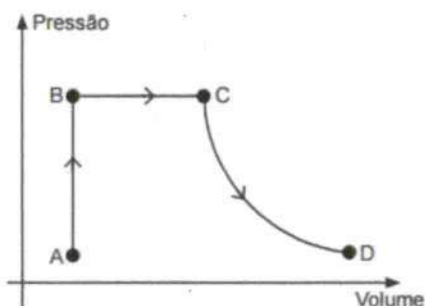




175. PUCRS. Está/Estão correta(s) a(s) afirmativa(s)

- A) I, apenas.
- B) II, apenas.
- C) I e III, apenas.
- D) II e III, apenas.
- E) I, II e III.

INSTRUÇÃO: Para responder à questão 176, analise a figura abaixo, que representa transformações termodinâmicas às quais um gás ideal está submetido, e complete as lacunas do texto que segue.



176. PUCRS. De acordo com o gráfico, a temperatura do gás no estado A é _____ do que a do estado B. A transformação BC é _____, e o trabalho envolvido na transformação CD é _____ do que zero.

- A) maior – isobárica – maior
- B) menor – isométrica – maior
- C) menor – isobárica – menor
- D) maior – isométrica – menor
- E) menor – isobárica – maior

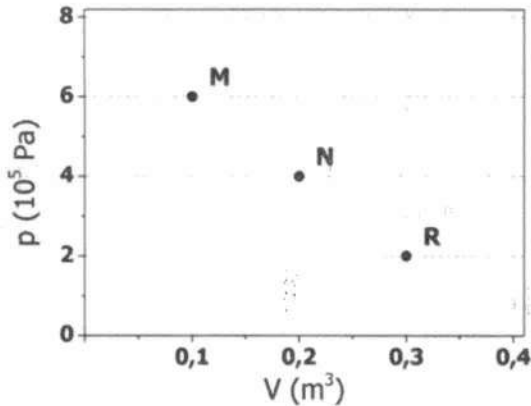
177. UPF. Em uma festa de aniversário infantil, um balão cheio de gás Hélio é solto por uma criança e imediatamente começa a subir, afastando-se da superfície da Terra até uma altitude de aproximadamente 4.000m. É correto afirmar que, nesse movimento de subida,



- A) o volume do balão diminui.
- B) a pressão no interior do balão aumenta.
- C) o volume do balão aumenta.
- D) a pressão externa ao balão não se altera.
- E) a massa de gás contida no interior do balão diminui.

178. UFRGS. A figura abaixo apresenta um diagrama Pressão x Volume. Nele, os pontos M, N e R representam três estados de uma mesma amostra de gás ideal.





Assinale a alternativa que indica corretamente a relação entre as temperaturas absolutas T_M , T_N e T_R dos respectivos estados M, N e R.

- A) $T_R < T_M > T_N$.
- B) $T_R > T_M > T_N$.
- C) $T_R = T_M > T_N$.
- D) $T_R < T_M < T_N$.
- E) $T_R = T_M < T_N$.

179. UPF. Durante uma aula experimental de Física, o professor realiza uma atividade de expansão gasosa à pressão constante. Inicialmente, ele tem 400 mL de um gás a 15 °C e deseja obter, ao final, 500 mL desse mesmo gás. Ao atingir esse volume, a temperatura da massa de gás, em °C, será de:



- A) 49
- B) 25
- C) 69
- D) 87
- E) 110

180. UFRGS. Considere as afirmações abaixo, sobre o comportamento térmico dos gases ideais.

I – Volumes iguais de gases diferentes, na mesma temperatura inicial, quando aquecidos sob pressão constante de modo a sofrerem a mesma variação de temperatura, dilatam-se igualmente.

II – Volumes iguais de gases diferentes, na mesma temperatura e pressão, contêm o mesmo número de moléculas.

III – Uma dada massa gasosa, quando mantida sob pressão constante, tem temperatura T e volume V diretamente proporcionais.



Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas I e III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.



Aula 30

Termodinâmica II

PARTE 1

Estudar a Parte 1 – P.138 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 1 se necessário
Fazer as questões 190, 191, 194, 196, 200, 208 e 222

PARTE 2

Estudar a Parte 2 – P.139 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 2 se necessário
Fazer as questões 181, 182, 185, 186, 192, 193, 199 e 223

PARTE 3

Estudar a Parte 3 – P.140 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 3 se necessário
Fazer as questões 183, 184, 187, 188, 189, 195, 198, 217 e 218

PARTE 4

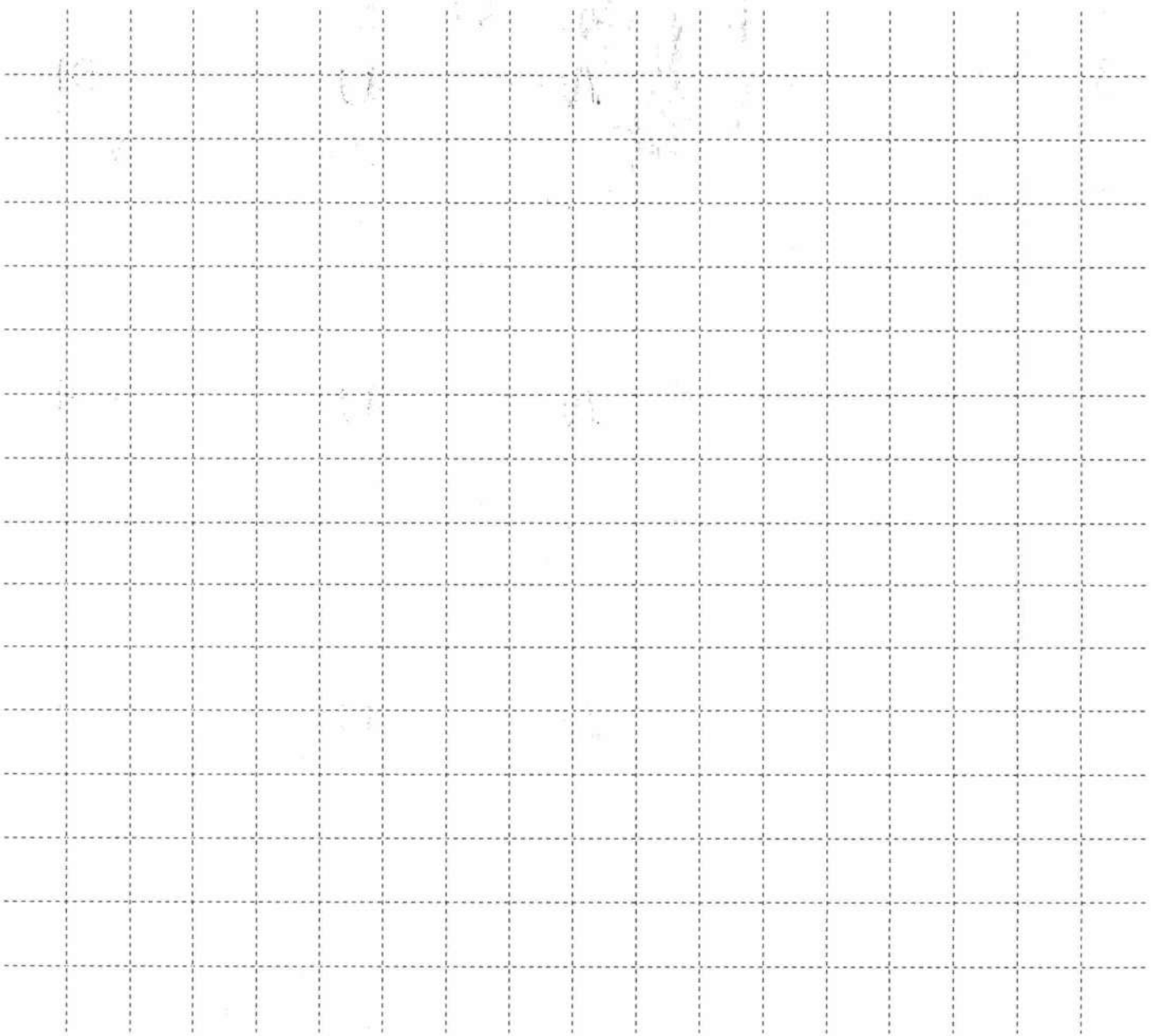
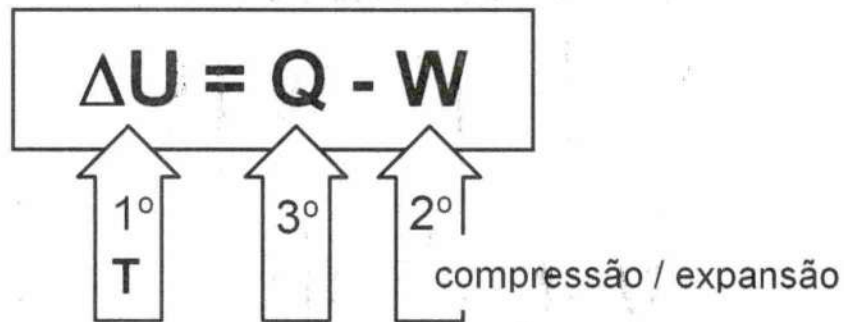
Estudar a Parte 4 – P.142 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 4 se necessário
Fazer as Leituras 1 – P.147, 2 – P.148, 3 – P.149 e 4 – P.150
Fazer as questões 197, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 219, 220, 221, 224 e 225



A **trilha de aprendizagem** acima indica ao aluno o **caminho do seu estudo nessa aula**. **Rever a aula e as anotações** inicialmente, antes de seguir para as questões pós-aula, é fundamental para se preparar corretamente em relação as questões que serão resolvidas. **Fazer as leituras do livro e aquelas indicadas após a aula**, bem como **vídeos indicados**, ampliam seu conhecimento sobre o assunto. Apenas **após esses passos** orientamos você a partir para as **questões pós-aula**.



1ª Lei da Termodinâmica - REVISÃO





TRANSFORMAÇÃO ADIABÁTICA

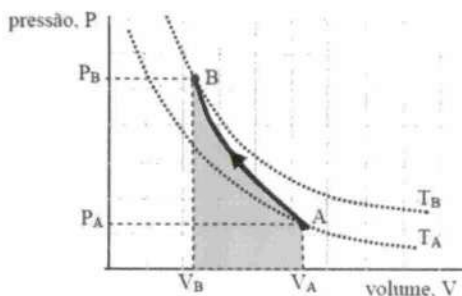
Em uma transformação adiabática o sistema não troca calor com a vizinhança. A transformação adiabática é caracterizada pelo gás contido no interior de um **recipiente termicamente isolado** ou na **compressão ou expansão rápida** (não havendo tempo para troca de calor com a vizinhança).



Compressão adiabática → aumento de U → aumento de P → aumento de T

Expansão adiabática → redução de U → redução de P → redução de T

Análise gráfica

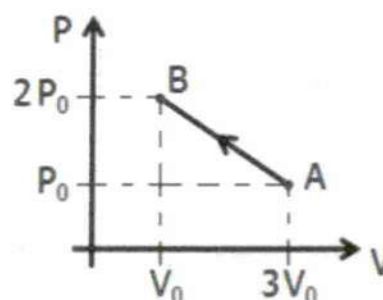


MODELAGEM

UFRGS. Uma amostra de gás ideal evolui de um estado A para um estado B, através de um processo, em que a pressão P e o volume V variam conforme o gráfico. Considere as seguintes afirmações sobre esse processo.

- I - A temperatura do gás diminuiu.
 - II - O gás realizou trabalho positivo.
 - III - Este processo é adiabático.
- Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas I e III.
- E) I, II e III.





- I. **Correto.** Como $P.V = n.R.T$, temos o gás resfriando uma vez que o produto $P.V$ reduz de A para B.
- II. **Errado.** Tratando-se de uma compressão, temos $\Delta V < 0$ e conseqüentemente $W < 0$.
- III. **Errado.** Sendo o processo uma compressão, se o mesmo fosse adiabático ocorreria um aumento na temperatura.

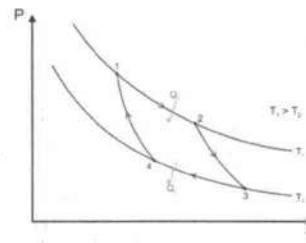
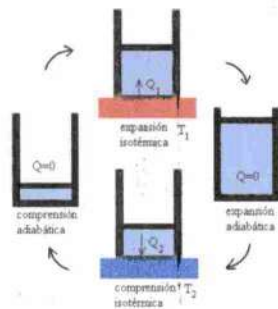
Resposta: A

Parte 3

Ciclos

TRANSFORMAÇÃO CÍCLICA

É um conjunto de transformações, no qual o estado inicial do gás é igual ao estado final. Ou seja, considerando o ciclo todo, a variação da energia interna do gás é nula ($\Delta U = 0$).



A Primeira Lei da Termodinâmica fica reduzida à equação:

$$\Delta U = Q - W = 0 \rightarrow Q_{TOTAL} = W_{TOTAL}$$

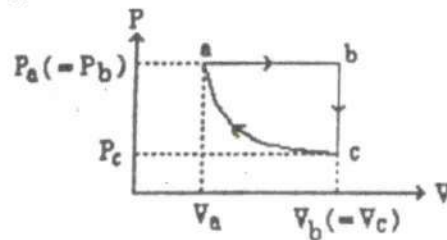
Trabalho total no ciclo = Área da figura

<p>Maior trabalho do ciclo (topo) é de expansão, indicando que o trabalho total do ciclo é de perda de energia.</p>	<p>Maior trabalho do ciclo (topo) é de compressão, indicando que o trabalho total do ciclo é de ganho de energia.</p>
<p>Há conversão de calor em trabalho.</p>	<p>Há conversão de trabalho em calor.</p>



MODELAGEM

Considere certa massa de um gás ideal monoatômico, sujeito às transformações isobárica, isovolumétrica e isotérmica, representadas no diagrama PV.



Assinale a afirmativa correta.

- A) O processo $a \rightarrow b \rightarrow c$, ao final, leva a um aumento da temperatura do gás.
- B) No processo $a \rightarrow b$, o gás cede calor à vizinhança e no processo $b \rightarrow c$ recebe calor da vizinhança.
- C) No processo $c \rightarrow a$, como a temperatura se mantém constante, não há troca de calor com a vizinhança.
- D) O trabalho total realizado pelo gás, num ciclo, é nulo.
- E) O gás cede calor à vizinhança nos processos $b \rightarrow c$ e $c \rightarrow a$.

O ciclo **abca** tem $\Delta U_{\text{ciclo}} = 0$, portanto $|Q_{\text{TOTAL}}| = |W_{\text{TOTAL}}|$

AB é uma expansão ($W \downarrow$) isobárica. O gás esquenta, tendo, portanto, aumentado sua energia interna. Para tanto, absorveu calor Q numa quantidade maior do que o trabalho realizado.

BC é um processo isométrico ($W = 0$). O gás esfria, tendo, portanto, perdido calor Q .

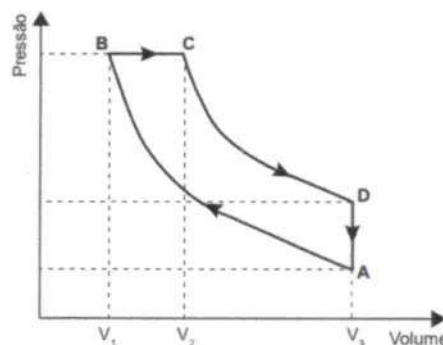
CA é um processo isotérmico (segundo o enunciado). Temos $\Delta U = 0$. Portanto como o gás ganhou energia na forma de trabalho (compressão) deve ter perdido na forma de calor em igual quantidade.

Resposta: E

MODELAGEM

ENEM

Rudolf Diesel patenteou um motor a combustão interna de elevada eficiência, cujo ciclo está esquematizado no diagrama pressão x volume. O ciclo Diesel é composto por quatro etapas, duas das quais são transformações adiabáticas. O motor de Diesel é caracterizado pela compressão de ar apenas, com a injeção do combustível no final.



No ciclo Diesel, o calor é absorvido em:

- A) $A \rightarrow B$ e $C \rightarrow D$, pois em ambos ocorre realização de trabalho.
- B) $A \rightarrow B$ e $B \rightarrow C$, pois em ambos ocorre elevação da temperatura.
- C) $C \rightarrow D$, pois representa uma expansão adiabática e o sistema realiza trabalho.
- D) $A \rightarrow B$, pois representa uma compressão adiabática em que ocorre elevação da temperatura.
- E) $B \rightarrow C$, pois representa expansão isobárica em que o sistema realiza trabalho e a temperatura se eleva



AB → Compressão adiabática → $Q = 0 \rightarrow W \uparrow \rightarrow$ Gás aquece → $U \uparrow$
 BC → Expansão Isobárica → $T \uparrow \rightarrow U \uparrow \rightarrow W \downarrow \rightarrow Q \uparrow (Q > W)$
 CD → Expansão adiabática → $Q = 0 \rightarrow W \downarrow \rightarrow$ Gás esfria → $U \downarrow$
 DA → Compressão Isobárica → $T \downarrow \rightarrow U \downarrow \rightarrow W \uparrow \rightarrow Q \downarrow (Q > W)$

Resposta: E

▪ **Parte 2**

2ª Lei da Termodinâmica

2ª LEI DA TERMODINÂMICA

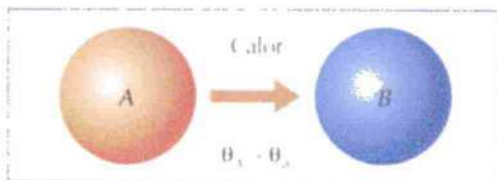
Dentre as duas leis da termodinâmica, a segunda é a que tem maior aplicação na construção de máquinas e utilização na indústria, pois trata diretamente do rendimento das máquinas térmicas.

Dois enunciados, aparentemente diferentes ilustram a 2ª Lei da Termodinâmica, os *enunciados de Clausius e Kelvin-Planck*:

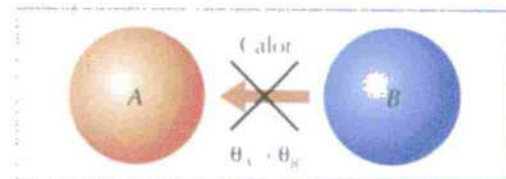
Enunciado de Clausius

"O calor não pode fluir, de forma espontânea, de um corpo de temperatura menor, para um outro corpo de temperatura mais alta."

O calor passa de A para B mas...



... não passa de B para A.



Tendo como consequência que o sentido natural do fluxo de calor é da temperatura mais alta para a mais baixa, e que para que o fluxo seja inverso é necessário que um agente externo realize um trabalho sobre este sistema.

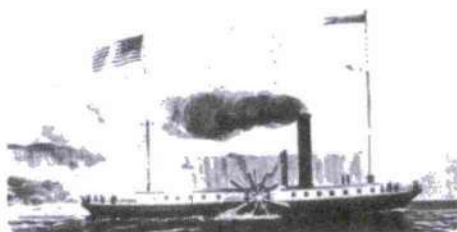
Enunciado de Kelvin-Planck:

"É impossível a construção de uma máquina que, operando em um ciclo termodinâmico, converta toda a quantidade de calor recebido em trabalho."

Este enunciado implica que, não é possível que um dispositivo térmico tenha um rendimento de 100%, ou seja, por menor que seja, sempre há uma quantidade de calor que não se transforma em trabalho efetivo.

Maquinas térmicas

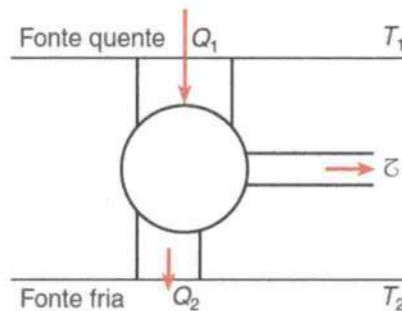
As máquinas térmicas foram os primeiros dispositivos mecânicos a serem utilizados em larga escala na indústria, por volta do século XVIII. Na forma mais primitiva, era usado o aquecimento para transformar água em vapor, capaz de movimentar um pistão, que por sua vez, movimentava um eixo que tornava a energia mecânica utilizável para as indústrias da época.



Reprodução de uma ilustração de época (1807) mostrando o Clermont, o primeiro barco a vapor do mundo, construído por Robert Fulton, navegando no Rio Hudson, EUA. Note que a propulsão era dada pela roda de pás que vemos na lateral do barco, a qual era acionada por uma máquina a vapor muito semelhante à das mareas-fumaça.



Chamamos máquina térmica o dispositivo que, utilizando duas fontes térmicas, faz com que a energia térmica se converta em energia mecânica (trabalho).



A fonte térmica fornece uma quantidade de calor Q_1 que no dispositivo transforma-se em trabalho W mais uma quantidade de calor que não é capaz de ser utilizado como trabalho Q_2 .

Assim é válido que: $W = Q_1 - Q_2$

Rendimento das máquinas térmicas

Podemos chamar de rendimento de uma máquina a relação entre a energia utilizada como forma de trabalho e a energia fornecida:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \times 100\% = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100\% = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \times 100\%$$

Considerando: η - rendimento;

W - trabalho convertido através da energia térmica fornecida;

Q_1 - quantidade de calor fornecida pela fonte de aquecimento;

Q_2 - quantidade de calor não transformada em trabalho.

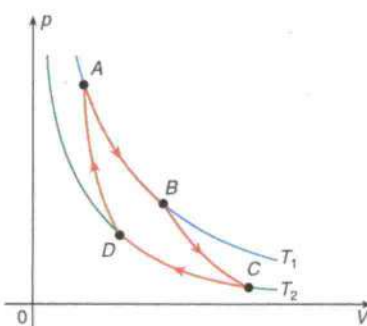
O valor mínimo para o rendimento é 0 (zero) se a máquina não realizar nenhum trabalho, e o máximo inferior a 100%, uma vez que a máquina não transforma todo o calor recebido em trabalho.

Ciclo de Carnot

Até meados do século XIX, acreditava-se ser possível a construção de uma máquina térmica ideal, que seria capaz de transformar toda a energia fornecida em trabalho, obtendo um rendimento total (100%).

Para demonstrar que não seria possível, o engenheiro francês Nicolas Carnot (1796-1832) propôs uma máquina térmica teórica que se comportava como uma máquina de rendimento total, estabelecendo um ciclo de rendimento máximo, que mais tarde passou a ser chamado **Ciclo de Carnot**.

Este ciclo seria composto de quatro processos, independente da substância:



Uma expansão isotérmica reversível. O sistema recebe uma quantidade de calor da fonte de aquecimento (AB)

Uma expansão adiabática reversível. O sistema não troca calor com as fontes térmicas (BC)

Uma compressão isotérmica reversível. O sistema cede calor para a fonte de resfriamento (CD)

Uma compressão adiabática reversível. O sistema não troca calor com as fontes térmicas (DA)



Numa máquina de Carnot, a quantidade de calor que é fornecida pela fonte de aquecimento e a quantidade cedida à fonte de resfriamento são proporcionais às suas temperaturas absolutas ($T \propto Q$), assim o rendimento de uma máquina de Carnot é:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \times 100\% = 1 - \frac{T_2}{T_1} \times 100\%$$

Sendo: T_2 = temperatura absoluta da fonte de resfriamento
 T_1 = temperatura absoluta da fonte de aquecimento

Com isto se conclui que para que haja 100% de rendimento, todo o calor vindo da fonte de aquecimento deverá ser transformado em trabalho, pois a temperatura absoluta da fonte de resfriamento deverá ser 0K. Partindo daí conclui-se que o zero absoluto não é possível para um sistema físico.

MODELAGEM

ULBRA

Consideremos um motor de um automóvel que possa ser alimentado com gasolina ou etanol, uma máquina que trabalhe no ciclo de Carnot. Sendo as temperaturas extremas ao longo do ciclo desse motor entre 400 K e 2400 K, o seu rendimento teórico seria na faixa de 80 %. Mas sabe-se que, na realidade, devido a vários fatores, o rendimento de motor de um automóvel, independente do modelo, é de aproximadamente 40%. Sendo assim, qual deveria ser a razão entre as temperaturas da fonte quente e da fonte fria para se obter esse rendimento mais real?

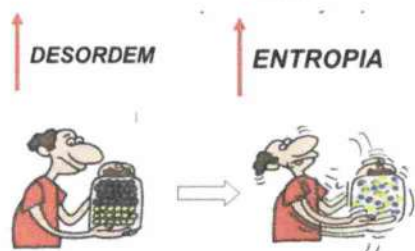
- A) 3/5
- B) 5/3
- C) 2
- D) 3
- E) 4

$$\begin{aligned} \eta &= 1 - (T_2/T_1) \\ 0,4 &= 1 - (T_2/T_1) \\ T_2/T_1 &= 0,6 = 3/5 \\ T_1/T_2 &= 5/3 \end{aligned}$$

Resposta: B

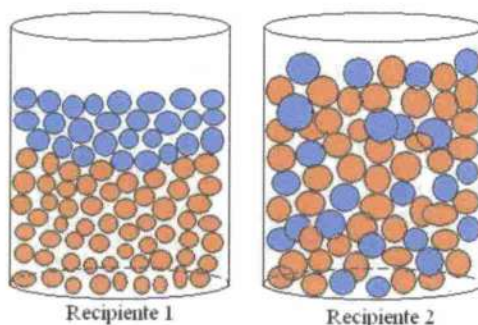
Entropia e a Segunda Lei

Os conceitos de processos reversíveis e irreversíveis podem ser descritos matematicamente usando-se o conceito de entropia. Mas antes de chegarmos à definição de entropia, vamos aos conceitos de processos reversíveis e irreversíveis. Chamamos de **processo reversível** aquele em que o sistema pode, espontaneamente, retornar à situação (ou estado) original. **Processo irreversível** é aquele cujo sistema não pode, espontaneamente, retornar ao estado original.





Como os conceitos dos tipos de processos já foram citados, vamos então à definição de entropia. A **entropia** de um sistema (S) é uma medida do seu grau de desorganização. Quanto maior a organização, menor a entropia. A entropia é uma característica do estado termodinâmico, assim como a energia interna, o volume e o número de mols.



Observando os recipientes da figura acima, vemos que o recipiente 1 apresenta uma **entropia** menor do que a do outro. Se pegarmos o recipiente e o balançarmos, verificaremos que as “bolinhas” ficarão misturadas, ou melhor, desorganizadas. Se verificarmos o recipiente 2, após chacoalhá-lo, perceberemos que não é possível para as bolinhas, de forma espontânea, voltarem para sua organização original, se continuarmos chacoalhando o recipiente.

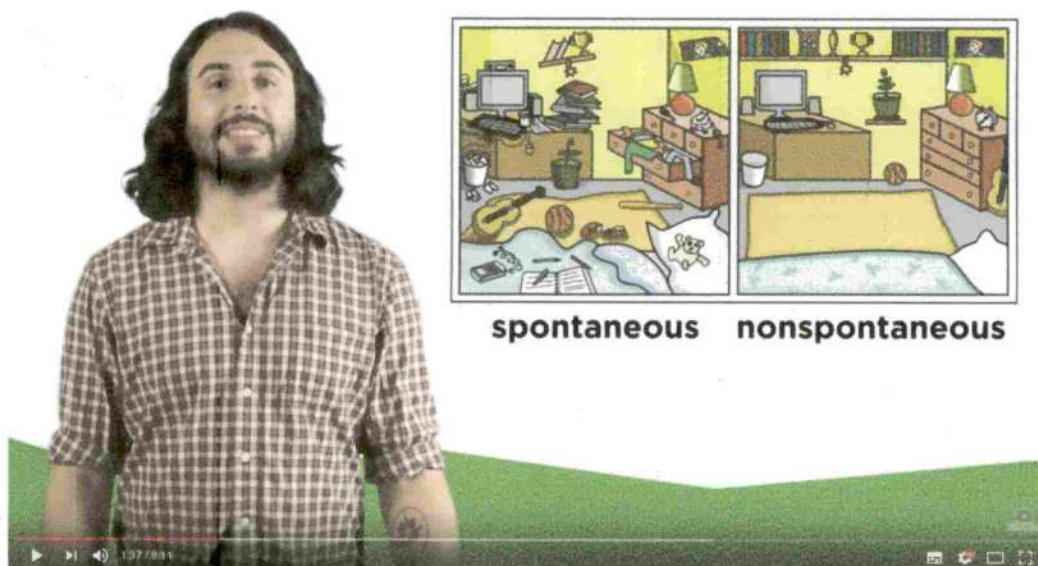
Nos processos isotérmicos (cuja temperatura permanece sempre a mesma) reversíveis, definimos a entropia como sendo a razão entre o calor (cedido ou recebido) pela temperatura. Dessa forma, representamos a entropia nos processos isotérmicos da seguinte maneira:

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

No Sistema Internacional de Unidades, medimos a entropia em joule/ kelvin. Baseando-nos no conceito que descrevemos sobre entropia, podemos formular a Segunda Lei da seguinte maneira:

$$\Delta S \geq 0$$

A variação de entropia de um sistema isolado é sempre positiva ou nula. A igualdade $\Delta S = 0$ ocorre quando os processos são reversíveis: processos reversíveis não aumentam a entropia. Sistemas isolados, que não recebem nem cedem calor para o meio, só podem ter sua entropia aumentada ou mantida constante.





ANOTAÇÕES

Blank lined area for notes.



LEITURA 1

Funcionamento da geladeira

Nos refrigeradores domésticos você não imagina quanta "física" há no seu funcionamento. Eles são utensílios essenciais na cozinha moderna, para conservar alimentos frescos ou já preparados.

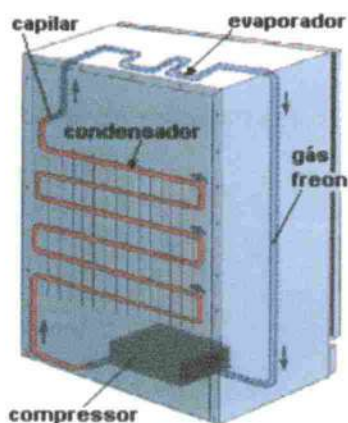


São constituídos por um armário metálico com prateleiras e gavetas e uma porta isolante, para manter o frio no interior do utensílio. O frio é produzido por um compressor, normalmente movido por um motor elétrico.

A primeira máquina refrigeradora foi construída em 1856, usando o princípio da compressão de vapor, pelo australiano James Harrison, que tinha sido contratado por uma fábrica de cerveja para produzir uma máquina que refrescasse aquele produto.

Dentro dele, encontra-se um gás chamado "Freon" que circula pelo aparelho controlando sua temperatura.

No esquema abaixo, a rede do condensador corresponde a região de alta pressão (alta temperatura) e a rede do evaporador corresponde a baixa pressão (baixa temperatura). Um dos componentes da geladeira é chamado de compressor. Este impulsiona um gás denominado freon. Este gás aquecido segue para o condensador (a serpentina visível na parte traseira do frigorífico), onde troca calor com o ar exterior, arrefecendo o gás e condensando-o. O líquido refrigerador passa então pelo capilar (uma válvula de expansão ou garganta), que provoca um abaixamento brusco na pressão e conseqüente evaporação instantânea e auto-arrefecimento. Este gás frio entra no frigorífico e completa-se o ciclo termodinâmico.



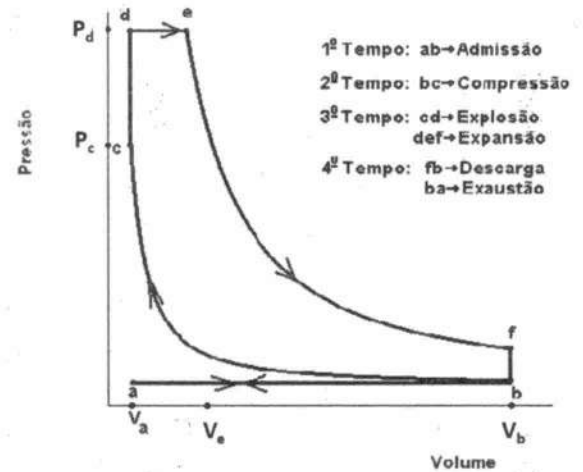


LEITURA 2

Ciclo de Otto

Recebe o nome de **Ciclo de Otto**, o ciclo termodinâmico que representa o funcionamento de motores de combustão interna, popularmente conhecidos como motores a explosão. O ciclo foi definido e patenteado pelo engenheiro francês Beaus de Rochas, porém, o engenheiro alemão **Nikolaus August Otto** o implementou, sendo o primeiro a construir um motor com base nesse ciclo. O modelo ideal do ciclo de Otto é constituído por quatro processos reversíveis internamente:

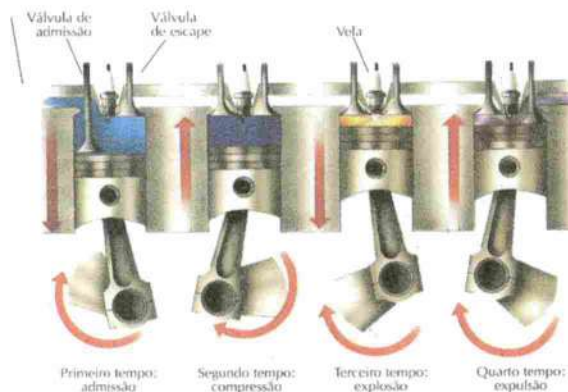
- Admissão isobárica
- Compressão adiabática
- Expansão adiabática
- Exaustão isobárica



Motores de automóveis movidos a gasolina, álcool ou gás natural operam com base no ciclo de Otto. Esse tipo de motor também é chamado de motor de quatro tempos uma vez que ocorre num ciclo de 4 etapas: admissão, compressão, expansão e exaustão.

CICLOS TERMODINÂMICOS REAIS

Os motores de combustão interna a 4 tempos – o Ciclo Otto



1º - **Admissão**: nessa primeira fase, a válvula de admissão (entrada) está aberta e a válvula de escape (saída) permanece fechada. O pistão se move de forma a aumentar o volume da câmara de combustão, e a mistura de combustível com o ar entra no cilindro sob pressão praticamente constante. Assim, diz-se que na fase de admissão ocorreu uma **transformação isobárica**, ou seja, transformação sob pressão constante.

2º - **Compressão**: agora as válvulas de admissão e de escape estão fechadas e o pistão realiza um movimento rápido, comprimindo a mistura combustível. Com isso, ocorre um aumento de pressão e uma diminuição do volume da mistura, simultaneamente. No fim dessa etapa a pressão do sistema é cerca de 9 vezes a pressão atmosférica.

3º - **Expansão**: nessa terceira etapa, as válvulas de admissão e escape continuam fechadas, o pistão sobe e a vela (um dispositivo do motor) solta uma faísca, que provoca uma explosão da mistura combustível. Por meio dessa queima, uma grande quantidade de energia térmica é obtida e parte dessa energia será convertida em trabalho mecânico. Com o fornecimento de calor, a pressão do sistema aumenta e o pistão é forçado violentamente para baixo, de modo a aumentar o volume do cilindro.

4º - **Exaustão**: por fim, no momento em que o pistão chega à posição de maior volume do cilindro, a válvula de escape se abre e a de admissão continua fechada. Isso faz com que o gás quente seja expulso da câmara de combustão, resfriando o sistema. Depois de ocorrer o resfriamento, o pistão se movimenta no sentido de diminuir o volume da câmara de combustão, conduzindo os resíduos da explosão para fora, que serão liberados pelo escapamento. Assim que os gases são expulsos, o motor retorna à sua condição inicial, de forma que o ciclo se reinicie.



LEITURA 3

Ciclo Diesel

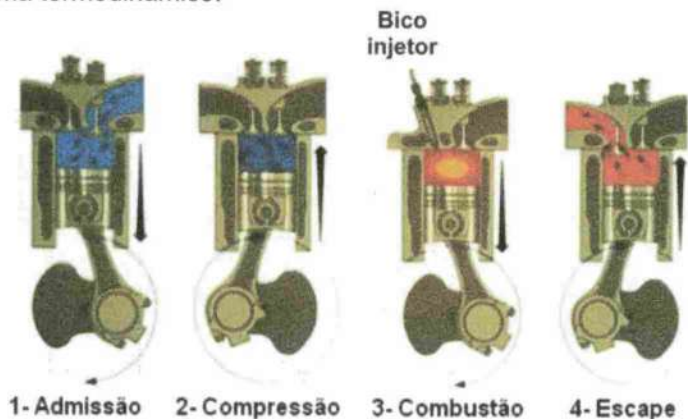
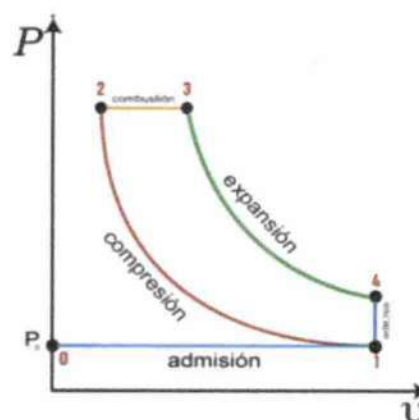
Rudolf Diesel patenteou um motor à combustão de elevada eficiência, demonstrando em 1900, um motor movido a óleo de amendoim, cuja tecnologia leva seu nome até hoje. Ao lado encontra-se uma cópia do documento que garantiu a patente a Rudolf Diesel.

O ciclo de diesel é essencialmente caracterizado pela combustão ser causada pela compressão da mistura ar + combustível. O ar é admitido pela câmara no primeiro ciclo entrando na câmara. No segundo ciclo, o pistão faz a compressão dessa massa de ar e a término da compressão, injeta-se combustível sob pressão no interior da câmara.

Dada as altas temperatura e pressão no interior da câmara, a mistura sofre a explosão ao final do ciclo. A expansão do gás originário dessa explosão expande-se originando o terceiro ciclo. Finalmente o gás de resíduos da combustão é liberado pelas válvulas, quando então, reinicia-se o processo.

De uma forma geral o estado inicial do ciclo de diesel é aquele que promove uma compressão adiabática e leva a máquina ao próximo estado. Neste estado ocorre uma transformação isobárica onde a máquina recebe calor. Durante a mudança deste para o próximo estado, ocorre uma expansão adiabática. Finalmente, ocorre uma transformação isocórica onde a máquina perde calor e a partir daí, reinicia-se o ciclo.

Acima tem-se um diagrama p-V do ciclo de Diesel, cabe ressaltar que os pontos numerados 1, 2, 3 e 4 são os estados do sistema termodinâmico.



CONTEÚDO

É importante salientar a diferença dos motores diesel para gasolina sob o aspecto da combustão: nos motores a gasolina há um dispositivo faiscador (vela) que não há na maioria dos sistemas diesel. Outro dado é o de que no motor a gasolina o combustível entra na câmara durante a admissão do ar, o que provoca perdas na taxa de compressão do motor. Já no sistema diesel, somente o ar é aspirado na admissão e o combustível é injetado quando o motor atinge máxima compressão do ar ocasionando assim a explosão da mistura.

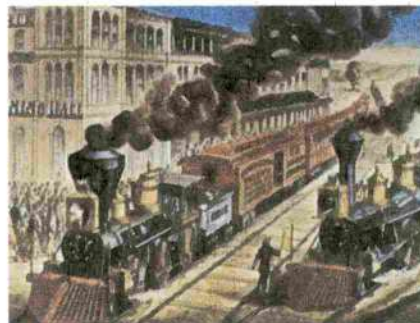
O Diesel apresenta outras características importantes em relação a gasolina, uma delas é a o tempo de evaporação. Pelo fato desse combustível ter maior viscosidade que a gasolina ele apresenta um maior tempo de evaporação, já que é necessária mais energia térmica para romper a ligação das moléculas. Outra característica interessante é a de que o diesel tem cadeias de carbono mais longas do que a gasolina, enquanto o diesel tem moléculas tipo $C_{14}H_{30}$, a gasolina possui C_9H_{20} . Esse é um dos fatores que contribui para o preço do óleo diesel ser mais barato de se produzir, já que ele necessita menor refino do petróleo que a gasolina. Finalmente a densidade energética do diesel é maior. Para cada 3,785 litros de diesel pode-se obter 155 milhões de joules, enquanto para a mesma quantidade de gasolina a taxa energética cai para 132 milhões de joules. Esses dados refletem no aproveitamento do combustível durante o consumo: os motores a diesel tendem a ser mais econômicos que os motores a gasolina quando empregados no mesmo veículo.



LEITURA 4

Revolução Industrial

O nascer da ciência moderna e a revolução industrial estão intimamente relacionados. No início da revolução industrial é difícil identificar na indústria marcas do esforço científico da época, mas certamente que existia uma proximidade nas mentalidades: a cuidadosa observação e a escrupulosa generalização eram comuns aos experimentalistas e aos industriais do século XVIII. A revolução industrial prosseguiu sem que existisse um forte apoio da ciência, embora a sua influência potencial tenha sido notável.



O que a ciência do século XVIII tinha para oferecer não era mais do que a esperança de que a observação atenta e a experimentação pudessem melhorar significativamente a produção industrial: máquinas a vapor, vidros, têxteis. Só na segunda metade do século XIX a ciência pode dar uma ajuda preciosa ao desenvolvimento tecnológico: Edison->energia eléctrica (motores e dínamos); Diesel->motores de combustão interna. De uma forma geral, até aquele período a ciência foi mais beneficiada pela revolução industrial que o inverso: máquina a vapor -> termodinâmica. Como a indústria passou a exigir maquinaria mais sofisticada nas suas linhas de produção, a ciência pode beneficiar grandemente com os novos instrumentos mais refinados como por exemplo os microscópios. Pode afirmar-se que os primeiros grandes telescópios foram tanto um subproduto da indústria do século XIX como o foram os barcos a vapor.

A revolução industrial desempenhou ainda um outro papel importante no desenvolvimento da ciência moderna. A perspectiva de aplicação da ciência aos problemas da indústria serviu de trampolim para estimular o financiamento público da ciência. A primeira grande escola científica do mundo moderno, a École Polytechnique, foi fundada em 1794 para pôr os resultados da ciência ao serviço da França. A criação de escolas técnicas no século XIX e XX encorajou a difusão do saber científico e gerou condições para novos avanços. Em diferentes graus e a diferentes velocidades os governos começaram a financiar a ciência de uma forma mais direta através da criação de bolsas de estudo, fundação de instituições de investigação e conferindo honras e postos oficiais a eminentes cientistas. No final do século XIX o filósofo natural que prosseguia os seus estudos baseados em interesses particulares dá lugar ao cientista profissional com um carácter público.





QUESTÕES PÓS-AULA

As **questões pós-aula** tem a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a “obrigação” de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

Fica a dica: se algum dia um “tema de casa” tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

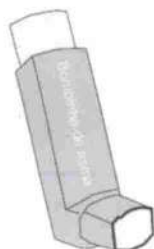
181. UFRGS. Considere um processo adiabático no qual o volume ocupado por um gás ideal é reduzido a $1/5$ do volume inicial. É correto afirmar que, nesse processo,

- A) a energia interna do gás diminui.
- B) a razão T/p (T =temperatura, p =pressão) torna-se 5 vezes o valor inicial.
- C) a pressão e a temperatura do gás aumentam.
- D) o trabalho realizado sobre o gás é igual ao calor trocado com o meio externo.
- E) a densidade do gás permanece constante.



182. ACAFE. Considere o caso abaixo e responda: Qual é a transformação sofrida pelo gás ao sair do spray?

As pessoas com asma, geralmente, utilizam broncodilatadores em forma de spray ou mais conhecidos como bombinhas de asma. Esses, por sua vez, precisam ser agitados antes da inalação para que a medicação seja diluída nos gases do aerossol, garantindo sua homogeneidade e uniformidade na hora da aplicação.



Podemos considerar o gás que sai do aerossol como sendo um gás ideal, logo, sofre certa transformação em sua saída.

- A) O gás sofre uma compressão adiabática.
- B) O gás sofre uma expansão adiabática.
- C) O gás sofre uma expansão isotérmica.
- D) O gás sofre uma compressão isotérmica.

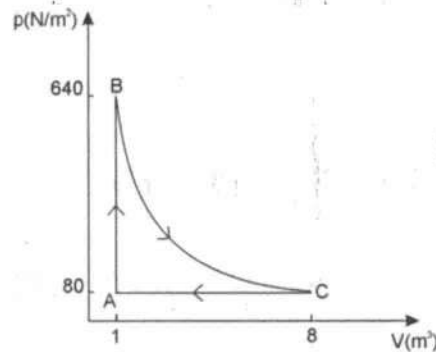




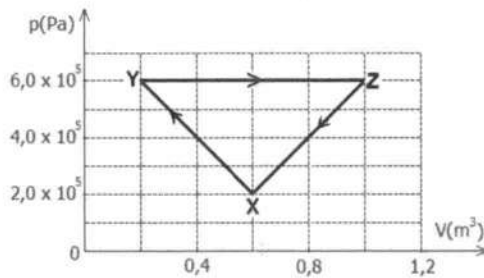
183. UFRGS. A figura abaixo apresenta um diagrama $p \times V$ que ilustra um ciclo termodinâmico de um gás ideal. Este ciclo, com a realização de trabalho de 750 J, ocorre em três processos sucessivos. No processo AB, o sistema sofre um aumento de pressão mantendo o volume constante; no processo BC, o sistema se expande mantendo a temperatura constante e diminuindo a pressão; e, finalmente, no processo CA, o sistema retorna ao estado inicial sem variar a pressão.

O trabalho realizado no processo BC e a relação entre as temperaturas T_A e T_B são, respectivamente,

- A) 1310 J e $T_A = T_B/8$.
- B) 1310 J e $T_A = 8T_B$.
- C) 560 J e $T_A = T_B/8$.
- D) 190 J e $T_A = T_B/8$.
- E) 190 J e $T_A = 8T_B$.



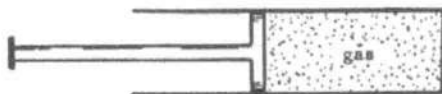
184. UFRGS. A figura abaixo apresenta o diagrama da pressão p (Pa) em função do volume V (m^3) de um sistema termodinâmico que sofre três transformações sucessivas: XY, YZ e ZX.



O trabalho total realizado pelo sistema após as três transformações é igual a

- A) 0.
- B) $1,6 \times 10^5$ J.
- C) $2,0 \times 10^5$ J.
- D) $3,2 \times 10^5$ J.
- E) $4,8 \times 10^5$ J.

185. UFRGS. O desenho mostra um cilindro de metal dotado de um êmbolo móvel em cujo interior se encontra um gás ideal em equilíbrio termodinâmico.



Em dado instante, uma força \vec{F} age sobre o êmbolo que comprime o gás rapidamente. Durante a compressão

- I – ocorre um aumento da energia interna do gás.
- II – o trabalho realizado pela força \vec{F} produz uma elevação da temperatura do gás.





III – o trabalho realizado pela força \vec{F} é igual à quantidade de calor que se transmite para o meio externo.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas I e II.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III

186. UFRGS. Um sistema constituído por certa quantidade de ar está contido em um cilindro metálico, munido de um êmbolo. O sistema encontra-se à temperatura ambiente e uma pressão superior à pressão atmosférica. Acionando-se o êmbolo, o volume de ar é subitamente alterado de tal forma que a pressão interna se torne igual à pressão atmosférica, não havendo, nessa transformação, qualquer intercâmbio de calor entre o sistema e o meio.

A transformação é _____. No instante em que ocorre o equilíbrio de pressão, a temperatura interna é _____ temperatura ambiente. Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- A) isotérmica – igual à
- B) isobárica – menor do que a
- C) adiabática – igual à
- D) adiabática – maior do que a
- E) adiabática – menor do que a

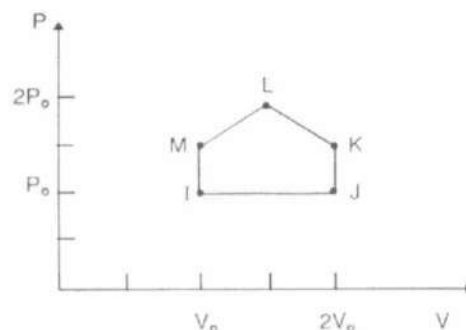


187. UFRGS. Um sistema constituído por uma amostra de gás ideal realiza o ciclo termodinâmico representado no diagrama $P - V$ da figura abaixo, sendo o ciclo percorrido no sentido anti-horário. Considere as afirmações abaixo, referentes ao ciclo termodinâmico representado.

- I – Entre os pontos I e J, o sistema realiza um trabalho igual a P_0V_0 .
- II – Entre os pontos J e K, não há transferência de energia ao sistema.
- III – Entre os pontos I e L, não há variação na energia interna do sistema.

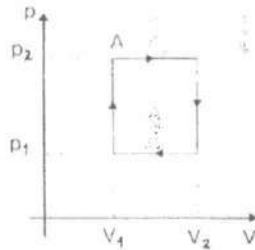
Quais delas estão corretas?

- A) Apenas I
- B) Apenas I e II
- C) Apenas I e III
- D) Apenas II e III
- E) I, II e III



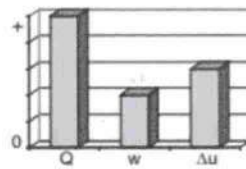
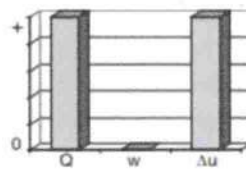
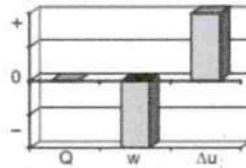
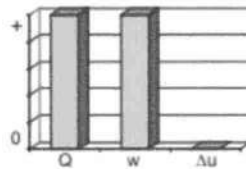


188. UFRGS. Um gás realiza o ciclo termodinâmico representado no diagrama $p - V$ da figura, onde A é o ponto correspondente ao estado termodinâmico inicial do gás. O calor transferido para o gás durante o ciclo completo é igual a



- A) zero.
- B) $p_1 (V_2 - V_1)$.
- C) $p_2 (V_2 - V_1)$.
- D) $(p_2 - p_1) (V_2 - V_1)$.
- E) $(p_2 + p_1) (V_2 - V_1)/2$.

189. PUCRS. Os histogramas a seguir mostram o calor Q e o trabalho W trocados por um gás com o meio externo, bem como a variação da sua energia interna ΔU . O gás segue a equação geral dos gases ($p \cdot V = n \cdot R \cdot T$) nos processos termodinâmicos apresentados. De acordo com os respectivos histogramas, em ordem de apresentação, de cima para baixo, os processos podem ser:

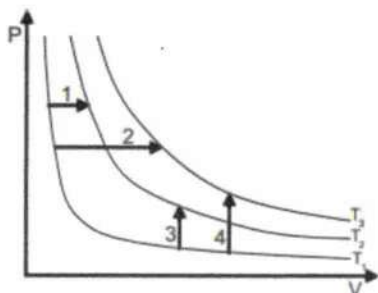


- A) adiabático – isotérmico – isovolumétrico – isobárico
- B) adiabático – isovolumétrico – isotérmico – isobárico
- C) isotérmico – isobárico – isovolumétrico – adiabático
- D) isotérmico – adiabático – isovolumétrico – isobárico
- E) isobárico – isotérmico – adiabático – isovolumétrico



190. PUCRS. O gráfico a seguir mostra três isotermas para um gás ideal que se encontra num sistema fechado, no qual as diferenças de temperatura entre isotermas consecutivas são iguais, ou seja, $T_3 - T_2 = T_2 - T_1$. Neste gráfico, são indicados quatro processos termodinâmicos para esse gás: 1 e 2 são isobáricos, 3 e 4 são isométricos.





Com base nas informações disponibilizadas no gráfico, afirma-se:

- I. No processo 2, a variação da energia interna do gás é maior do que no processo 4.
- II. No processo 2, o trabalho realizado é menor do que no processo 3.
- III. No processo 2, a variação da energia interna do gás é maior do que no processo 3.
- IV. No processo 4, a variação da energia interna é igual ao calor trocado com o meio.

Estão corretas apenas as afirmativas

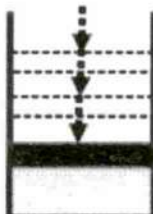
- A) I e II.
- B) II e IV.
- C) III e IV.
- D) I, II e III.
- E) I, III e IV.

191. PUCRS. Ar contido num cilindro com pistão sofre uma compressão adiabática, indo do estado (1,00atm; 20,0L; 300K) para o estado (66,3atm; 1,00L; 994K), resultando num trabalho de -11,7kJ. Assumindo que o ar se comporte como um gás ideal, se a compressão entre os mesmos volumes inicial e final indicados no processo adiabático tivesse sido isotérmica, os valores finais de pressão e temperatura e a variação da energia interna teriam sido, respectivamente,



- A) 1,00atm 994K 11,7kJ
- B) 2,00atm 300K -11,7kJ
- C) 20,0atm 994K zero
- D) 20,0atm 300K zero
- E) 66,3atm 300K zero

192. PUCRS. O êmbolo de um cilindro que contém um gás ideal é empurrado para baixo conforme mostra a figura a seguir. Sabe-se que tanto as paredes do cilindro como o próprio êmbolo constituem-se de materiais que são isolantes térmicos.



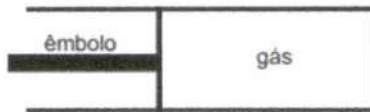
Com relação a esse processo, é correto afirmar que

- A) não houve trocas de energia entre o gás e a vizinhança, e a pressão do gás aumentou, enquanto sua temperatura permaneceu constante.



- B) não houve trocas de energia entre o gás e a vizinhança, e a pressão e a temperatura do gás permaneceram constantes.
- C) o gás recebeu energia da vizinhança, e sua pressão e temperatura aumentaram.
- D) o gás recebeu energia da vizinhança, sua pressão aumentou e a sua temperatura diminuiu.
- E) o gás perdeu energia para a vizinhança, sua pressão diminuiu e sua temperatura permaneceu constante.

193. PUCRS. Um cilindro de metal dotado de um êmbolo móvel, em cujo interior se encontra um gás em equilíbrio termodinâmico, é semelhante a uma bomba de encher pneus de bicicleta com a saída de ar bloqueada.



Ao fazer-se uma força sobre o êmbolo, resultando na compressão muito rápida do gás, o que caracteriza uma transformação adiabática,

- I. ocorre um aumento na temperatura do gás.
- II. o trabalho realizado pela força aumenta a energia interna do gás.
- III. o trabalho realizado pela força é igual ao calor liberado para o meio externo.

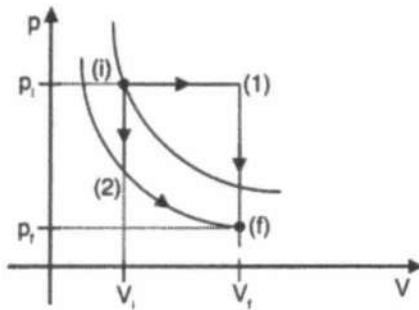
Está(Estão) correta(s) apenas

- A) I.
- B) II.
- C) III.
- D) I e II.
- E) I e III.

INSTRUÇÃO: Responder à questão **194** analisando as afirmações com base no gráfico a seguir, o qual representa a pressão de um gás, que segue a equação de estado do gás ideal, em função do seu volume. No gráfico, os pontos **i** e **f** indicam, respectivamente, o estado inicial e final do gás, e as curvas representadas são as isotermas correspondentes às temperaturas **T_i** e **T_f** desses estados. Os seguintes processos são descritos no gráfico:

processo 1 – uma transformação isobárica seguida de uma transformação isovolumétrica.

processo 2 – uma transformação isovolumétrica seguida de uma transformação isotérmica



- I. Comparando o trabalho W realizado pelo gás em cada processo, verifica-se que $W_1 > W_2$.
- II. Comparando a troca de calor Q com o gás em cada processo, verifica-se que $Q_1 < Q_2$.
- III. Comparando a variação da energia interna ΔU do gás em cada processo, verifica-se que $\Delta U_1 = \Delta U_2$.

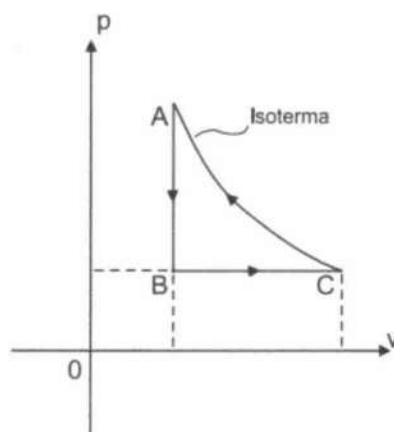
194. PUCRS. Analisando as afirmativas, pode-se concluir que está/estão correta/s

- A) somente II.
- B) somente III.
- C) somente I e II.
- D) somente I e III.
- E) I, II e III.



195. UCPEL. O diagrama p-V mostrado abaixo, representa um ciclo completo A-B-C-A para um gás ideal. Com base no diagrama, analise as afirmações a seguir e analise a melhor opção.

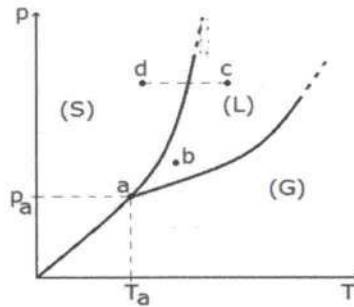
- I. A variação da energia interna do gás na transformação ABCA é nula.
- II. A energia líquida transferida sob a forma de calor Q , no ciclo completo, é positiva.
- III. A energia líquida transferida sob a forma de trabalho W no ciclo completo é negativa.
- IV. A temperatura do gás no estado A é maior que no estado C.
- V. Na transformação do estado A para o estado B, o trabalho realizado pelo gás é negativo.



- A) I, II e III
- B) I e III
- C) IV e V
- D) Todas as afirmativas estão corretas.
- E) Nenhuma das afirmativas está correta.



196. UFRGS. Qualquer substância pode ser encontrada nos estados (ou fases) sólido (S), líquido (L) ou gasoso (G), dependendo das condições de pressão (p) e temperatura (T) a que está sujeita. Esses estados podem ser representados em um gráfico $p \times T$, conhecido como diagrama de fases, como o mostrado na figura abaixo, para uma substância qualquer.



As regiões de existência de cada fase estão identificadas por (S), (L) e (G), e os pontos a, b, c e d indicam quatro estados distintos de (p, T). Considere as seguintes afirmações.

- I - A substância não pode sublimar, se submetida a pressões constantes maiores do que p_a .
 - II - A substância, se estiver no estado b, pode ser vaporizada por transformações isotérmicas ou isobáricas.
 - III - A mudança de estado c \rightarrow d é isobárica e conhecida como solidificação.
- Quais estão corretas?

- (A) Apenas I.
- (B) Apenas II.
- (C) Apenas III.
- (D) Apenas I e III.
- (E) I, II e III.

197. UFRGS. Uma máquina de Carnot apresenta um rendimento de 40%, e a temperatura de sua fonte quente é 500 K. A máquina opera a uma potência de 4,2 kW e efetua 10 ciclos por segundo. Qual é a temperatura de sua fonte fria e o trabalho que a máquina realiza em cada ciclo?



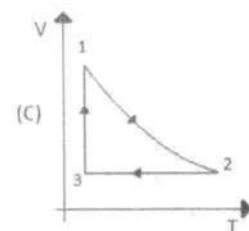
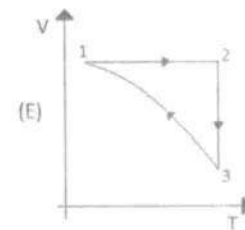
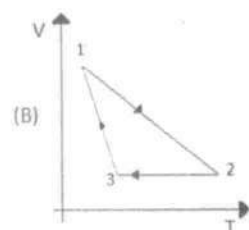
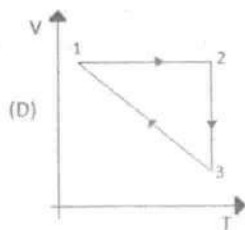
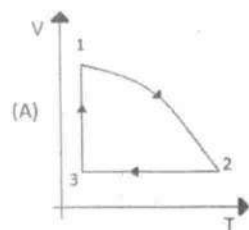
- A) 200K – 42 J
- B) 200K – 420 J
- C) 200K – 42.000 J
- D) 300K – 42 J
- E) 300K – 420 J



198. UFRGS. Uma amostra de gás ideal monoatômico encontra-se em um estado inicial 1. O gás sofre três transformações sucessivas até completar um ciclo: passa do estado 1 para o estado 2 através de uma compressão adiabática; depois, passa do estado 2 para o estado 3 através de uma transformação isocórica; e, finalmente, retorna ao estado inicial 1, sofrendo uma expansão isotérmica.



Qual dos diagramas volume (V) x temperatura absoluta (T) abaixo melhor representa esse ciclo?



199. PUCRS. A observação de alguns corpos celestes tem se tornado difícil em grandes centros urbanos, principalmente por conta da poluição luminosa produzida. Os rastros luminosos deixados no céu pelas estrelas cadentes, por exemplo, são mais facilmente observados em locais ermos e distantes das cidades. As estrelas cadentes são, na verdade, meteoros cujas velocidades medidas são da ordem de milhares de quilômetros por hora. Erroneamente se atribui o aquecimento das regiões próximas ao meteoro ao atrito entre ele e a atmosfera, mas a principal razão desse aquecimento é a _____ do ar atmosférico logo à frente do meteoro.

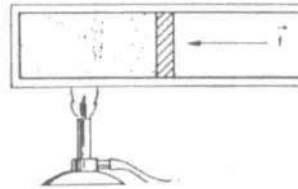


- A) compressão isobárica
- B) compressão adiabática
- C) expansão isobárica
- D) expansão adiabática

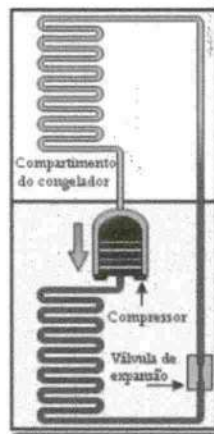


200. Na montagem representada na figura abaixo, a chama faz o pistão deslocar-se para a direita, mantendo o gás a pressão e temperatura constantes. O volume e a pressão iniciais eram, respectivamente, de 5,00 litros e 5,00 N/cm². O volume foi aumentado para 7,5 litros. A fração de energia da chama que o gás converteu em energia mecânica é, em J, igual a

- A) 375
- B) 125
- C) 37,5
- D) 25,0
- E) 12,5



201. ENEM. A invenção da geladeira proporcionou uma revolução no aproveitamento dos alimentos, ao permitir que fossem armazenados e transportados por longos períodos. A figura apresentada ilustra o processo cíclico de funcionamento de uma geladeira, em que um gás no interior de uma tubulação é forçado a circular entre o congelador e a parte externa da geladeira. É por meio dos processos de compressão, que ocorre na parte externa, e de expansão, que ocorre na parte interna, que o gás proporciona a troca de calor entre o interior e o exterior da geladeira.



Nos processos de transformação de energia envolvidos no funcionamento da geladeira,

- A) a expansão do gás é um processo que cede a energia necessária ao resfriamento da parte interna da geladeira.
- B) o calor flui de forma não-espontânea da parte mais fria, no interior, para a mais quente, no exterior da geladeira.
- C) a quantidade de calor cedida ao meio externo é igual ao calor retirado da geladeira.
- D) a eficiência é tanto maior quanto menos isolado termicamente do ambiente externo for o seu compartimento interno.
- E) a energia retirada do interior pode ser devolvida à geladeira abrindo-se a sua porta, o que reduz seu consumo de energia.



202. ENEM. Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode dizer que há vazamento da energia em outra forma. De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a





- A) liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- B) realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- C) conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- D) transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- E) utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

203. UFRGS. Um projeto propõe a construção de três máquinas térmicas, M_1 , M_2 e M_3 , que devem operar entre as temperaturas de 250K e 500K, ou seja, que tenham rendimento ideal igual a 50%. Em cada ciclo de funcionamento, o calor absorvido por todas é o mesmo: $Q = 20$ kJ, mas espera-se que cada uma delas realize o trabalho W mostrado na tabela abaixo.



Máquina	W
M_1	20 kJ
M_2	12 kJ
M_3	8 kJ

De acordo com a segunda lei da termodinâmica, verifica-se que somente é possível a construção da(s) máquina(s)

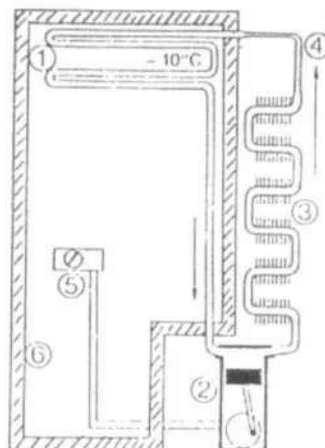
- A) M_1 .
- B) M_2 .
- C) M_3 .
- D) M_1 e M_2 .
- E) M_2 e M_3 .

204. UFRGS. Na figura estão esquematizados os componentes básicos de uma geladeira. Na tubulação ligada ao compressor 2, circula um gás que alternadamente se vaporiza e se liquefaz e, deste modo, transfere energia.



Para que a transferência de energia se dê de dentro para fora da geladeira, em quais pontos do esquema devem ocorrer, respectivamente, a vaporização e a liquefação do gás?

- A) 3 e 4
- B) 1 e 3
- C) 4 e 1
- D) 3 e 1
- E) 4 e 3





205. UFRGS. Um jornal noticia que um inventor excêntrico e desconhecido está anunciando um motor térmico que opera segundo um novo ciclo, no qual a totalidade do calor extraído de uma fonte de calor é transformada em trabalho. O jornal também informa que a comunidade científica recebeu com ceticismo essa notícia, uma vez que a existência de tal mecanismo violaria uma lei física bem estabelecida. Que lei física estaria sendo frontalmente violada, caso o motor anunciado funcionasse de fato com o desempenho divulgado?



- A) A lei da conservação da quantidade de movimento.
- B) A segunda lei de Newton.
- C) A primeira lei da Termodinâmica.
- D) A segunda lei da Termodinâmica.
- E) A lei que traduz a equivalência entre massa e energia.

206. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas no texto abaixo.



A função do compressor de uma geladeira é a de aumentar a pressão sobre o gás freon contido na tubulação. Devido à rapidez com que ocorre a compressão, esta pode ser considerada uma transformação _____. A temperatura e a pressão do gás se elevam. Como não há trocas de calor, o trabalho realizado pelo compressor é igual a variação da energia _____ do gás.

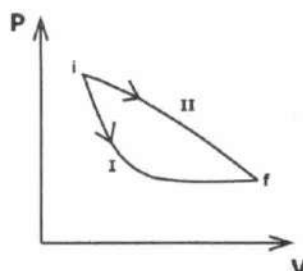
- A) adiabática – interna
- B) isotérmica – cinética
- C) isotérmica – interna
- D) adiabática – potencial
- E) isobárica – interna

207. UFRGS. Durante um ciclo termodinâmico, uma máquina térmica realiza o trabalho W , que é igual a $Q_1 - Q_2$, onde Q_1 é o calor extraído de uma fonte quente, e Q_2 é o calor descarregado no ambiente. O rendimento dessa máquina térmica é dado por



- A) $(Q_1 - Q_2) / Q_1$
- B) $(Q_1 - Q_2) / Q_2$
- C) $Q_1 / (Q_1 - Q_2)$
- D) $Q_2 / (Q_1 - Q_2)$
- E) $(Q_1 + Q_2) / Q_2$

208. UFRGS. Observe a figura abaixo.





A figura mostra dois processos, I e II, em um diagrama pressão (P) x volume (V) ao longo dos quais um gás ideal pode ser levado do estado inicial i para o estado final f.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

De acordo com a 1ª Lei da Termodinâmica, a variação da energia interna é nos dois processos. O trabalho W_I realizado no processo I é que o trabalho W_{II} realizado no processo II.

- A) igual – maior
- B) igual – menor
- C) igual – igual
- D) diferente – maior
- E) diferente – menor

209. PUCRS. Um motor opera com um gás que se comporta conforme a equação geral e de acordo com o ciclo termodinâmico descrito a seguir:

Processo 1-2. O gás, em alta pressão e temperatura, absorve calor de uma fonte quente e se expande em temperatura constante. Nesta etapa, o motor realiza trabalho.

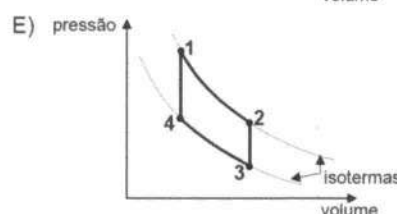
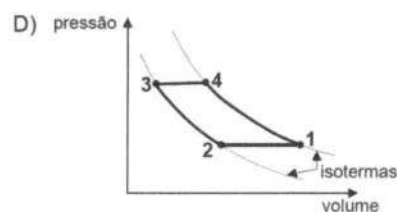
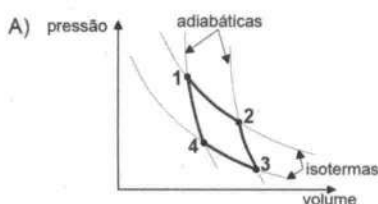
Processo 2-3. O gás libera calor para uma fonte fria, o que reduz a sua pressão. Não há realização de trabalho nesta etapa.

Processo 3-4. O gás é comprimido em temperatura constante, liberando calor para uma fonte fria. Nesta etapa, parte do trabalho realizado no processo 1-2 é utilizado para comprimir o gás.

Processo 4-1. O gás absorve calor de uma fonte quente, o que aumenta a sua pressão. Não há realização de trabalho nesta etapa.



O gráfico que representa corretamente o ciclo descrito é



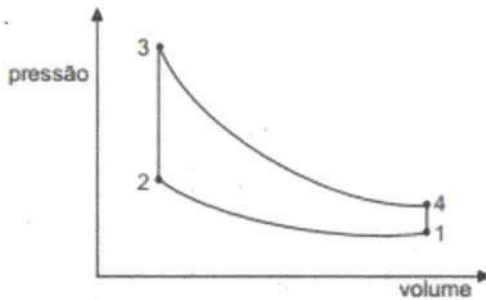


210. PUCRS. Um fabricante alega ter construído uma máquina térmica que, operando entre duas fontes térmicas cujas temperaturas são 200K e 100K, em cada ciclo retira 100J da fonte quente, cede 25J para a fonte fria e realiza 75J de trabalho. Nesse contexto, é correto concluir que a alegação do fabricante é



- A) inviável, visto que essa máquina térmica contraria tanto a 1ª quanto a 2ª lei da termodinâmica.
- B) inviável, visto que o rendimento termodinâmico dessa máquina seria superior ao de uma máquina operando pelo ciclo de Carnot entre as mesmas temperaturas.
- C) viável, visto que essa máquina térmica atenderia o princípio da conservação da energia.
- D) viável, visto que seu rendimento é menor que a unidade.
- E) viável, visto que a temperatura da fonte quente é maior que a da fonte fria.

211. PUCRS. O ciclo Otto é um ciclo termodinâmico constituído por dois processos adiabáticos e dois processos isovolumétricos, como mostra o gráfico que segue.



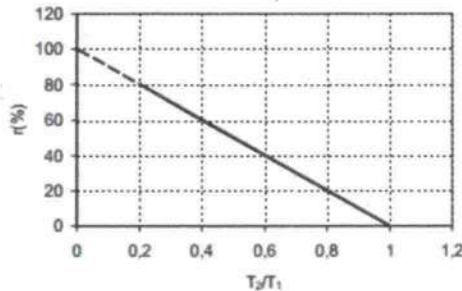
Num motor que opera segundo este ciclo, um pistão inicialmente na posição correspondente ao máximo volume, estado 1, comprime o ar até que atinja o volume mínimo, estado 2. Então ocorre a combustão, resultando em um súbito aumento da pressão enquanto o volume permanece constante, levando o ar ao estado 3. O processo que segue é a ejeção de potência quando o ar expande adiabaticamente para o estado 4. No processo final, calor é transferido para a vizinhança e o ciclo é completado. A partir das informações obtidas pela análise do gráfico representativo do ciclo Otto e de acordo com as leis da termodinâmica, é correto afirmar que:

- A) o calor líquido trocado no ciclo é nulo, visto que a temperatura final é igual à temperatura inicial.
- B) o sistema realiza um trabalho líquido nulo durante o ciclo, pois o volume final é igual ao volume inicial.
- C) o trabalho realizado no processo de compressão adiabática é maior do que o realizado no processo de expansão adiabática.
- D) o sistema absorve calor durante a compressão adiabática e rejeita calor durante a expansão adiabática.
- E) a variação da energia interna no ciclo é zero, porque o estado final é igual ao estado inicial.



INSTRUÇÃO: Para responder à questão 212, considere o texto e o gráfico, o qual relaciona o rendimento de uma máquina de Carnot e a razão T_2/T_1 das temperaturas em que opera a máquina.

O ciclo de Carnot é um ciclo termodinâmico especial, pois uma máquina térmica que opera de acordo com este ciclo entre duas temperaturas T_1 e T_2 , com T_1 maior do que T_2 , obtém o máximo rendimento possível. O rendimento r de uma máquina térmica é definido como a razão entre o trabalho líquido que o fluido da máquina executa e o calor que absorve do reservatório à temperatura T_1 .

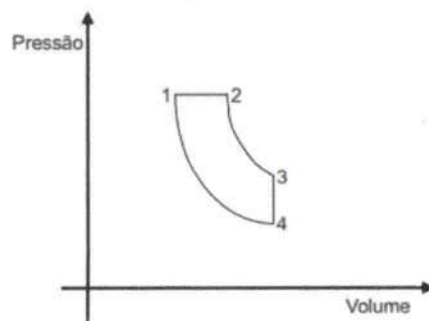


212. PUCRS. Pode-se concluir, pelo gráfico e pelas leis da termodinâmica, que o rendimento da máquina de Carnot aumenta quando a razão T_2/T_1 diminui

- A) alcançando 100% quando T_2 vale 0°C .
- B) alcançando 100% quando T_1 é muito maior do que T_2 .
- C) alcançando 100% quando a diferença entre T_1 e T_2 é muito pequena.
- D) mas só alcança 100% porque representa o ciclo ideal.
- E) mas nunca alcança 100%.



INSTRUÇÃO: Para responder à questão 213, considere as afirmativas a seguir e o gráfico Pressão (P) x Volume (V), que apresenta quatro transformações de um gás, cujo comportamento é o de um gás ideal. Duas das transformações são isotérmicas, e o gás está contido em um cilindro com êmbolo.



- I. A transformação do estado 1 para o estado 2 é isométrica com aquecimento.
- II. Na passagem do estado 2 para o estado 3, não ocorre variação de temperatura, e o gás realiza trabalho positivo.
- III. Na passagem do estado 3 para ao estado 4, há resfriamento do gás e não há realização de trabalho, pois a transformação é isométrica.



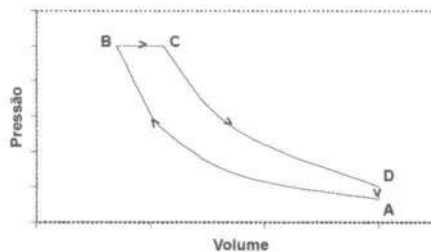
IV. Na transformação do estado 4 para o estado 1, não há variação da energia interna do gás, e um agente externo realiza um trabalho sobre ele.

213. PUCRS. Estão corretas apenas

- A) I e II.
- B) II e III.
- C) I e IV.
- D) III e IV.
- E) II, III e IV.



214. PUCRS. Motores de potências relativamente altas são utilizados em embarcações marítimas, locomotivas, geradores e caminhões, tendo por base o ciclo Diesel de quatro tempos. Esses motores, em geral, são alimentados com a injeção direta do combustível em cada cilindro. O gráfico abaixo, da pressão em função do volume, representa esquematicamente o ciclo Diesel, por meio de seus quatro processos: *compressão adiabática AB*, *expansão isobárica BC*, *expansão adiabática CD* e *transformação isovolumétrica DA*.



Considerando o ciclo Diesel apresentado no gráfico,

- A) não há variação de temperatura durante o processo AB.
- B) não há variação de temperatura durante o processo DA.
- C) a temperatura aumenta durante o processo AB.
- D) a temperatura aumenta durante o processo CD.
- E) a temperatura diminui durante o processo BC.

215. PUCRS. Um estudante imaginou uma máquina térmica que poderia fornecer uma potência de 5,0 kW, mediante o recebimento de 1 kcal por segundo. Sabendo-se que 1 cal = 4,2 J, pode-se afirmar que a máquina térmica imaginada pelo estudante

- A) apresenta um rendimento de 10%.
- B) apresenta um rendimento de 20%.
- C) apresenta um rendimento de 30%.
- D) contraria o princípio da conservação da energia.
- E) contraria a lei de Boyle-Mariotte.





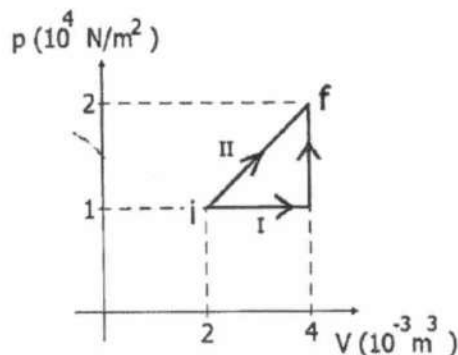
216. PUCRS. Em uma máquina térmica ideal que opere em ciclos, todos os processos termodinâmicos, além de reversíveis, não apresentariam dissipação de energia causada por possíveis efeitos dos atritos internos nos mecanismos ou turbulências no fluido operador da máquina. O ciclo de Carnot é um bom exemplo de processo termodinâmico idealizado, que apresentaria a maior eficiência possível na transformação de calor em trabalho útil. A eficiência para uma máquina de Carnot operando entre as temperaturas absolutas de 300 K e 900 K seria de aproximadamente _____, e a entropia do sistema ficaria _____ durante o processo.



- A) 66 % – maior
- B) 66 % – igual
- C) 33 % – menor
- D) 33 % – maior
- E) 100 % – igual

Instrução: O enunciado a seguir refere-se às questões 217 e 218.

Um gás ideal contido em um cilindro com pistão pode ser levado de um estado inicial *i* até um estado final *f*, seguindo dois processos distintos, I e II, conforme ilustrado na figura abaixo.



217. UFRGS. Os trabalhos W_I e W_{II} , realizados pelo gás nos processos I e II, valem respectivamente



- A) 10 J e 30 J.
- B) 20 J e 20 J.
- C) 20 J e 30 J.
- D) 30 J e 10 J.
- E) 30 J e 20 J.

218. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.



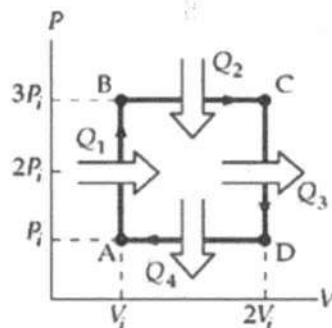
No processo I, o gás sofre duas transformações sucessivas, sendo a primeira e a segunda

A variação de energia interna no processo I, ΔU_I , é variação de energia interna no processo II, ΔU_{II} .



- A) isobárica – isocórica - maior do que a
- B) isocórica – isotérmica - maior do que a
- C) isotérmica – isocórica - igual à
- D) isobárica – isocórica - igual à
- E) isocórica – isobárica - menor do que a

219. UCPEL. Quando uma amostra de gás ideal sofre uma transformação cíclica, os parâmetros básicos para compreender esse processo são as grandezas físicas quantidade de calor (Q), trabalho (W) e energia interna (U). Observando o gráfico abaixo, percebe-se o comportamento da pressão que essa amostra do gás exerce nas paredes do recipiente em função do volume ocupado, quando o gás sai de um estado inicial A e, após passar pelos estados B, C e D, retorna ao estado inicial A. Para cada processo é indicado no gráfico se o gás ideal recebeu ou cedeu calor, ou seja, Q_1 e Q_2 indicam que o gás recebeu uma certa quantidade de calor e Q_3 e Q_4 indicam que o gás cedeu uma certa quantidade de calor.



Com base no gráfico e em seus conhecimentos sobre Termodinâmica, analise as seguintes afirmativas referentes a transformação cíclica sofrida pelo gás ideal.

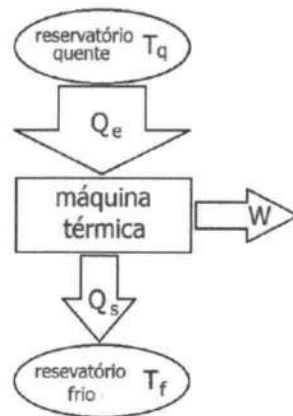
- I. O trabalho total é igual a zero, pois a transformação é cíclica.
- II. No processo $A \rightarrow B$, o gás recebe de uma fonte térmica uma quantidade de calor Q_1 e aumenta sua energia interna, sem realizar nenhum trabalho no processo.
- III. No processo $B \rightarrow C$, o gás recebe de uma fonte térmica uma quantidade de calor Q_2 e utiliza essa energia para realizar trabalho, sem variar sua energia interna.
- IV. No processo $C \rightarrow D$, o trabalho realizado é igual a zero, o gás cede energia na forma de calor para o meio externo e tem a sua energia interna reduzida.

Estão corretas as afirmativas:

- A) I e III
- B) II e IV
- C) I e IV
- D) III e IV
- E) I e II



220. UFRGS. Uma máquina térmica, representada na figura abaixo, opera na sua máxima eficiência, extraindo calor de um reservatório em temperatura $T_q = 527\text{ }^\circ\text{C}$, e liberando calor para um reservatório em temperatura $T_f = 327\text{ }^\circ\text{C}$. Para realizar um trabalho (W) de 600 J, o calor absorvido deve ser de



- A) 2400 J.
- B) 1800 J.
- C) 1581 J.
- D) 967 J.
- E) 800 J.

INSTRUÇÃO: Para responder à questão **221**, leia o texto e as afirmativas que seguem.

As principais partes de um refrigerador doméstico são o congelador, o condensador e o compressor, sendo que essas duas últimas peças estão localizadas na parte externa do aparelho. O funcionamento do refrigerador depende da circulação de um fluido refrigerante impulsionado pelo compressor. Durante o ciclo termodinâmico, o fluido sofre transformações nas variáveis estado, pressão e temperatura, o que determina o resfriamento no interior do aparelho, levando para fora a energia oriunda dos alimentos refrigerados. Em relação a essas transformações, considere as seguintes afirmativas:

- I. No congelador, a pressão do gás diminui, e sua temperatura se eleva com a absorção de energia.
- II. No congelador, a pressão do gás aumenta, e sua temperatura diminui com a liberação de energia.
- III. No condensador, a pressão do gás é maior do que no congelador, e sua temperatura diminui com a liberação de energia.
- IV. No condensador, a pressão do gás diminui, e sua temperatura aumenta.

221. PUCRS. Estão corretas apenas as afirmativas

- A) I e III.
- B) I e IV.
- C) II e III.
- D) II e IV.
- E) II, III e IV





222. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Segundo a Teoria Cinética dos Gases, um gás ideal é constituído de um número enorme de moléculas cujas dimensões são desprezíveis, comparadas às distâncias médias entre elas. As moléculas movem-se continuamente em todas as direções e só há interação quando elas colidem entre si. Nesse modelo de gás ideal, as colisões entre as moléculas são, e a energia cinética total das moléculas

- A) elásticas – aumenta
- B) elásticas – permanece constante
- C) elásticas – diminui
- D) inelásticas – aumenta
- E) inelásticas – diminui



223. ULBRA. É comum nos dias de hoje, devido ao aumento da violência em grandes centros urbanos, que as pessoas usem técnicas e dispositivos de defesa. Um desses dispositivos é denominado "Spray de pimenta", que lança um jato de gás contido dentro de um pequeno recipiente metálico, contra o rosto do agressor. Esse gás possui em sua constituição química uma substância chamada *capsicina* (*8-metilvanilil-6-nonenamida*), a qual em contato com as mucosas (vias respiratórias, pele e olhos) **produz uma severa reação inflamatória**. Durante a liberação desse gás, acontece a transformação termodinâmica de _____, e a sua energia interna, _____.

A alternativa que completa corretamente a frase acima é:

- A) Expansão Isotérmica; permanece constante.
- B) Expansão Adiabática; diminui.
- C) Expansão Isobárica; permanece constante.
- D) Expansão Isométrica; aumenta.
- E) Expansão Adiabática; aumenta.



224. ULBRA. Consideremos um motor de um automóvel que possa ser alimentado com gasolina ou etanol, uma máquina que trabalhe no ciclo de Carnot. Sendo as temperaturas extremas ao longo do ciclo desse motor entre 400 K e 2400 K, o seu rendimento teórico seria na faixa de 80 %. Mas sabe-se que, na realidade, devido a vários fatores, o rendimento de motor de um automóvel, independente do modelo, é de aproximadamente 40%. Sendo assim, qual deveria ser a razão entre as temperaturas da fonte quente e da fonte fria para se obter esse rendimento mais real?

- A) 3/5
- B) 5/3
- C) 2
- D) 3
- E) 4



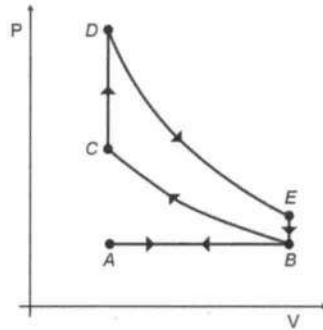


225. ENEM. O motor de combustão interna, utilizado no transporte de pessoas e cargas, é uma máquina térmica cujo ciclo consiste em quatro etapas: admissão, compressão, explosão/expansão e escape. Essas etapas estão representadas no diagrama da pressão em função do volume. Nos motores a gasolina, a mistura ar/combustível entra em combustão por uma centelha elétrica.



Para o motor descrito, em qual ponto do ciclo é produzida a centelha elétrica?

- A) A
- B) B
- C) C
- D) D
- E) E





Aula 31

M.H.S. / Ondas I

PARTE 1

Estudar a Parte 1 – P.172 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 1 se necessário
Fazer a Leitura 3 – P.186
Fazer as questões 226 até 245

PARTE 2

Estudar a Parte 2 – P.175 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 2 se necessário
Fazer a Leitura 1 – P.182
Fazer as questões 254 e 256

PARTE 3

Estudar a Parte 3 – P.177 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 3 se necessário
Fazer a Leitura 2 – P.184
Fazer as questões 247, 248, 250, 252, 253, 255, 259, 263, 267, 268 e 270

PARTE 4

Estudar a Parte 4 – P.179 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 4 se necessário
Analisar os Desafios – P.180
Fazer as questões 246, 249, 251, 257, 258, 260, 261, 262, 264, 265, 266 e 269

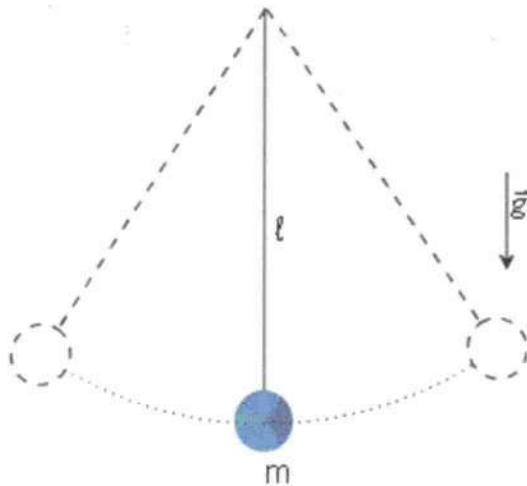


A **trilha de aprendizagem** acima indica ao aluno o **caminho do seu estudo nessa aula**. **Rever a aula e as anotações** inicialmente, antes de seguir para as questões pós-aula, é fundamental para se preparar corretamente em relação as questões que serão resolvidas. **Fazer as leituras do livro e aquelas indicadas após a aula**, bem como **vídeos indicados**, ampliam seu conhecimento sobre o assunto. Apenas **após esses passos** orientamos você a partir para as **questões pós-aula**.

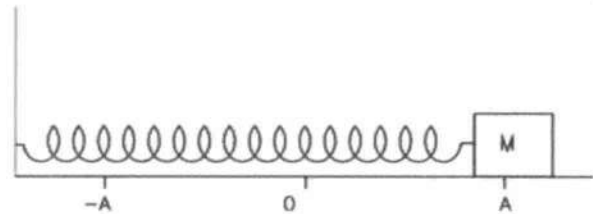


Movimento Harmônico Simples (MHS)

Pêndulo simples



Sistema massa-mola



Elongação (x) : é a posição do oscilador em relação ao ponto O tomado como origem.

Amplitude (A) : é o valor máximo da elongação. Os valores de x (elongação) estão compreendidos entre

$$-A \leq x \leq A$$

AMPLITUDE \Rightarrow ENERGIA

Ciclo: é a oscilação completa (ida e volta).



Período (T): tempo necessário para o móvel efetuar uma oscilação completa. Unidade [S.I.] : *segundo (s)*

$$T = \frac{\Delta t}{n} \rightarrow \text{Tempo dos } n \text{ ciclos}$$

$$\rightarrow \text{Número de ciclos efetuados durante } \Delta t$$

<p>- Pêndulo simples:</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ <p>→ comprimento do pêndulo (m) → aceleração gravitacional (m/s²)</p>	<p>- Sistema massa-mola:</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ <p>→ massa do corpo (kg) → constante elástica da mola (N/m)</p>
---	---

Frequência (f): número de ciclos que o corpo realiza na unidade de tempo. Unidade [S.I.] : *Hertz (Hz)*

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

Relação f e T → $f \propto \frac{1}{T}$ → $f = \frac{1}{T}$ e $T = \frac{1}{f}$

O MHS representado por um MCU.

Suponha um ponto **P** descrevendo uma circunferência com velocidade constante v_c . Observe o ponto **Q** projeção de **P** sobre o diâmetro da circunferência : *enquanto P se move ao longo da circunferência, a sua projeção Q oscila ao longo do diâmetro xx'. Esse movimento oscilatório do ponto Q é denominado MHS.*

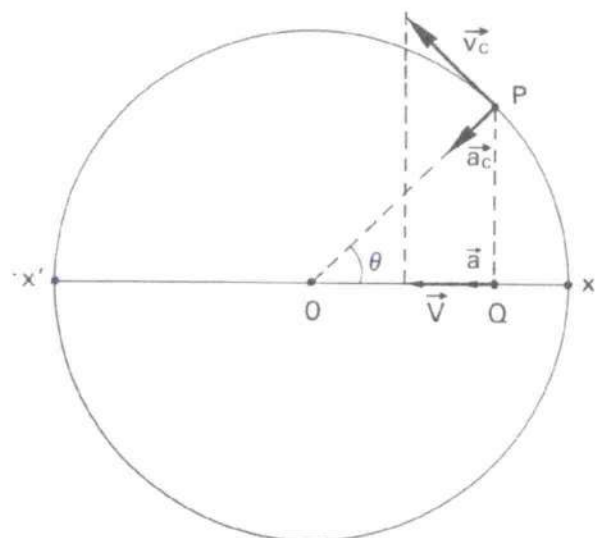
Velocidade angular (ω) : grandeza equivalente à velocidade angular no MCU.

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

Fase (θ) : é o ângulo θ correspondente à posição ou elongação do ponto Q em cada instante. Em particular, no instante $t = 0s$, a fase é denominada fase inicial (θ_0).

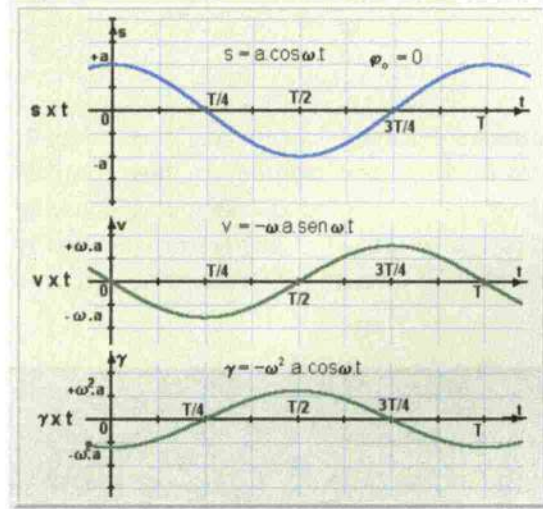
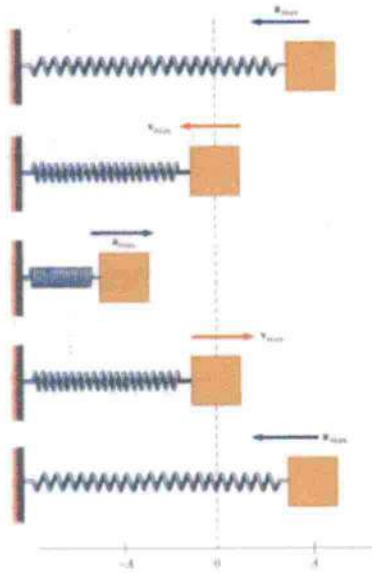
Velocidade (\vec{v}) : é a velocidade do ponto Q em cada instante, projeção da velocidade \vec{v}_c do MCU sobre o diâmetro xx' .

Aceleração (\vec{a}) : é a aceleração do ponto Q em cada instante, projeção da aceleração centrípeta do MCU, \vec{a}_c , sobre o diâmetro xx' .





EXEMPLO



ANOTAÇÕES

A large area with horizontal dashed lines for taking notes.

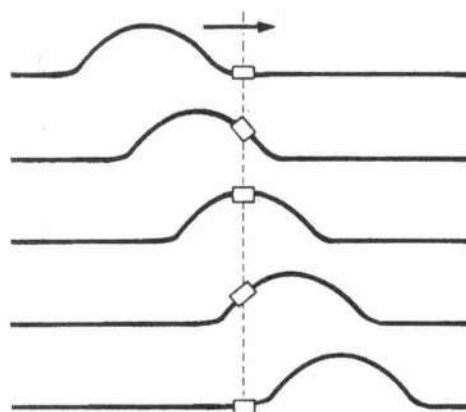
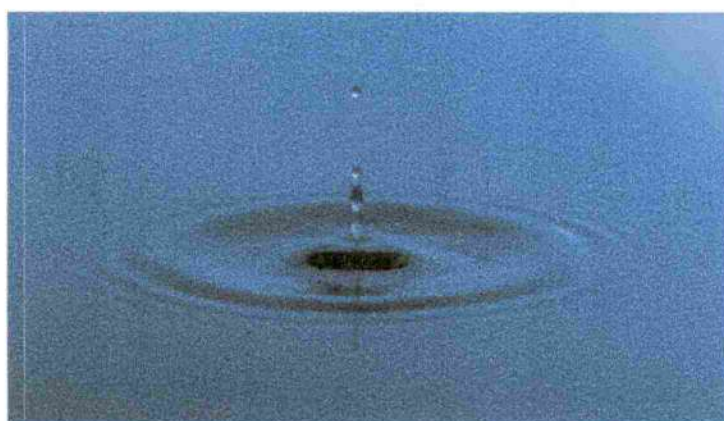


Ondas

DEFINIÇÃO

Uma perturbação é a modificação das propriedades físicas em um ponto ou em uma região de um meio. Considerando este meio homogêneo e isotrópico, macroscopicamente contínuo, dizemos que **onda** é a transferência da **energia** que gerou a perturbação para as regiões vizinhas, no meio considerado.

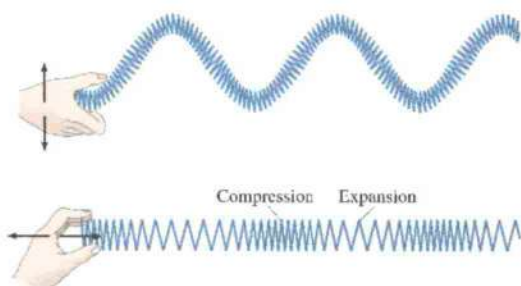
ATENÇÃO! Onda não transporta matéria: no meio em que se propaga, apenas energia.



CLASSIFICAÇÃO

I) Quanto ao número de direções em que a onda se propaga:

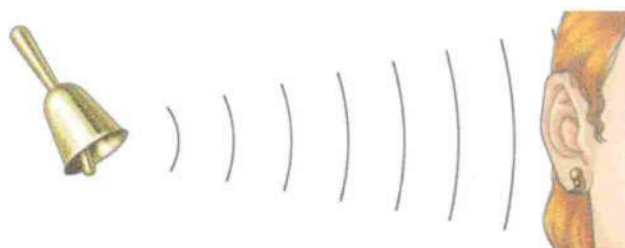
Onda unidimensional - se propaga ao longo de uma única dimensão.



Onda bidimensional - se propaga ao longo de uma superfície, ou seja, em duas dimensões.



Onda tridimensional - se propaga no espaço, nas três dimensões, portanto.

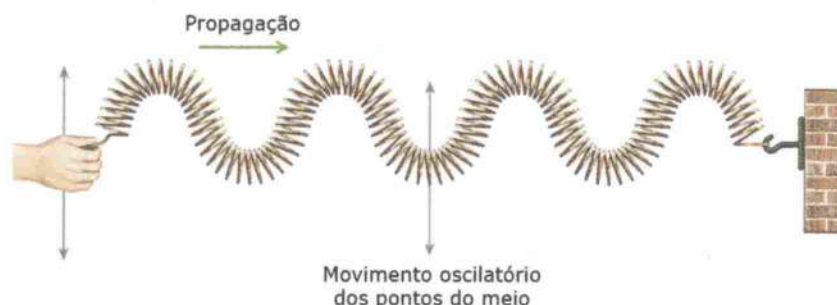




II) Quanto à modalidade de propagação.

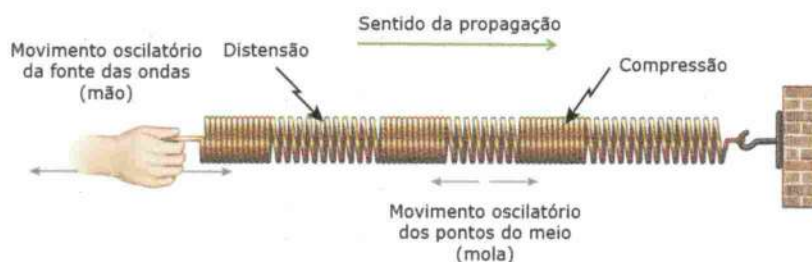
Ondas transversais: a direção da perturbação é perpendicular à direção da propagação.

Exemplos – propagação de um pulso em uma corda ou mola, ondas eletromagnéticas, ...

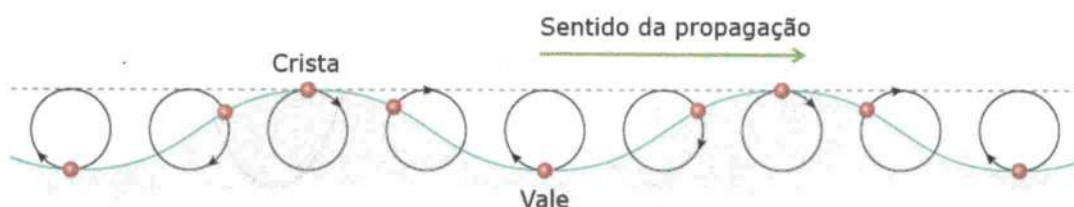


Ondas longitudinais: a direção da perturbação é a mesma da propagação.

Exemplos – onda se propagando em uma mola, onda sonora no ar, ...



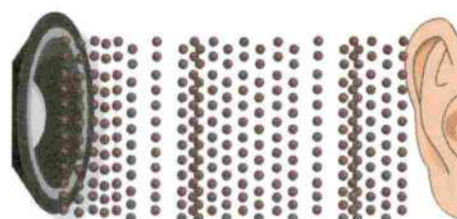
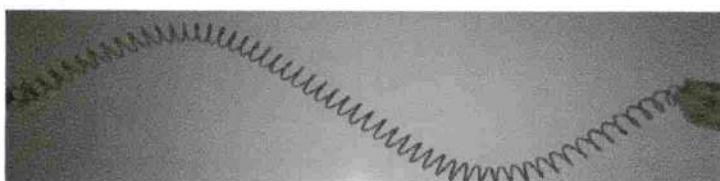
Ondas mistas: são ondas que produzem nos pontos do meio de propagação oscilações simultaneamente transversais e longitudinais. Ondas que se propagam na superfície de águas profundas são mistas



III) Quanto à natureza da perturbação.

Ondas mecânicas: são aquelas que necessitam de um meio material para se propagarem. Produzidas pela deformação de um ponto material.

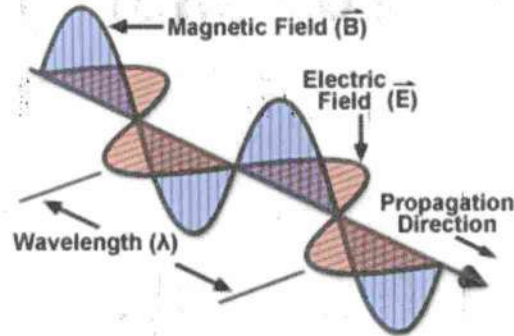
Exemplos – onda na superfície da água, ondas sonoras, ondas em uma corda ou em uma mola, ...





Ondas eletromagnéticas: são aquelas que se propagam tanto em determinados meios materiais quanto no vácuo. A perturbação decorre da variação de velocidade de uma partícula carregada eletricamente.

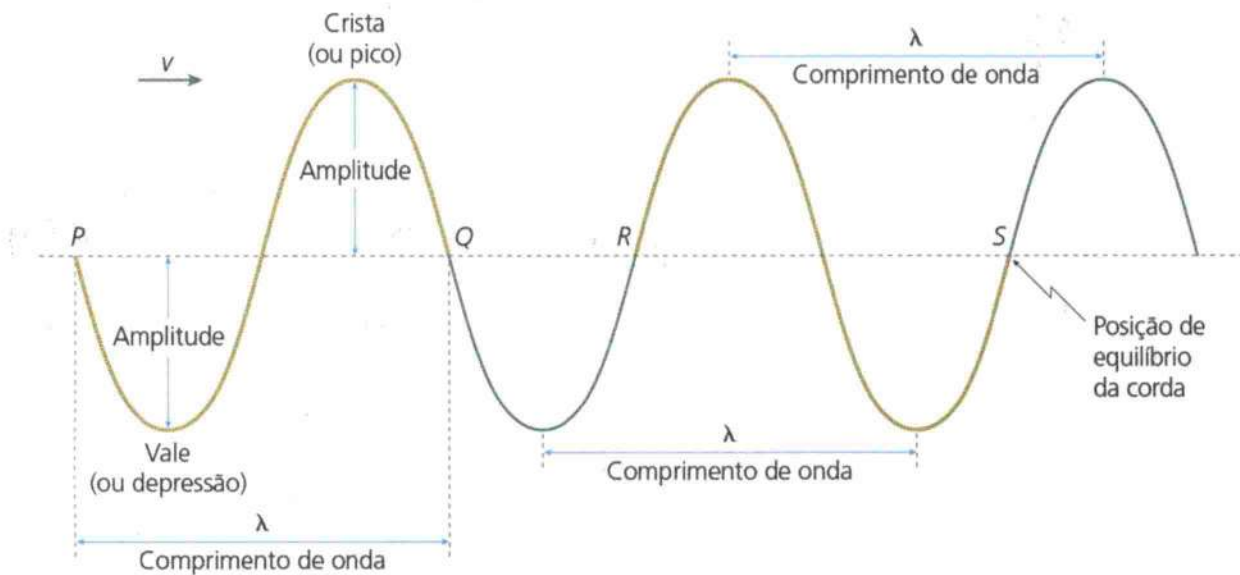
Exemplos – ondas de rádio, luz, microondas, ...



▪ Parte 3

Introdução

ELEMENTOS DE UMA ONDA



Elongação (e) – distância de qualquer ponto da onda ao eixo de propagação.

Amplitude (A) – é a medida da **máxima elongação**. Associada a **energia propagada pela onda** e **definida pela fonte emissora**.

AMPLITUDE → ENERGIA

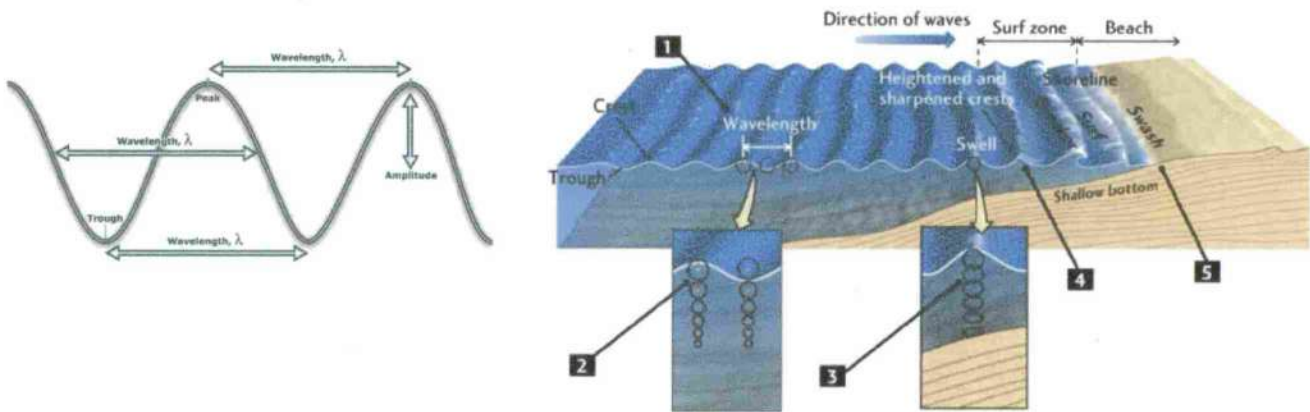


Crista – são os pontos de máxima elongação superior.

Vale (ou depressão) – são os pontos de máxima elongação inferior.

Comprimento de onda (λ) – é a distância entre dois pontos consecutivos em concordância de fase, isto é, pontos com as mesmas características de posição e velocidade.

1 ciclo \rightarrow 1λ



Período (T) – tempo necessário para que um ponto do meio em que a onda se propaga tenha uma vibração completa. **Tempo de avanço de um λ .**

$$T = \frac{\Delta t}{n} \rightarrow \text{tempo dos ciclos} \quad \text{Unidade (S.I.) : segundo (s)}$$

$$\quad \quad \quad \rightarrow n^\circ \text{ de ciclos}$$

Frequência (f) – número de vibrações completas na unidade de tempo. Número de λ que avançam por um ponto na unidade de tempo. É definida pela fonte emissora.

FREQÜÊNCIA \rightarrow FONTE

$$f = \frac{n}{\Delta t} \rightarrow n^\circ \text{ de ciclos} \quad \text{Unidade (S.I.) : ciclos/s = hertz (Hz)}$$

$$\quad \quad \quad \rightarrow \text{tempo dos ciclos}$$

Velocidade de propagação (v) – velocidade com que a onda se propaga no meio. Depende do meio de propagação. Ondas de mesma natureza tem a mesma velocidade de propagação em um mesmo meio.

VELOCIDADE \rightarrow MEIO

$$v = \frac{d}{\Delta t} \rightarrow \text{distância percorrida}$$

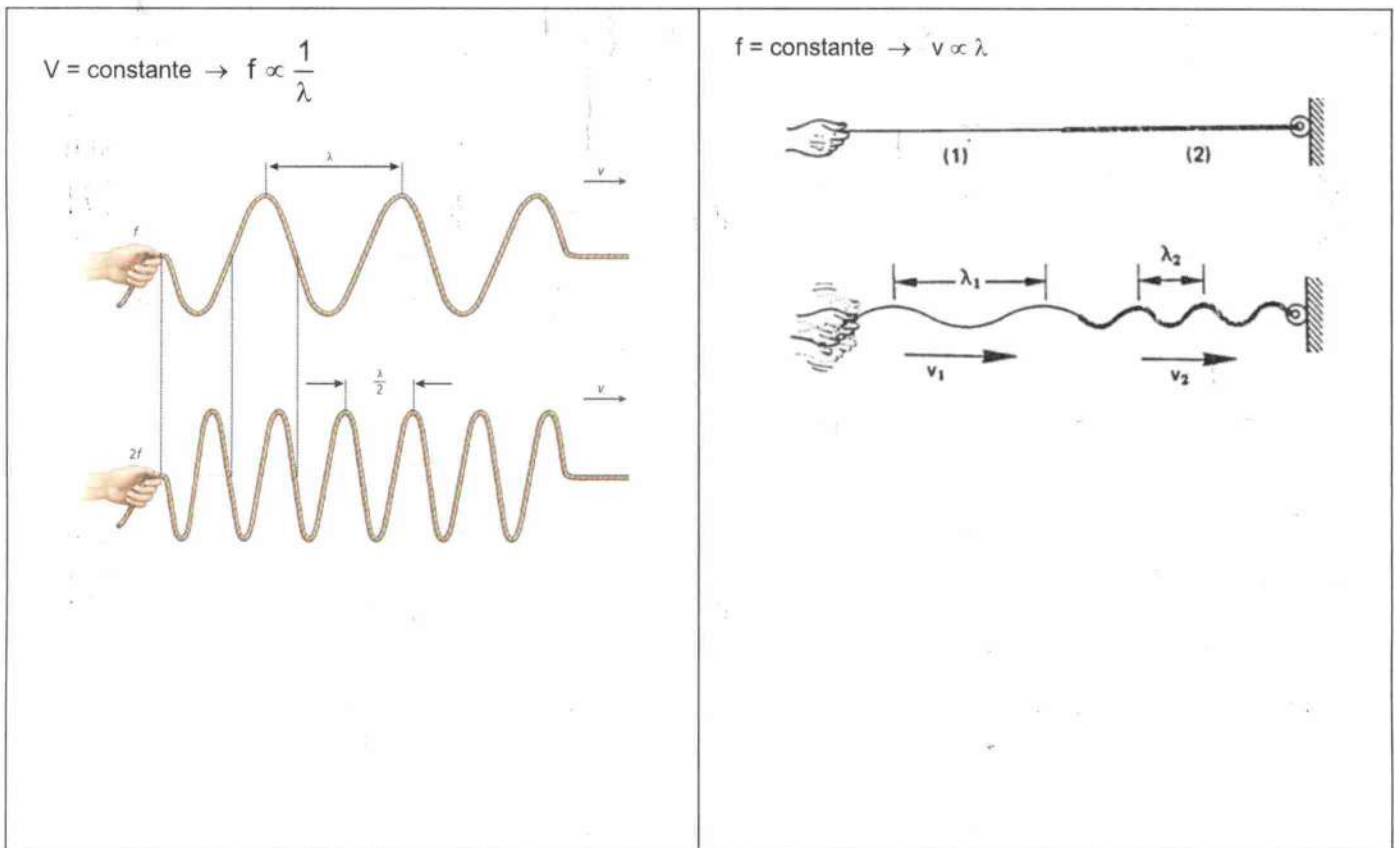
$$\quad \quad \quad \rightarrow \text{intervalo de tempo}$$



EQUAÇÕES

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \lambda \cdot f$$

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



MODELAGEM

ENEM

Em 26 de dezembro de 2004, um *tsunami* devastador, originado a partir de um terremoto na costa da Indonésia, atingiu diversos países da Ásia, matando quase 300 mil pessoas. O grau de devastação deveu-se, em boa parte, ao fato de as ondas de um *tsunami* serem extremamente longas, com comprimento de onda de cerca de 200 km. Isto é muito maior de espessura da lâmina de líquido, d , típica do Oceano Índico, que é de cerca de 4 km. Nessas condições, com boa aproximação, a sua velocidade de propagação torna-se dependente de d , obedecendo à relação $v = (gd)^{1/2}$. Nessa expressão, g é a aceleração da gravidade, que pode ser tomada como 10 m/s^2 .

Sabendo-se que o *tsunami* consiste em uma série de ondas sucessivas, qual é o valor mais próximo do intervalo de tempo entre duas ondas consecutivas?

- A) 1 min
- B) 3,6 min
- C) 17 min
- D) 60 min
- E) 216 min



$$v = \sqrt{(g \cdot d)} = \sqrt{(4000 \cdot 10)} = 200 \text{ m/s}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

$$200 = 200000 \cdot (1/T)$$

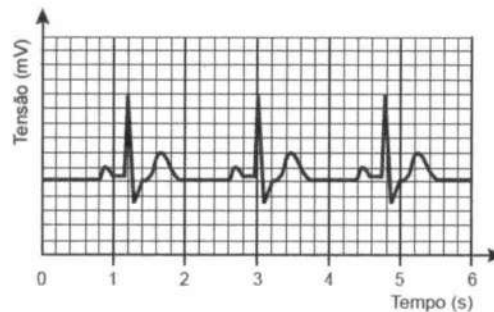
$$T = 1000 \text{ s} \div 60 \cong 17 \text{ min}$$

Resposta: C

DESAFIO

ENEM.

O eletrocardiograma, exame utilizado para avaliar o estado do coração de um paciente, trata-se do registro da atividade elétrica do coração ao longo de um certo intervalo de tempo. A figura representa o eletrocardiograma de um paciente adulto, descansado, não fumante, em um ambiente com temperatura agradável. Nessas condições, é considerado normal um ritmo cardíaco entre 60 e 100 batimentos por minuto.



Com base no eletrocardiograma apresentado, identifica-se que a frequência cardíaca do paciente é:

- A) Normal.
- B) Acima do valor ideal.
- C) Abaixo do valor ideal.
- D) Próxima do limite inferior.
- E) Próxima do limite superior.

Cálculo do período (T)

$$\left. \begin{array}{l} 5 \text{ quadrados} \text{ ————— } 1\text{s} \\ 9 \text{ quadrados} \text{ ————— } T \end{array} \right\} 5 \cdot T = 9 \rightarrow T = 1,8\text{s}$$

$$F = \frac{1}{T} \rightarrow F = \frac{1}{1,8} \text{ Hz} \times 60 \rightarrow F = 33,3 \text{ rpm}$$

Logo, está abaixo do valor ideal.

Resposta: C



ANOTAÇÕES

A large rectangular area with horizontal dashed lines for writing notes.



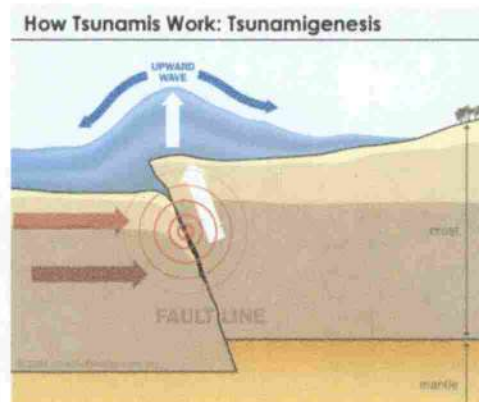
LEITURA 1

Tsunami

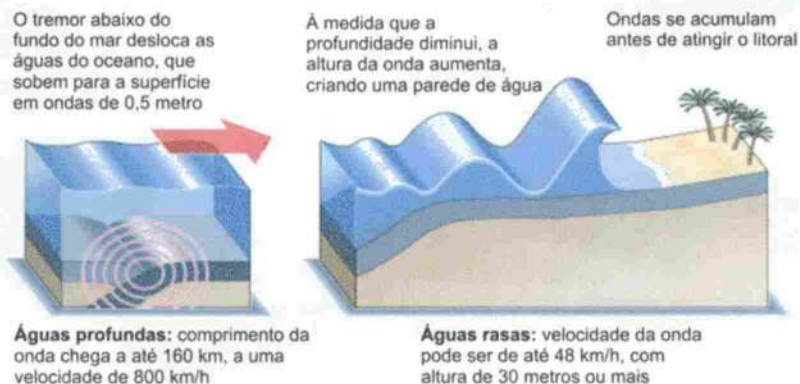
Em japonês, **tsunami** significa literalmente “onda no porto” (tsu = porto, nami = onda), termo que prevaleceu sobre o português como “*maremoto*”. Os tsunamis ou maremotos são grandes movimentações de água do oceano, em geral causadas por terremotos, no entanto, outros fenômenos geológicos podem causar esse processo incluindo erupções vulcânicas, deslizamentos de sedimentos em taludes submarinos, furacões, impactos de meteoritos e asteroides. Essa variedade de processos faz com que eles possam ocorrer em praticamente qualquer região costeira do mundo, até mesmo em lagos.

A diferença de uma onda normal para um maremoto é sua frequência e sua motivação, uma onda normal dura segundos ou minutos e, é motivada pela ação dos ventos sobre a superfície da água, enquanto que uma tsunami pode durar horas ou dias, tendo um alcance e amplitude muito maior, pelos motivos elencados anteriormente e o grande volume de água deslocada.

A causa mais frequente de tsunamis são os terremotos em fundo oceânico, causadas em especial pela movimentação das placas tectônicas, ainda que nem todos os terremotos desse tipo possam causar *tsunamis*. Os principais fatores que contribuem para a formação de grandes tsunamis sismogênicos são em geral causados pelo aumento ou pela baixa repentina da crosta terrestre sob o oceano ou perto dele. Esse movimento das placas tectônicas nas zonas de convergência (regime compressional) faz com que os blocos rochosos se movam uns em relação aos outros ao longo de planos de falhas, que são planos de ruptura e deslocamento (limite das placas). Quando o limite de resistência nos planos de falha é superado, ocorrem os terremotos, acarretando a liberação de energia mecânica acumulada nas placas tectônicas, e resultando nos terremotos.



A energia potencial contida na borda da placa é instantaneamente convertida em energia cinética e transferida para a massa de água do oceano. O deslocamento vertical da água se dissipa na forma de uma onda de pequena amplitude e grande comprimento com alta velocidade. Ao passo que aproxima-se da costa, seu comprimento diminui e sua amplitude aumenta, ou seja, a onda desacelera por causa do atrito com o fundo continental e a massa de água ergue-se (aumento da amplitude), gerando uma “onda” gigante.





Devastação causada pelo tsunami de 2011 em Sendai, Japão.
Foto: U.S. Navy photo [Public domain], via Wikimedia Commons

Por isso, é possível observar que as zonas com maior ameaça de tsunamis são as de instabilidade tectônica, em especial zonas de subducção de placas, ou seja, quando duas placas tectônicas encontram-se (convergência de placas).

Formação dos tsunamis

Quilômetros por hora.

Quando duas placas tectônicas se movem uma em direção à outra, elas podem se chocar e deslocar-se lateralmente. Quando se chocam, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha. Quando se deslocam lateralmente, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha.

Quando duas placas tectônicas se movem uma em direção à outra, elas podem se chocar e deslocar-se lateralmente. Quando se chocam, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha. Quando se deslocam lateralmente, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha.

Quando duas placas tectônicas se movem uma em direção à outra, elas podem se chocar e deslocar-se lateralmente. Quando se chocam, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha. Quando se deslocam lateralmente, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha.



Devastação causada pelo tsunami de 2011 em Sendai, Japão.

Quando duas placas tectônicas se movem uma em direção à outra, elas podem se chocar e deslocar-se lateralmente. Quando se chocam, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha. Quando se deslocam lateralmente, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha.



Quando duas placas tectônicas se movem uma em direção à outra, elas podem se chocar e deslocar-se lateralmente. Quando se chocam, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha. Quando se deslocam lateralmente, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha.

Quando duas placas tectônicas se movem uma em direção à outra, elas podem se chocar e deslocar-se lateralmente. Quando se chocam, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha. Quando se deslocam lateralmente, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha.

Quando duas placas tectônicas se movem uma em direção à outra, elas podem se chocar e deslocar-se lateralmente. Quando se chocam, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha. Quando se deslocam lateralmente, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha.

Quando duas placas tectônicas se movem uma em direção à outra, elas podem se chocar e deslocar-se lateralmente. Quando se chocam, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha. Quando se deslocam lateralmente, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha.

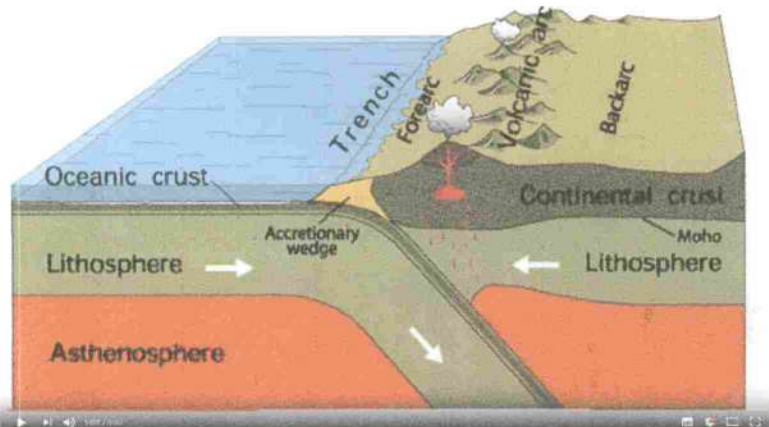
Quando duas placas tectônicas se movem uma em direção à outra, elas podem se chocar e deslocar-se lateralmente. Quando se chocam, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha. Quando se deslocam lateralmente, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha.

Quando duas placas tectônicas se movem uma em direção à outra, elas podem se chocar e deslocar-se lateralmente. Quando se chocam, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha. Quando se deslocam lateralmente, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha.



Quando duas placas tectônicas se movem uma em direção à outra, elas podem se chocar e deslocar-se lateralmente. Quando se chocam, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha. Quando se deslocam lateralmente, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha.

Quando duas placas tectônicas se movem uma em direção à outra, elas podem se chocar e deslocar-se lateralmente. Quando se chocam, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha. Quando se deslocam lateralmente, a placa que está se movendo para cima pode ser empurrada para cima, criando uma falha.





LEITURA 2

Poluição eletromagnética

O boom imobiliário dos últimos anos é prova de que as cidades brasileiras não param de crescer. Segundo o Secovi-SP, ou Sindicato da Habitação, apenas na região da Grande São Paulo foram lançados 67 000 imóveis no ano passado. Com o espaço urbano cada vez mais disputado, é quase inevitável que o morador de uma metrópole viva ou trabalhe próximo a antenas de emissoras de rádio e tv, torres de distribuição de energia elétrica e estações radiobase, nome dado às antenas das operadoras de telefonia móvel



Em torno dessas fontes geradoras de radiofrequência e transmissoras de eletricidade, campos eletromagnéticos atravessam paredes, interferem no funcionamento de equipamentos eletrônicos e, para desespero dos corretores, podem atrapalhar a venda de um imóvel. Mas, afinal, as antenas oferecem risco à população? VEJA consultou especialistas e descobriu que a resposta não é simples. Ao contrário da temida radiação emitida pelos aparelhos de radiografia, que em doses excessivas comprovadamente altera a estrutura das células e pode provocar câncer, as ondas não ionizantes, irradiadas por antenas e linhas de transmissão de energia elétrica, ainda causam controvérsia.

REDES DE ALTA-TENSÃO

O que se diz: o campo eletromagnético proveniente das torres de transmissão de energia seria responsável pelo aumento da incidência de câncer, principalmente de casos de leucemia em crianças. O que dizem os especialistas: em geral, a radiação emitida pelas redes de energia elétrica que cortam as cidades não é perigosa. "São redes de média tensão, que trabalham com menor voltagem e, por isso, geram campos eletromagnéticos menos intensos", explica José Pissolato Filho, coordenador do laboratório de alta-tensão da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Essas linhas são sustentadas por torres de, no máximo, 20 metros de altura. Os estudos que relacionam o risco de câncer com as redes de energia elétrica referem-se às linhas de alta-tensão, que passam por torres de mais de 30 metros de altura e não cruzam as cidades. Em 2005, um estudo inglês concluiu que crianças que vivem num raio de 200 metros dessas redes de alta-tensão têm 70% mais probabilidade de desenvolver leucemia. "Não existem, porém, comprovações científicas de que esses campos eletromagnéticos causem câncer, principalmente quando são respeitadas as áreas de isolamento", diz Pissolato. Pessoas que invadem essa zona de segurança podem perceber a ação das ondas eletromagnéticas sobre o cérebro. "Dependendo da proximidade, as ondas podem interferir na sinapse dos neurônios e afetar o raciocínio e a coordenação motora", diz o neurofisiologista Fernando Pimentel de Souza, professor da Universidade Federal de Minas Gerais





ANTENAS DE TELEFONIA MÓVEL

O que se diz: pessoas que moram ou trabalham perto de antenas de telefonia móvel, as estações radiobase (ERBs), teriam maior propensão a desenvolver tumores malignos. O que dizem os especialistas: a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) regulamenta as estações radiobase segundo orientações da Organização Mundial de Saúde - que, por sua vez, avalia centenas de estudos internacionais sobre seus efeitos nos seres humanos. E as normas adotadas por muitos países, inclusive o Brasil, estabelecem margens de segurança bem folgadas. O problema é que não há consenso entre os cientistas sobre os efeitos da radiação e, conseqüentemente, sobre a forma como são conduzidos os estudos. Uma corrente de pesquisadores acredita que sua característica predominante seja o poder de aquecimento, como acontece no forno de micro-ondas. Outro grupo de cientistas, porém, teme que a alteração térmica seja apenas um dos efeitos dessa radiação. "É preciso levar em conta que a exposição a longo prazo pode provocar danos nos tecidos e quebra da molécula de DNA. Daí a associação com o surgimento de tumores", diz Álvaro Almeida de Salles, professor de engenharia elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pesquisas realizadas na Alemanha e em Israel, ambas divulgadas em 2004, indicaram que morar próximo a uma ERB pode triplicar a probabilidade de desenvolvimento de tumores. Por que alguns cientistas relutam em aceitar esses resultados? "Os estudos epidemiológicos apenas comparam dados estatísticos - de grupos de habitantes expostos com grupos de moradores não expostos a campos eletromagnéticos -, sem apresentar uma relação de causa e efeito. Ou seja, pode haver outras variáveis em jogo", afirma o engenheiro eletrônico José Thomaz Senise, professor e pesquisador do Instituto Mauá de Tecnologia, em São Paulo.



ANTENAS DE TRANSMISSÃO DE RÁDIO E TV

O que se diz: além de interferirem no funcionamento de aparelhos eletrônicos, as ondas de radiofrequência causariam nas pessoas desde dores de cabeça até o risco de desenvolver diversos tipos de câncer o que dizem os especialistas: "Nenhuma pesquisa científica conseguiu comprovar que os campos eletromagnéticos cuja intensidade esteja dentro dos limites de segurança ofereçam riscos à saúde", afirma o professor Luiz Trintinália, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Mesmo assim, o assunto cria polêmica. Há duas semanas, a Suprema Corte italiana determinou que a Rádio Vaticano indenizasse uma pequena cidade nos arredores de Roma sob o argumento de que a radiação emitida por uma das antenas da estação estaria acima dos níveis seguros e seria responsável pelo aumento dos casos de tumores e leucemia em crianças. Os equipamentos eletrônicos, por sua vez, de fato não estão imunes às ondas da radiodifusão. "Mesmo em níveis seguros, a radiação pode interferir no funcionamento dos circuitos elétricos desses produtos", diz Trintinália. A culpa pelo computador que se reinicia sozinho, assim, pode ser do campo eletromagnético - e não da lei de Murphy ou da inaptidão tecnológica do dono. Já os portadores de marca-passos cardíacos estão a salvo. "A interferência nesses aparelhos é muito rara. Em geral, seus circuitos são protegidos da radiofrequência ambiente", explica o cardiologista Carlos Alberto Pastore, do Instituto do Coração, em São Paulo

Fonte: Revista Veja





LEITURA 3

O Pêndulo de Foucault

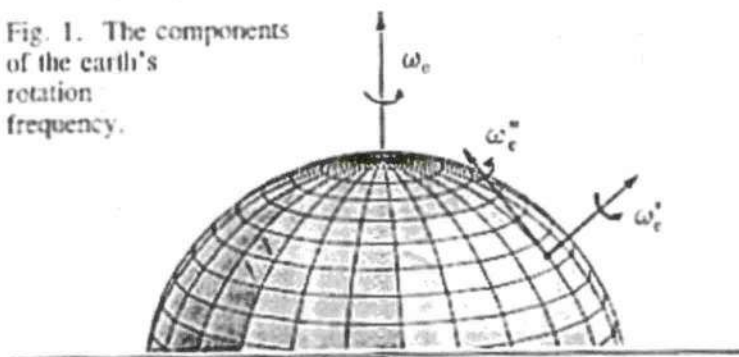
Em 1600, Giordano Bruno foi condenado à fogueira pela Inquisição porque acreditava que a terra se movia em torno do seu eixo e em torno do sol. Trinta e três anos depois, Galileu Galilei só não teve o mesmo destino porque renunciou à sua convicção científica.

A dificuldade em confirmar a rotação da terra reside no fato de que se trata de uma rotação muito lenta (0,0007 rotações por minuto). Em 1851, o astrônomo francês Jean Bernard Leon Foucault realizou uma bela e simples experiência capaz de demonstrar a rotação da terra. Com uma corda de 67 metros, fixa no teto do Panteon de Paris, ele suspendeu uma esfera de ferro de 28 kg e imprimiu-lhe um movimento pendular.



Na sequência, o plano do pêndulo passou a apresentar uma lenta rotação no sentido horário. Este movimento foi facilmente explicado a partir da suposição de que a terra gira em torno de seu eixo.

Fig. 1. The components of the earth's rotation frequency.



Este experimento ficou mais conhecido pelo nome do dispositivo usado, isto é, pelo pêndulo de Foucault, tendo sido considerado, pelos leitores da revista *Physics World*, o décimo mais belo experimento da física.





QUESTÕES PÓS-AULA

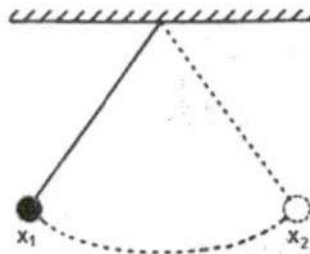
As **questões pós-aula** têm a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a “obrigação” de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

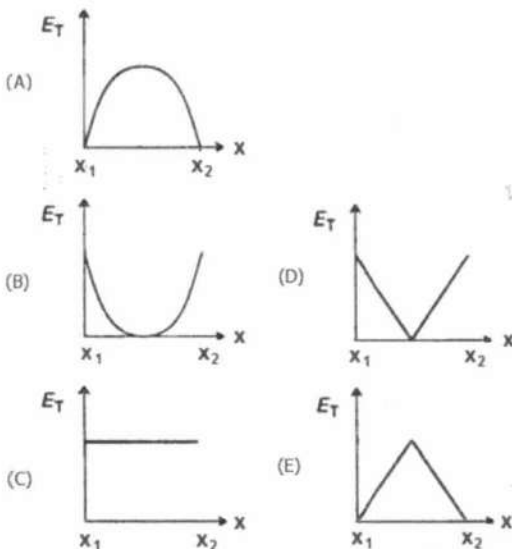
Fica a dica: se algum dia um “tema de casa” tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

226. UFRGS. A figura abaixo representa o movimento de um pêndulo que oscila sem atrito entre os pontos x_1 e x_2 .



Qual dos seguintes gráficos melhor representa a energia mecânica total do pêndulo – E_T – em função de sua posição horizontal?



227. UFRGS. Um determinado pêndulo simples oscila com pequena amplitude em um dado local da superfície terrestre, e seu período de oscilação é de 8s. Reduzindo-se o comprimento desse pêndulo para $1/4$ do comprimento original, sem alterar sua localização, é correto afirmar que sua frequência, em Hz, será de



- A) 2.
- B) $1/2$.
- C) $1/4$.
- D) $1/8$.
- E) $1/16$.



228. UFRGS. Em cada período de oscilação de um pêndulo simples, a energia cinética desse pêndulo é máxima vez(es) e nula vez(es). Assinale a alternativa que preenche de forma correta as duas lacunas, respectivamente.



- A) uma - uma
- B) uma - duas
- C) duas - uma
- D) duas - duas
- E) duas - três

229. UFRGS. Um pêndulo foi construído com um fio leve inextensível com 1,6 m de comprimento; uma das extremidades do fio foi fixada e na outra pendurou-se uma pequena esfera de chumbo cuja massa é de 60 g. Esse pêndulo foi colocado a oscilar no ar, com amplitude inicial de 12 cm. A frequência medida para esse pêndulo foi aproximadamente 0,39Hz. Suponha agora que se possa variar a massa (M), a amplitude (A) e o comprimento do fio (L). Qual das seguintes combinações dessas três grandezas permite, aproximadamente, a duplicação da frequência?

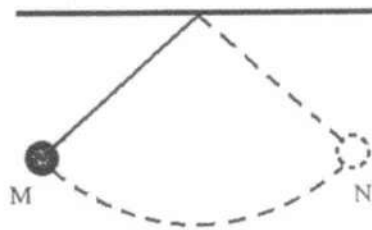


- A) $L = 6,4 \text{ m}$; $A = 12 \text{ cm}$; $M = 60 \text{ g}$
- B) $L = 1,6 \text{ m}$; $A = 6 \text{ cm}$; $M = 60 \text{ g}$
- C) $L = 0,4 \text{ m}$; $A = 6 \text{ cm}$; $M = 30 \text{ g}$
- D) $L = 0,8 \text{ m}$; $A = 12 \text{ cm}$; $M = 60 \text{ g}$
- E) $L = 1,6 \text{ m}$; $A = 12 \text{ cm}$; $M = 15 \text{ g}$

230. UFRGS. A abaixo representa um pêndulo que oscila livremente entre as posições extremas M e N. Cinco segundos após ter sido largado da posição M, o pêndulo atinge a posição N pela terceira vez. Qual é a frequência do movimento realizado pelo pêndulo?



- A) 0,2 Hz
- B) 0,4 Hz
- C) 0,5 Hz
- D) 1,0 Hz
- E) 2,0 Hz



231. UFRGS. A figura abaixo representa uma roda, provida de uma manivela, que gira em torno de um eixo horizontal, com velocidade angular ω constante. Iluminando-se a roda com feixes paralelos de luz, sua sombra é projetada sobre uma tela suspensa verticalmente. O movimento do ponto A' da sombra é o resultado da projeção, sobre a tela, do movimento do ponto A da manivela. A respeito dessa situação, considere as seguintes afirmações.

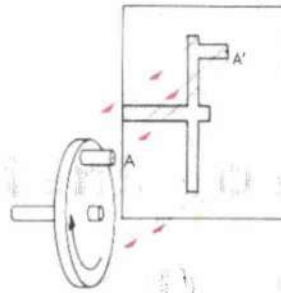




I - O movimento do ponto A é um movimento circular uniforme com período igual a $2\pi/\omega$.

II - O movimento do ponto A' é um movimento harmônico simples com período igual a $2\pi/\omega$.

III - O movimento do ponto A' é uma sequência de movimentos retilíneos uniformes com período igual a π/ω .



Quais estão corretas?

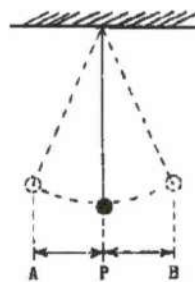
- A) Apenas I
- B) Apenas II
- C) Apenas III
- D) Apenas I e II
- E) Apenas I e III

232. PUCRS. A figura abaixo representa um pêndulo simples em movimento oscilatório. Sobre ele são feitas três afirmativas.

- I - A distância PB chama-se amplitude.
- II - A frequência de oscilação depende do comprimento do pêndulo.
- III - A velocidade é mínima ao passar no ponto P.

Conclui-se que é correta

- A) apenas a afirmativa I.
- B) apenas a afirmativa II.
- C) apenas a afirmativa III.
- D) a afirmativa I e a II.
- E) a afirmativa II e a III.



233. ENEM. Durante uma aula experimental de física, os estudantes construíram um sistema ressonante com pêndulos simples. As características de cada pêndulo são apresentadas no quadro. Inicialmente, os estudantes colocaram apenas o pêndulo A para oscilar.

Pêndulo	Massa	Comprimento do barbante
A	M	L
1	M	L
2	$\frac{M}{2}$	$2L$
3	$2M$	$\frac{L}{2}$
4	$\frac{M}{2}$	$\frac{L}{2}$
5	$2M$	L

Quais pêndulos, além desse, passaram também a oscilar?

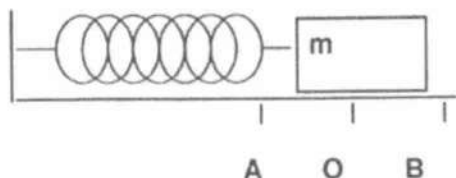




- A) 1, 2, 3, 4 e 5.
- B) 1, 2 e 3.
- C) 1 e 4.
- D) 1 e 5.
- E) 3 e 4.

INSTRUÇÃO: Responder às questões 234 e 235 com base na figura e nas informações abaixo.

Um corpo de massa m , em repouso, preso em mola perfeitamente elástica, executa movimento oscilatório horizontal entre dois extremos A e B.



234. PUCRS. Supondo-se desprezível a força de atrito entre o corpo e a mesa, a aceleração do corpo, em módulo, é máxima em _____, e a velocidade, em módulo, é máxima em _____.

- A) A e B O
- B) A e O O
- C) B e O A e B
- D) O A e O
- E) O A e B



235. PUCRS. O período desse movimento depende

- A) da massa, da constante elástica e da amplitude.
- B) somente da massa e da constante elástica.
- C) somente da amplitude OB.
- D) somente da massa m .
- E) somente da constante elástica da mola.



236. UCPEL. Um oscilador harmônico simples, do tipo massa-mola, em que não há qualquer perda de energia, é composto por uma objeto de 5 kg conectado a uma mola, cuja constante elástica é igual a 5 N/m. Assinale a opção correta em relação a esse oscilador.

- A) A aceleração do objeto é constante e igual a 1 m/s^2 .
- B) Esse oscilador se mantém sempre com a mesma amplitude e a soma das energias potencial e cinética, em qualquer instante, é sempre igual à energia mecânica total.
- C) Ainda que não haja perda de energia, a soma das energias cinética e potencial nem sempre será igual à energia mecânica, pois essa varia com o tempo.
- D) A energia mecânica independe da amplitude do movimento.
- E) O período desse oscilador é de 2,5 s.





237. UPF. Um pêndulo simples, de comprimento de 100 cm, executa uma oscilação completa em 6s, num determinado local. Para que esse mesmo pêndulo, no mesmo local, execute uma oscilação completa em 3s, seu comprimento deverá ser alterado para:

- A) 200 cm.
- B) 150 cm.
- C) 75 cm.
- D) 50 cm.
- E) 25 cm.



238. UCPEL. Um bloco na ponta de uma mola é puxado para a posição $x = A$ e solto. Em uma oscilação completa desse movimento, a distância total percorrida pelo bloco é igual a

- A) $2A$
- B) $4A$
- C) A
- D) $A/2$
- E) $A/4$



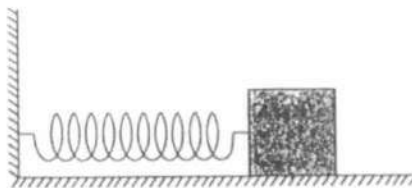
239. UCPEL. Um pêndulo simples A, de comprimento L , está colocado em um lugar onde a aceleração da gravidade é g , enquanto que um outro B, de comprimento $3L$, encontra-se em outro lugar de aceleração gravitacional $g/6$. Ao executarem pequena oscilação, a frequência de

- A) A é igual a de B.
- B) A é $1/6$ da frequência de B.
- C) B é o triplo da frequência de A.
- D) B é igual a $3\sqrt{2}$ vezes a frequência de A.
- E) A é igual a $3\sqrt{2}$ vezes a frequência de B.



Este enunciado refere-se às questões **240** e **241**.

Um ponto material, de massa $m = 0,1$ kg, oscila em torno da posição O, animado de MHS (movimento harmônico simples), na ausência de forças dissipativas.



A mola tem constante elástica $k = 40$ N/m. A energia mecânica total do sistema é de 0,2 joule.

240. A amplitude da oscilação é

- A) 0,1 m
- B) 0,2 m
- C) 0,4 m
- D) 0,8 m
- E) 1,2 m





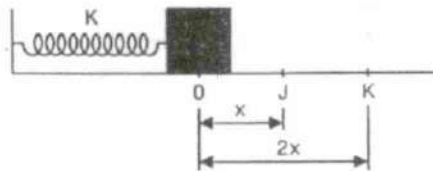
241. O valor máximo da velocidade do ponto material, em módulo, é

- A) 1 m/s
- B) 2 m/s
- C) 4 m/s
- D) 8 m/s
- E) 1,2 m/s



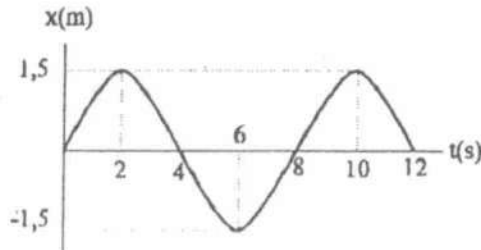
242. Um bloco de massa m , preso à extremidade de uma mola, está em equilíbrio no ponto O e sobre uma superfície sem atrito. Puxando-se o bloco até o ponto J, o período de oscilação será de 4 segundos. Assim, se puxarmos o bloco até o ponto K, o período de oscilação será, em segundos, igual a

- A) 16
- B) 8
- C) 4
- D) 2
- E) 1

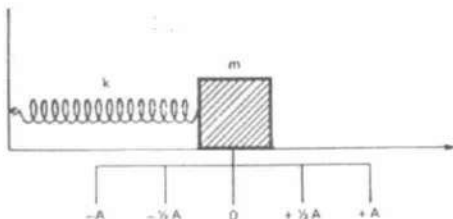


243. A figura abaixo mostra o gráfico da posição em função do tempo para um corpo em movimento. A frequência deste movimento é

- A) 1/8 Hz
- B) 1/4 Hz
- C) 4 Hz
- D) 8 Hz
- E) 12 Hz



244. A figura abaixo mostra um sistema ideal massa-mola, apoiado sobre uma superfície horizontal sem atrito. O corpo de massa m é deslocado desde a posição de equilíbrio (posição O) até a posição $(-A)$ e, em seguida, abandonado.



Julgue os itens abaixo, indicando as afirmações verdadeiras e falsas:

- A) A energia mecânica do corpo no ponto $(+A)$ é maior que a energia no ponto $(-A)$.
- B) A energia mecânica do corpo no ponto $(+\frac{1}{2}A)$ é 50% potencial e 50% cinética.



- C) A energia mecânica do corpo, ao passar pela posição de equilíbrio, é menor que a energia no ponto (+ A) ou (- A).
- D) A energia cinética do corpo no ponto $\left(-\frac{1}{2}A\right)$ é menor que a energia cinética no ponto $\left(+\frac{1}{2}A\right)$.
- E) A energia mecânica do corpo nos pontos (+ A) e (- A) é exclusivamente potencial.
- F) A energia mecânica do corpo, ao passar pela posição de equilíbrio, é exclusivamente cinética.

245. Um corpo está dotado de MHS, oscilando entre os pontos de abscissas -10 cm e +10 cm. Tomando como nível zero de energia potencial o ponto de abscissa zero, indique em que pontos é a energia do sistema constituída de duas partes iguais, uma cinética e outra potencial.



- A) +10 cm e -10 cm
- B) $+5\sqrt{2}$ cm e $-5\sqrt{2}$ cm
- C) +5 cm e -5 cm
- D) $\frac{+5\sqrt{2}}{2}$ cm e $\frac{-5\sqrt{2}}{2}$ cm
- E) $+5\sqrt{3}$ cm e $-5\sqrt{3}$ cm

246. ENEM. Na câmara de cozimento de um forno de micro-ondas, a flutuação do campo elétrico é adequada para o aquecimento da água. Esse tipo de forno utiliza micro-ondas com frequência de 2,45 GHz para alterar a orientação das moléculas de água bilhões de vezes a cada segundo. Essa foi a frequência escolhida, porque ela não é usada em comunicações e também porque dá às moléculas de água o tempo necessário para completar uma rotação. Dessa forma, um forno de micro-ondas funciona através do processo de ressonância, transferindo energia para os alimentos. Sabendo que a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no meio é de cerca de 3×10^8 m/s, qual é, aproximadamente, o comprimento de onda da micro-onda presente no forno, em cm?

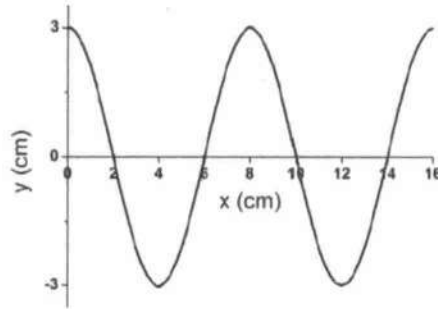


- A) 0,12
- B) 1,22
- C) 8,17
- D) 12,2
- E) 817



Instrução: Responder as questões 247 e 248 com base nas informações a seguir.

Uma onda transversal propaga-se com velocidade de 12 m/s numa corda tensionada. O gráfico abaixo representa a configuração desta onda na corda, num dado instante de tempo.



247. UFRGS. O comprimento de onda e a amplitude desta onda transversal são, respectivamente,

- A) 4 cm e 3 cm.
- B) 4 cm e 6 cm.
- C) 6 cm e 3 cm.
- D) 8 cm e 3 cm.
- E) 8 cm e 6 cm.



248. UFRGS. A frequência da onda, em Hz, é igual a

- A) 2/3.
- B) 3/2.
- C) 200/3.
- D) 96.
- E) 150.

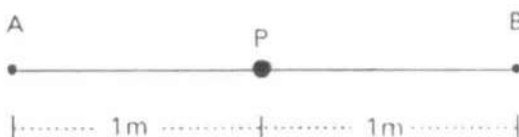


249. UFRGS. Circuitos elétricos especiais provocam oscilações de elétrons em antenas emisoras de estações de rádio. Esses elétrons acelerados emitem ondas de rádio que, através de modulação controlada da amplitude ou da frequência, transportam informações. Qual é, aproximadamente, o comprimento de onda das ondas emitidas pela estação de rádio da UFRGS, que opera na frequência de 1080 kHz? (Considere a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas na atmosfera igual a 3×10^8 m/s.)

- A) $3,6 \times 10^{-6}$ m.
- B) $3,6 \times 10^{-3}$ m.
- C) $2,8 \times 10^2$ m.
- D) $2,8 \times 10^5$ m.
- E) $2,8 \times 10^8$ m.



250. UFRGS. A figura mostra uma partícula P de um determinado meio elástico, inicialmente em repouso. A partir de um determinado instante, ela é atingida por uma onda mecânica longitudinal que se propaga nesse meio; a partícula passa então a se deslocar, indo até o ponto A, depois indo até o ponto B e finalmente retornando à posição original. O tempo gasto para todo esse movimento foi de 2 s.





Quais são, respectivamente, os valores da frequência e da amplitude da onda?

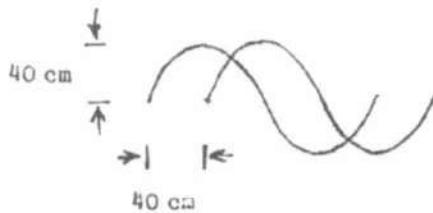
- A) 2 Hz e 1 m
- B) 2 Hz e 0,5 m
- C) 0,5 Hz e 0,5 m
- D) 0,5 Hz e 1 m
- E) 0,5 Hz e 4 m

251. PUCRS. Um estudante de Física encontra-se num barco ancorado num lago de águas calmas. Repentinamente, começa a soprar uma brisa leve, que gera pequenas ondulações na superfície da água, fazendo oscilar uma folha que flutua nas proximidades do barco. Observando essas ondulações e o movimento da folha, o estudante estima que a distância entre duas cristas de onda sucessivas é aproximadamente 40cm e que passam pela folha 30 cristas por minuto. De acordo com essas informações, a frequência, o comprimento de onda e a velocidade de propagação das ondas são, respectivamente,



- | | | |
|-----------|-------|---------|
| A) 0,50Hz | 0,40m | 0,20m/s |
| B) 0,50Hz | 0,40m | 2,0m/s |
| C) 2,0Hz | 0,20m | 2,0m/s |
| D) 2,0Hz | 0,80m | 0,20m/s |
| E) 30Hz | 0,80m | 8,0m/s |

Instruções: As questões **252** e **253** referem-se à figura abaixo, em que são mostrados dois instantâneos de uma onda progressiva numa corda, tomados com intervalos de tempo de 0,001 s.



252. PUCRS. A velocidade de propagação da onda, em m/s, vale

- A) $4,0 \cdot 10^{-2}$
- B) $4,0 \cdot 10^{-1}$
- C) $4,0 \cdot 10^0$
- D) $4,0 \cdot 10^1$
- E) $4,0 \cdot 10^2$



253. PUCRS. A amplitude da onda, em cm, vale

- A) $4,0 \cdot 10^{-2}$
- B) $4,0 \cdot 10^{-1}$
- C) $4,0 \cdot 10^0$
- D) $4,0 \cdot 10^1$
- E) $4,0 \cdot 10^2$





254. UCPEL. Considere as afirmativas abaixo.

- I. Um campo magnético é consequência de cargas magnéticas em movimento.
- II. Uma carga elétrica em movimento pode ter a direção de sua velocidade modificada ao entrar em uma região, onde existe um campo magnético.
- III. Uma onda eletromagnética somente se propaga no vácuo.
- IV. Para uma onda eletromagnética, quanto maior o comprimento de onda, maior a sua frequência; entretanto, para uma onda mecânica, como o som, o aumento do comprimento de onda corresponde a uma diminuição da frequência.
- V. A velocidade do som depende do meio de propagação, sendo menor no ar que na água.
- VI. A força elétrica entre duas cargas aumenta proporcionalmente com o quadrado da distância entre elas.

Assinale a opção que contém somente as afirmativas corretas.

- A) II – V
B) IV – VI
C) I – III
D) III – IV
E) I – II



255. ENEM. Um professor percebeu que seu apontador a *laser*, de luz monocromática, estava com o brilho pouco intenso. Ele trocou as baterias do apontador e notou que a intensidade luminosa aumentou sem que a cor do *laser* se alterasse. Sabe-se que a luz é uma onda eletromagnética e apresenta propriedades como amplitude, comprimento de onda, fase, frequência e velocidade. Dentre as propriedades de ondas citadas, aquela associada ao aumento do brilho do *laser* é o(a)

- A) amplitude.
B) frequência.
C) fase da onda.
D) velocidade da onda.
E) comprimento de onda.



256. UCPEL. Em 2016, na cidade do Rio de Janeiro, foi realizada a olimpíada no Brasil. Estima-se que a cerimônia de abertura dos XXXI Jogos Olímpicos de Verão, no estádio do Maracanã, foi assistida ao vivo pela televisão por mais de 4 bilhões de pessoas em todo mundo. Considerando seus conhecimentos em física, assinale a alternativa correta.





A) Devido à tecnologia digital, que transforma a velocidade de propagação da onda eletromagnética em um valor infinito, não existe defasagem entre a transmissão e a recepção da imagem. Dessa forma, o que assistimos na televisão está acontecendo ao mesmo tempo no estádio.

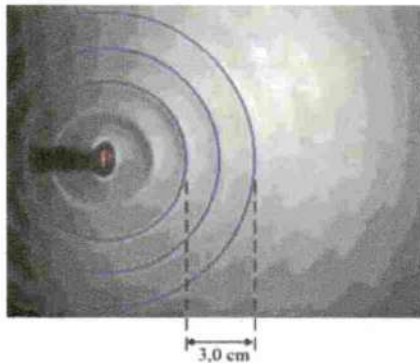
B) Embora a cobertura dos jogos esteja sendo feita em tempo real pelas emissoras, o que assistimos na televisão em certo instante já aconteceu e faz parte do passado para quem está presente no estádio, uma vez que o módulo da velocidade de propagação de uma onda eletromagnética no ar e no vácuo é de alta magnitude, porém finita.

C) A cobertura dos jogos é feita em tempo real pelas emissoras e tanto quem está no estádio, assistindo ao vivo, quanto quem assiste pela televisão, em casa, observa as mesmas imagens ao mesmo tempo, devido ao fato de que a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética no ar e no vácuo ser infinita.

D) A tecnologia digital, não transforma a velocidade de propagação da onda eletromagnética em um valor infinito, mas eleva este valor de tal maneira que não existe defasagem entre a transmissão e a recepção da imagem. Dessa forma, o que assistimos na televisão está acontecendo ao mesmo tempo no estádio.

E) Embora a velocidade de uma onda eletromagnética no ar e no vácuo seja finita, o que assistimos na televisão, em certo instante de tempo, é o que o espectador presente no estádio assiste no mesmo instante de tempo.

257. A imagem, obtida em um laboratório didático, representa ondas circulares produzidas na superfície da água em uma cuba de ondas e, em destaque, três cristas dessas ondas. O centro gerador das ondas é o ponto P, perturbado periodicamente por uma haste vibratória.



Considerando as informações da figura e sabendo que a velocidade de propagação dessas ondas na superfície da água é $13,5 \text{ cm/s}$, é correto afirmar que o número de vezes que a haste toca a superfície da água, a cada segundo, é igual a

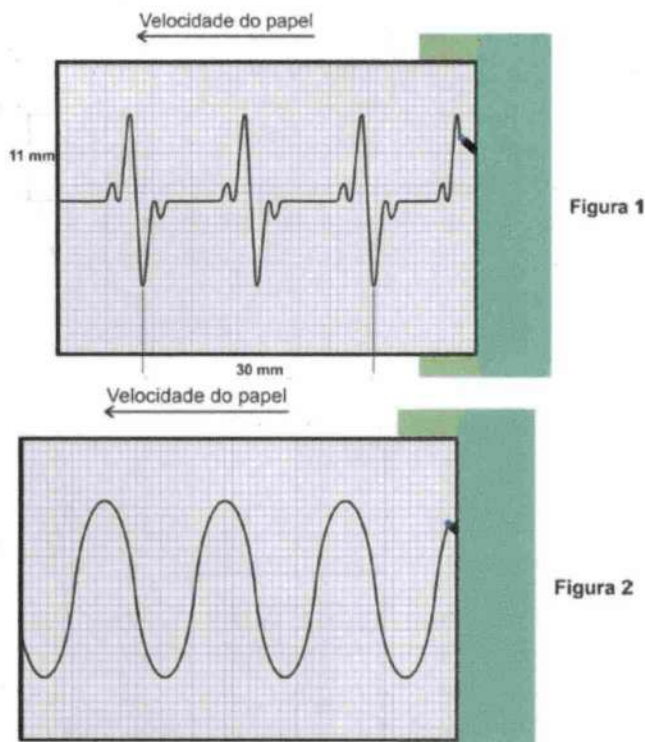
- A) 4,5.
- B) 3,0.
- C) 1,5.
- D) 9,0.
- E) 13,5.



258. UFSC. O papel no qual se marca a atividade elétrica do coração ou eletrocardiograma (ECG) é um papel milimetrado, onde cada quadrado pequeno mede 1 mm, que se movimenta sob uma ponteira que registra a atividade do coração. De modo geral, o eixo vertical mede o valor da diferença de potencial, em mV, onde 10 mm de altura é igual a 1 mV e o eixo horizontal mede o tempo, em segundos, onde 1 mm horizontal equivale a 0,04 s.

Disponível em: <http://pt.my-ekg.com/generalidades-ecg/papel-ecg.html>.
[Adaptado]. Acesso em: 28 mar. 2019.

Um professor de Física utilizou um exame de eletrocardiograma modelizado (figura 2) para fazer afirmações a seus alunos. Sua modelização manteve as distâncias entre duas cristas consecutivas do eletrocardiograma original (figura 1) de um paciente em repouso, de tal forma que a frequência da onda modelizada equivale, aproximadamente, à frequência cardíaca do coração do paciente, conforme mostrado abaixo.



Com base no exposto acima e nas figuras 1 e 2, é correto afirmar que:

- 01. a velocidade do papel milimetrado é de 15 mm/s.
- 02. a amplitude da onda do eletrocardiograma modelizado é de 22 mm.
- 04. a frequência cardíaca do paciente, com base no eletrocardiograma modelizado, é de 100 batimentos por minuto.
- 08. se o paciente estivesse correndo, o comprimento de onda do eletrocardiograma modelizado seria maior.
- 16. o comprimento de onda do eletrocardiograma modelizado é de 15×10^{-3} m.
- 32. o período da onda do eletrocardiograma modelizado é 0,04 s.



259. ENEM. Ao sintonizar uma estação de rádio AM, o ouvinte está selecionando apenas uma dentre as inúmeras ondas que chegam à antena receptora do aparelho. Essa seleção acontece em razão da ressonância do circuito receptor com a onda que se propaga.

O fenômeno físico abordado no texto é dependente de qual característica da onda?

- A) Amplitude.
- B) Polarização.
- C) Frequência.
- D) Intensidade.
- E) Velocidade.



260. No forno de micro-ondas, há uma válvula ou gerador chamado de magnetron, que trabalha convertendo a energia elétrica em micro-ondas, as quais se propagam no vácuo com velocidade de aproximadamente $3,0 \times 10^5$ km/s. Elas, por sua vez, vibram e “batem” nas estruturas cerca de 2.400 milhões de vezes por segundo, gerando atrito. Essa agitação provoca o aquecimento que cozinha os alimentos, mas também faz com que se quebrem as moléculas presentes nos alimentos, modificando a estrutura dos nutrientes. O valor que mais se aproxima do comprimento de onda das micro-ondas, medido em centímetro, é:

- A) 0,01
- B) 0,10
- C) 1,00
- D) 10,00
- E) 100,00



261. ACAFE. Muitos alarmes hoje em dia utilizam sensores de presença para seu acionamento. Os sensores, por sua vez, podem funcionar de duas maneiras diferentes: por movimento ou temperatura. Os sensores infravermelhos passivos (de temperatura) captam a variação térmica e são calibrados de acordo com a temperatura do corpo humano. Assim, caso alguém entre no ambiente, provocando uma mudança repentina na radiação infravermelha ($\lambda \cong 10^{-4}\text{m}$), o alarme será automaticamente acionado. Os sensores com emissores de micro-ondas ($\lambda \cong 10^{-2}\text{m}$) captam os movimentos e acionam os alarmes quando movimentações estranhas ameaçam a casa.

Vale ressaltar que existem sensores de presença que aliam as duas tecnologias.

Considerando o índice de refração do ar igual a 1, assinale a alternativa **correta** sobre as duas radiações (infravermelha e micro-ondas) mencionadas no enunciado.

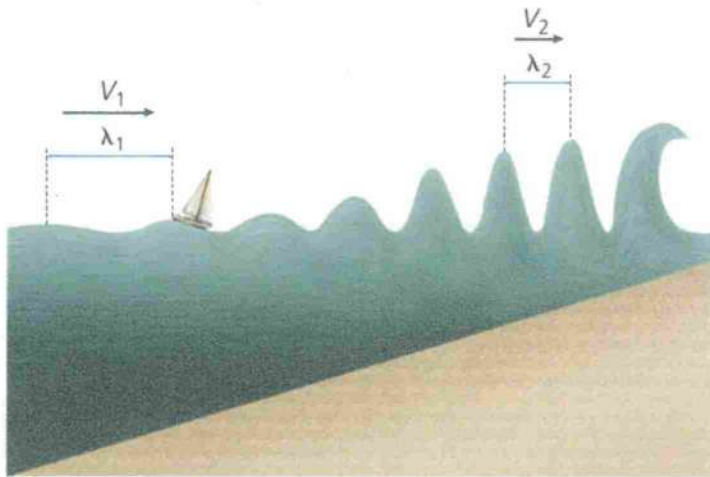
- A) As duas ondas possuem velocidades diferentes no ar, porém, seus comprimentos de onda são iguais.
- B) As duas são ondas eletromagnéticas, porém, a radiação infravermelha é transversal e a radiação de microondas é longitudinal.





- C) As duas ondas podem se propagar no vácuo, porém, a radiação de micro-ondas possui maior frequência que a radiação infravermelha.
- D) As duas ondas são transversais, porém, a radiação infravermelha possui maior energia do que a radiação de microondas.

262. No dia 11 de março de 2011, um forte terremoto, ocorrido próximo à costa nordeste do Japão, gerou um tsunami de aproximadamente dez metros de altura, que varreu a costa do país e provocou grande destruição. Em alto-mar, como o tsunami apresenta grande velocidade e grande comprimento de onda, sua amplitude pode não passar de um metro, e ele pode nem ser percebido pelas embarcações que são atingidas por ele. À medida que o tsunami se aproxima da costa e as águas se tornam rasas, a onda é comprimida, sua velocidade e seu comprimento de onda diminuem drasticamente e sua amplitude cresce significativamente, podendo provocar efeitos catastróficos.



Considere que, em alto-mar, um tsunami com comprimento de onda de 200 km e velocidade de propagação de 800 km/h tenha passado por uma embarcação, fazendo-a oscilar verticalmente. O intervalo de tempo, em minuto, para que a embarcação sofra uma oscilação completa é igual a:

- A) 5
- B) 10
- C) 15
- D) 20
- E) 25

263. ULBRA. A tecnologia nos dias de hoje está tendo um desenvolvimento exponencial. Equipamentos como os R-X dos aeroportos para detectar metais ou sensores de calor, que utilizam a faixa do infravermelho, são exemplos desse avanço tecnológico. Das radiações eletromagnéticas citadas, os R-X em relação aos infravermelhos, têm





- A) maior frequência e mesma velocidade no vácuo.
 B) maior amplitude e mesma velocidade no vácuo.
 C) menor frequência e maior velocidade no vácuo.
 D) maior comprimento de onda e mesma velocidade no vácuo.
 E) menor comprimento de onda e menor velocidade no vácuo.

264. ULBRA. Uma fonte sonora F emite uma onda _____, de frequência 2 kHz, com uma velocidade de 340 m/s, sendo o seu comprimento de onda de _____ e o seu período de _____. Qual a alternativa que completa corretamente as lacunas?

- A) Eletromagnética; 17 cm; 5×10^{-4} s.
 B) Mecânica; 170 cm; 0,5 s.
 C) Mecânica; 17 cm; 5×10^{-4} s.
 D) Eletromagnética; 170 cm; 0,5 s.
 E) Transversal; 170 cm; 0,5 s.



265. Em dezembro de 2004, um terremoto no fundo do oceano, próximo à costa da ilha de Sumatra, foi a perturbação necessária, para a geração de uma onda gigante, uma tsunami. A onda arrasou várias ilhas e localidades costeiras na Índia, no Sri Lanka, na Indonésia, na Malásia, na Tailândia, dentre outras. Uma tsunami de comprimento de onda 150 quilômetros pode se deslocar com velocidade de 750 km/h. Quando a profundidade das águas é grande, a amplitude da onda não atinge mais do que 1 metro, de maneira que um barco nessa região praticamente não percebe a passagem da onda. Quanto tempo demora para um comprimento de onda dessa tsunami passar pelo barco?

- A) 0,5 min
 B) 2 min
 C) 12 min
 D) 30 min
 E) 60 min



266. *Vivemos mergulhados em radiações. No vasto espectro das ondas eletromagnéticas, apenas uma pequena porção é percebida pelo nosso limitado aparelho sensorial, além do visível, o Universo, como descobrimos nas últimas décadas, está repleto de fontes de raios X, raios γ , ultravioleta, infravermelho e ondas de rádio.*

(Scientific American Brasil – n. 10 – mar. 2003)

Grote Reber, engenheiro norte-americano de Illinois, foi um dos precursores da radioastronomia. Utilizando recursos próprios, desenvolveu um refletor parabólico com nove metros de diâmetro para captação de sinais de rádio oriundos do espaço. Esse refletor foi instalado no quintal de sua casa e, em 1939, tendo ajustado seu equipamento para o comprimento de onda de 1,9 m detectou sinais provenientes do centro da Via-Láctea.

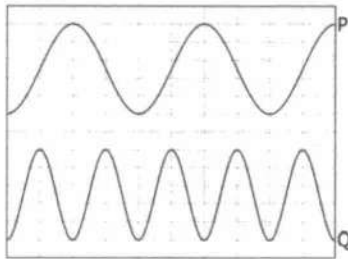
Adotando-se para o módulo de velocidade de propagação das ondas de rádio o valor de $c = 3,0 \times 10^8$ m/s, é correto afirmar que a frequência dos sinais captados por Reber, do centro da Via-Láctea, é mais próxima de:





- A) $1,4 \times 10^8$ Hz.
- B) $1,6 \times 10^8$ Hz.
- C) $1,8 \times 10^8$ Hz.
- D) $2,0 \times 10^8$ Hz.
- E) $2,2 \times 10^8$ Hz.

267. 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 da 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.

268. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

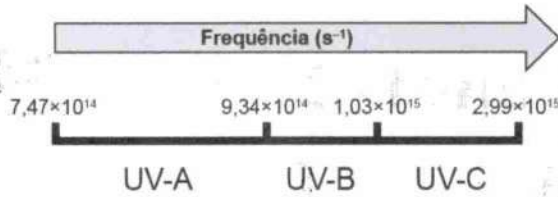
Na propagação de uma onda mecânica longitudinal, o meio é deslocado.....à direção de propagação, ao transporte de energia. Nessa propagação, ao transporte de matéria.



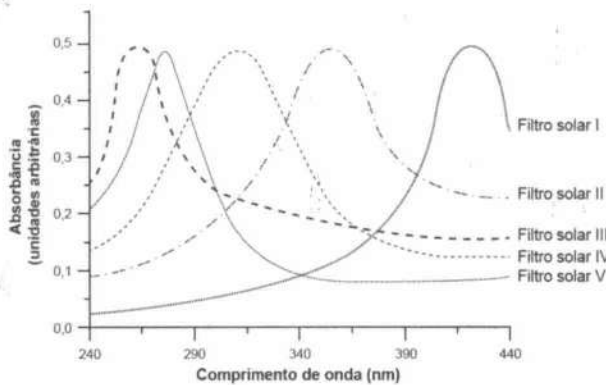
- A) paralelamente – perpendicular – ocorre
- B) paralelamente – paralela – ocorre
- C) paralelamente – paralela – não ocorre
- D) perpendicularmente – paralela – não ocorre
- E) perpendicularmente - perpendicular - não ocorre



269. ENEM. A radiação ultravioleta (UV) é dividida, de acordo com três faixas de frequência, em UV-A, UV-B e UV-C, conforme a figura.



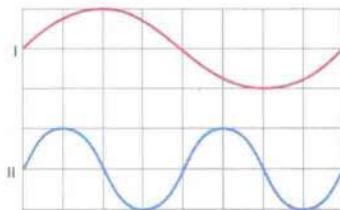
Para selecionar um filtro solar que apresente absorção máxima na faixa UV-B, uma pessoa analisou os espectros de absorção da radiação UV de cinco filtros solares:



Considere: velocidade da luz = $3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ e $1 \text{ nm} = 1,0 \times 10^{-9} \text{ m}$.
O filtro solar que a pessoa deve selecionar é o

- A) V.
- B) IV.
- C) III.
- D) II.
- E) I.

270. A figura abaixo mostra duas ondas que se propagam em cordas idênticas (mesma velocidade de propagação).



Escolha a alternativa correta.

- A) A frequência em I é menor que em II e o comprimento de onda em I é maior que em II.
- B) A amplitude em ambas é a mesma e a frequência em I é maior que em II.
- C) A frequência e o comprimento de onda são maiores em I.
- D) As frequências são iguais e o comprimento de onda é maior em I.
- E) A amplitude e o comprimento de onda são maiores em I.



Aula 32

Ondas II

PARTE 1

Estudar a Parte 1 – P.205 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 1 se necessário
Fazer as questões 272, 273, 274, 275, 276, 277, 300, 304, 305, 306, 308, 310, 311, 312, 313 e 314

PARTE 2

Estudar a Parte 2 – P.204 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 2 se necessário
Fazer as questões 297 e 315

PARTE 3

Estudar a Parte 3 – P.208 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 3 se necessário
Fazer as questões 279, 280, 282, 287, 293, 295, 296, 298, 301 e 302

PARTE 4

Estudar a Parte 4 – P.209 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 4 se necessário
Fazer a Leitura 2 – P.218
Fazer as questões 271, 281, 289 e 307

PARTE 5

Estudar a Parte 5 – P.211 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 5 se necessário
Fazer as questões 283, 284, 285, 286, 292, 294 e 299

PARTE 6

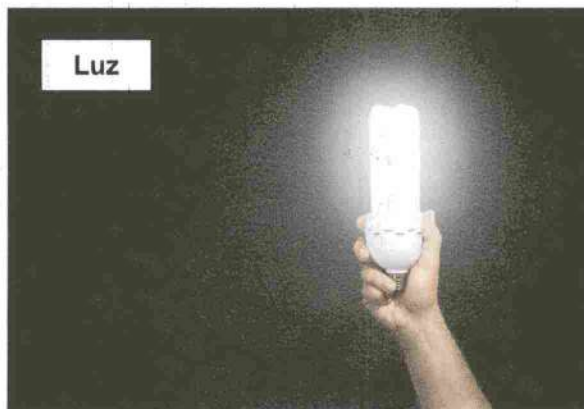
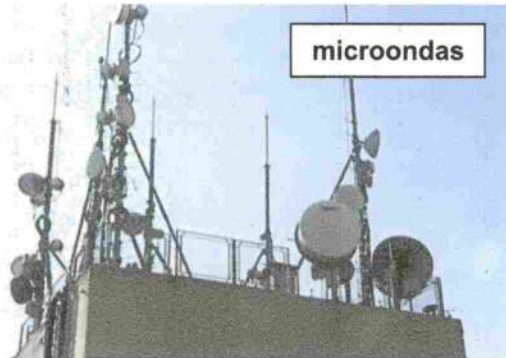
Estudar a Parte 6 – P.212 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 6 se necessário
Fazer a Leitura 1 – P.214
Fazer as questões 278, 288m 290m 291m 303 e 309

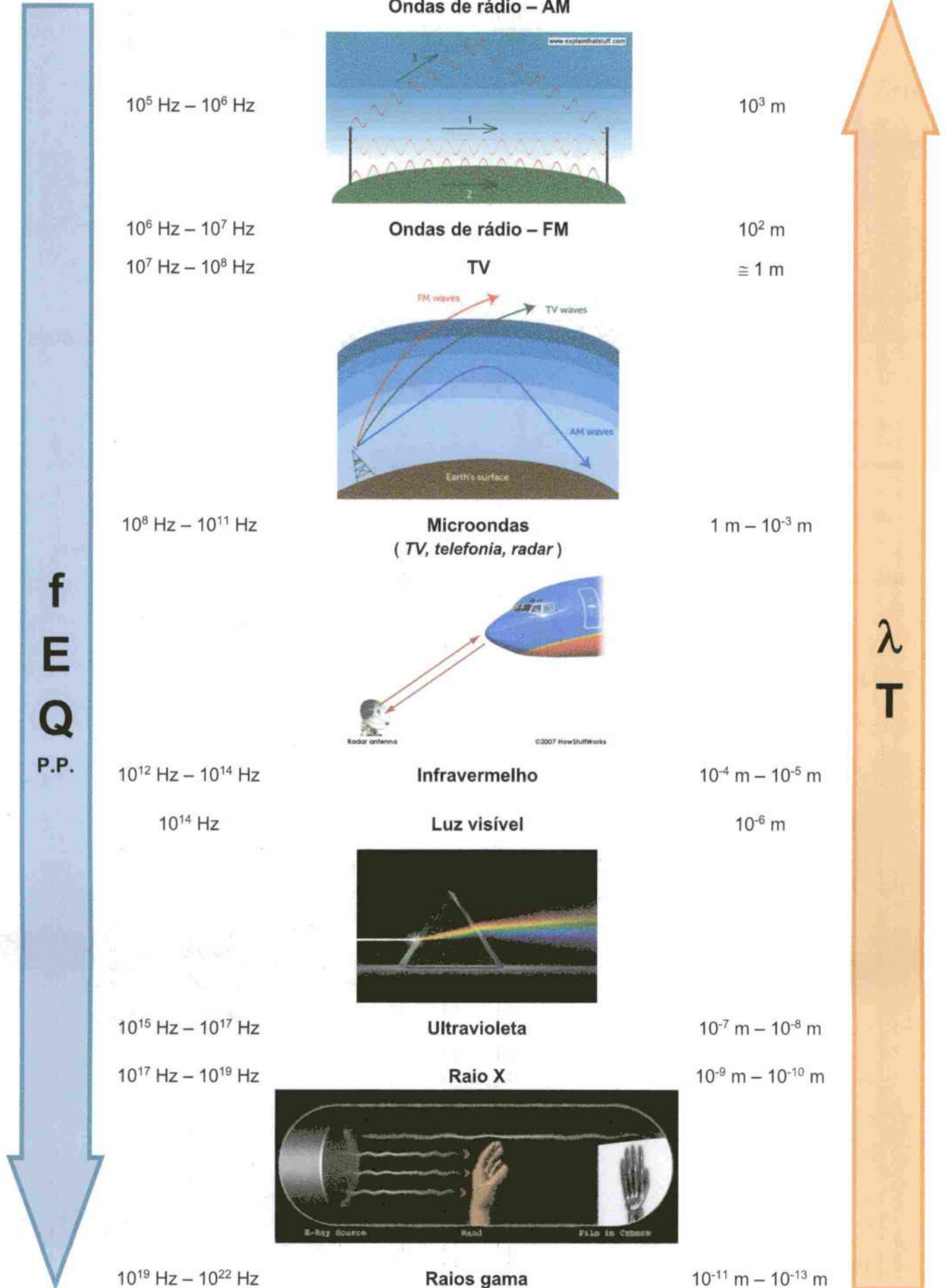


ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

$v_{(\text{v\u00e1cuo})} = 3 \times 10^8 \text{ m/s} = \text{constante}$

$$f \propto \frac{1}{\lambda}$$





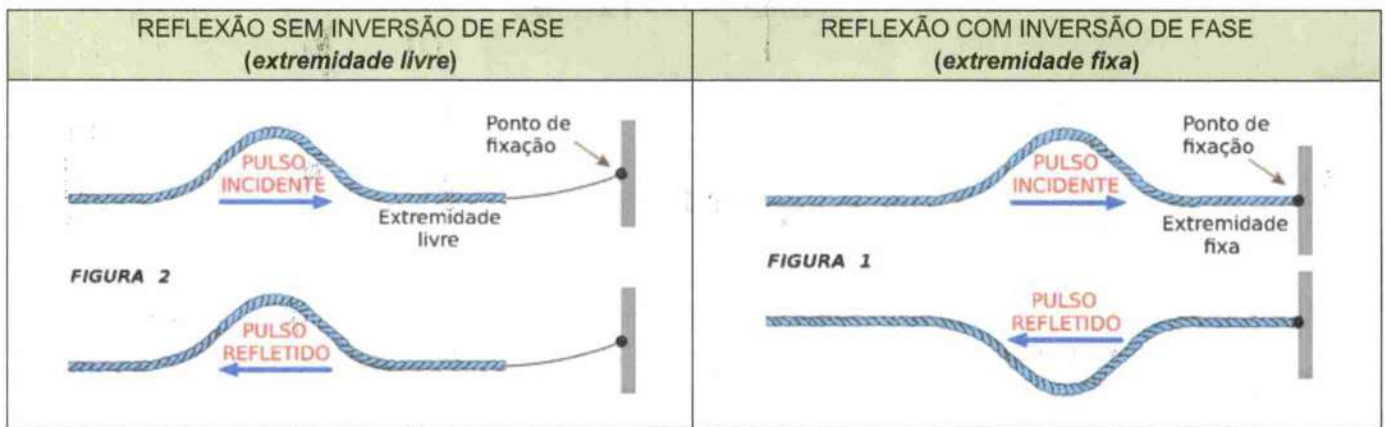


Fenômenos ondulatórios

REFLEXÃO

É o fenômeno que permite a uma onda retornar ao meio em que se propagava ao incidir em um ponto ou superfície que separa esse meio de outro. Na reflexão não ocorre alteração da frequência, comprimento de onda e velocidade de propagação.

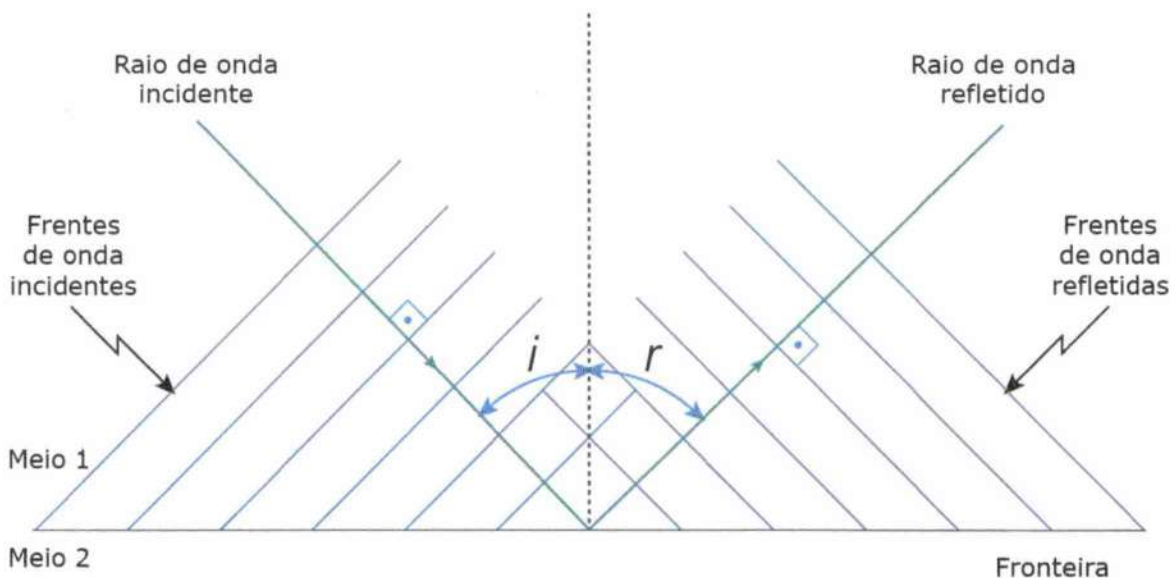
I) Reflexão de um pulso que se propaga em uma corda homogênea:



II) Reflexão de um trem de ondas na superfície de um líquido:

- Leis da Reflexão: 1ª) O raio incidente (A), o raio refletido (B) e a normal (N) pertencem ao mesmo plano.
2ª) Os ângulos de incidência (i) e reflexão (r) são iguais.

$r = i$



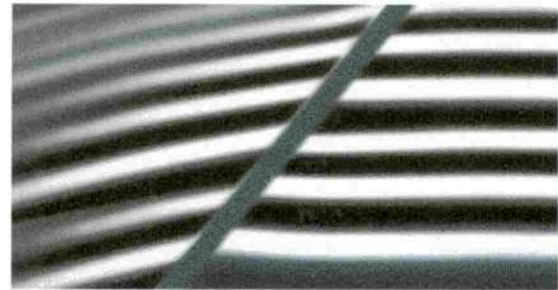


▪ Parte 3

Refração

REFRAÇÃO

Fenômeno no qual uma onda muda seu meio de propagação. Na refração, modificam-se a velocidade de propagação da onda e o comprimento de onda, mantendo-se constante a frequência.

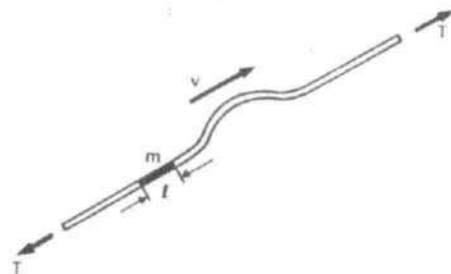


f = constante → **v ∝ λ**

I) Refração de um pulso em uma corda composta por duas cordas de diferentes densidades lineares:

Fórmula de Taylor

$$v \text{ (m/s)} = \sqrt{\frac{T \text{ (N)}}{d_L \text{ (kg/m)}}} \rightarrow \frac{m \text{ (kg)}}{\ell \text{ (m)}}$$



Pulso propagando-se da corda leve para a corda pesada

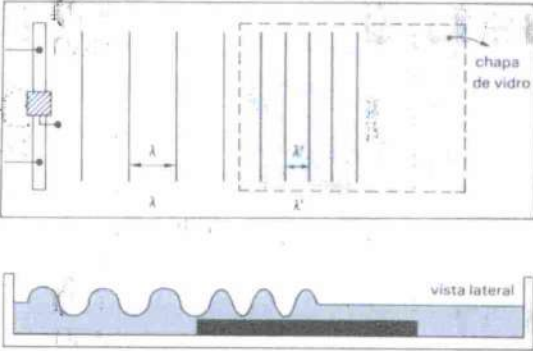
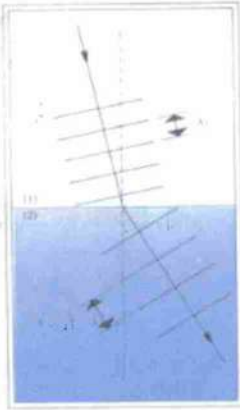
Grandeza	Pulso Refletido	Pulso Refratado
Fase	com inversão	sem inversão
Frequência	f _{INCIDENTE} = f _{REFLETIDO}	f _{INCIDENTE} = f _{REFRATADO}
Velocidade de propagação	v _{INCIDENTE} = v _{REFLETIDO}	v _{INCIDENTE} > v _{REFRATADO}
Comprimento de onda	λ _{INCIDENTE} = λ _{REFLETIDO}	λ _{INCIDENTE} > λ _{REFRATADO}
Período	T _{INCIDENTE} = T _{REFLETIDO}	T _{INCIDENTE} = T _{REFRATADO}
Amplitude	A _{INCIDENTE} > A _{REFLETIDO}	A _{INCIDENTE} > A _{REFRATADO}

Pulso propagando-se da corda pesada para a corda leve

Grandeza	Pulso Refletido	Pulso Refratado
Fase	sem inversão	sem inversão
Frequência	f _{INCIDENTE} = f _{REFLETIDO}	f _{INCIDENTE} = f _{REFRATADO}
Velocidade de propagação	v _{INCIDENTE} = v _{REFLETIDO}	v _{INCIDENTE} < v _{REFRATADO}
Comprimento de onda	λ _{INCIDENTE} = λ _{REFLETIDO}	λ _{INCIDENTE} < λ _{REFRATADO}
Período	T _{INCIDENTE} = T _{REFLETIDO}	T _{INCIDENTE} = T _{REFRATADO}
Amplitude	A _{INCIDENTE} > A _{REFLETIDO}	A _{INCIDENTE} > A _{REFRATADO}



II) Refração de um trem de ondas na superfície de um líquido com diferentes profundidades:

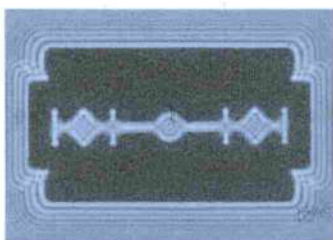
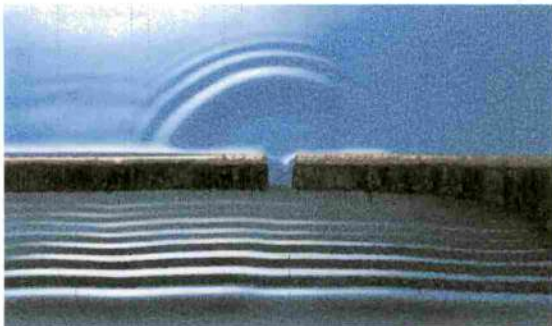
Refração SEM desvio do raio de onda	Refração COM desvio do raio de onda
 <p>Meio 1 → alta profundidade Meio 2 → baixa profundidade</p> $f_1 = f_2 \Rightarrow v \propto \lambda \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ $\lambda_1 > \lambda_2$ $v_1 > v_2$	 <p>Meio 1 → baixa profundidade Meio 2 → alta profundidade</p> $f_1 = f_2 \Rightarrow v \propto \lambda$ <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;"> $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \text{constante}$ </div> $\theta_1 < \theta_2 \quad \lambda_1 < \lambda_2 \quad v_1 < v_2$

▪ Parte 4

Difração

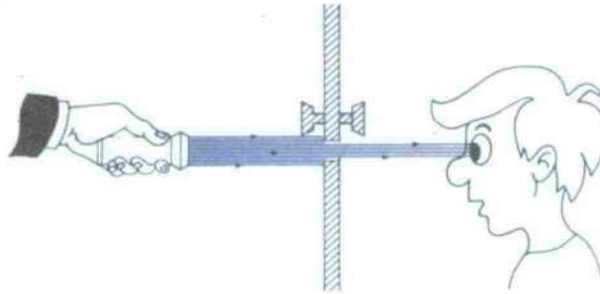
DIFRAÇÃO

É o fenômeno que permite a uma onda **contornar um obstáculo**, ao ser parcialmente interrompida por ele. Não ocorre alteração na velocidade, comprimento de onda ou frequência, o que ocorre é um desvio na direção de propagação. **Pode ocorrer com todo tipo de ondas.**





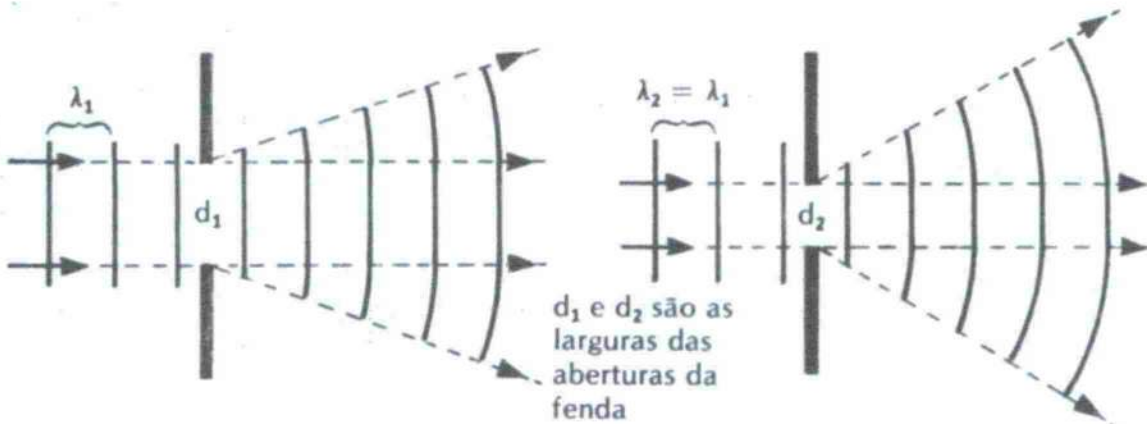
Difração através de uma fenda



Para que a difração através de uma fenda seja observável, o comprimento de onda e o tamanho da fenda deve ter ordem de grandeza semelhantes. Ex. luz ($\lambda \cong 10^{-7} \text{ m}$)

Influência da fenda na difração:

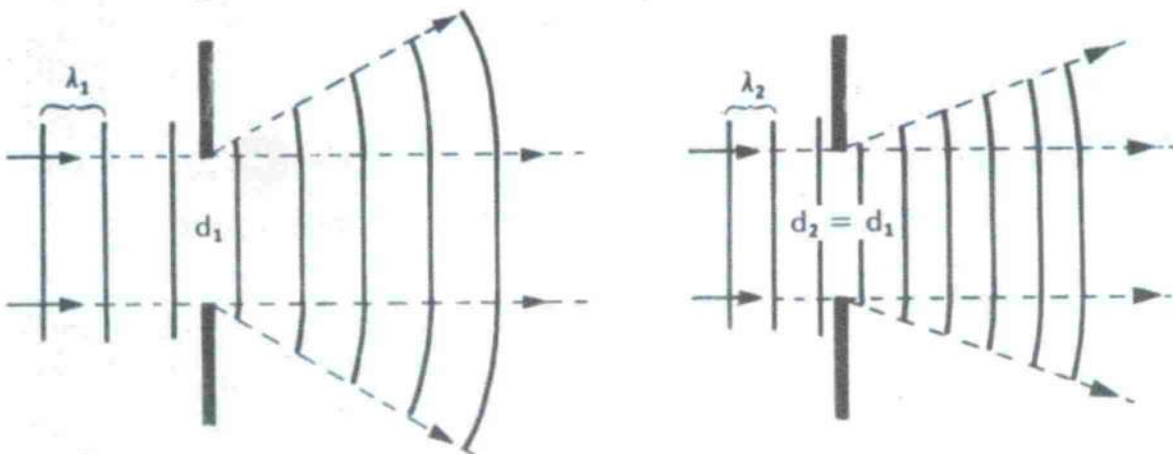
Quanto menor a abertura, maior a difração (para um mesmo comprimento de onda).



$\lambda_1 = \lambda_2$ e $d_1 > d_2 \rightarrow$ aumento de difração

Influência do comprimento de onda na difração:

Quanto maior o comprimento de onda, maior a difração que ela sofre (para uma mesma fenda).

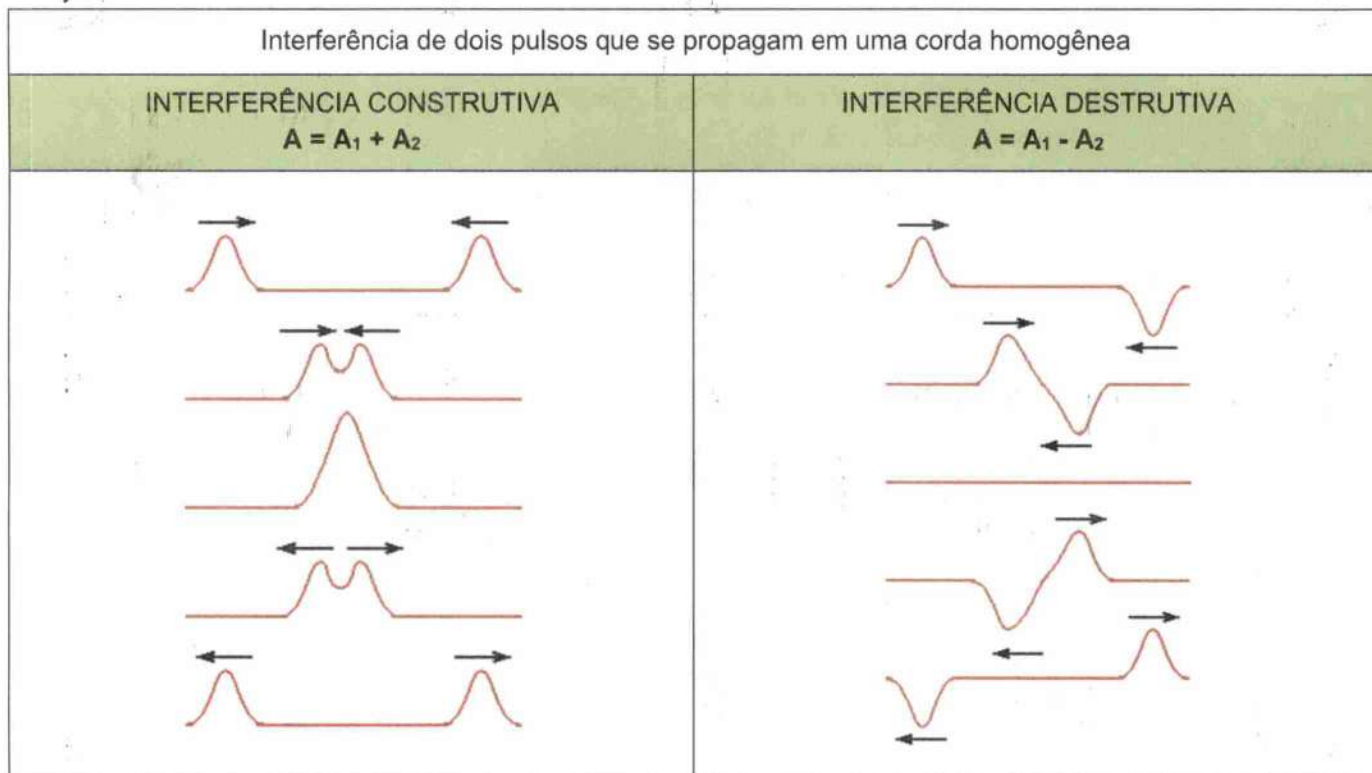


$\lambda_1 > \lambda_2$ e $d_1 = d_2 \rightarrow$ diminuição de difração

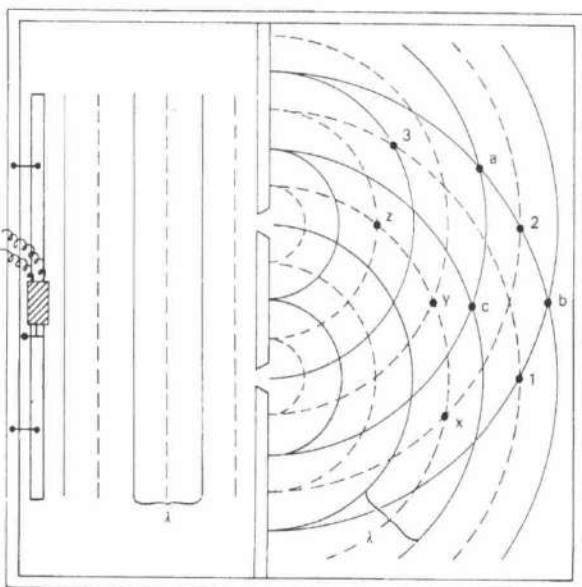


INTERFERÊNCIA

É o fenômeno da **superposição** de duas ondas. Após o cruzamento, as ondas mantêm suas características iniciais. No ponto em que a superposição de duas ou mais ondas, o efeito resultante é a soma dos efeitos que cada onda produziria sozinha nesse ponto.



- **Superposição de ondas na superfície de um líquido** - Duas fendas comportam-se como fonte de ondas - Os pontos **a, b e c** são de **interferência construtiva**, pois são a junção de duas cristas, uma de cada fonte. Esses pontos constituem pontos de dupla crista. Os pontos **x, y e z** também são de **interferência construtiva**, mas com duplo vale. Examine agora os pontos **1, 2 e 3**, eles constituem uma **interferência destrutiva**, pois são o encontro da crista de uma onda com o vale de outra.



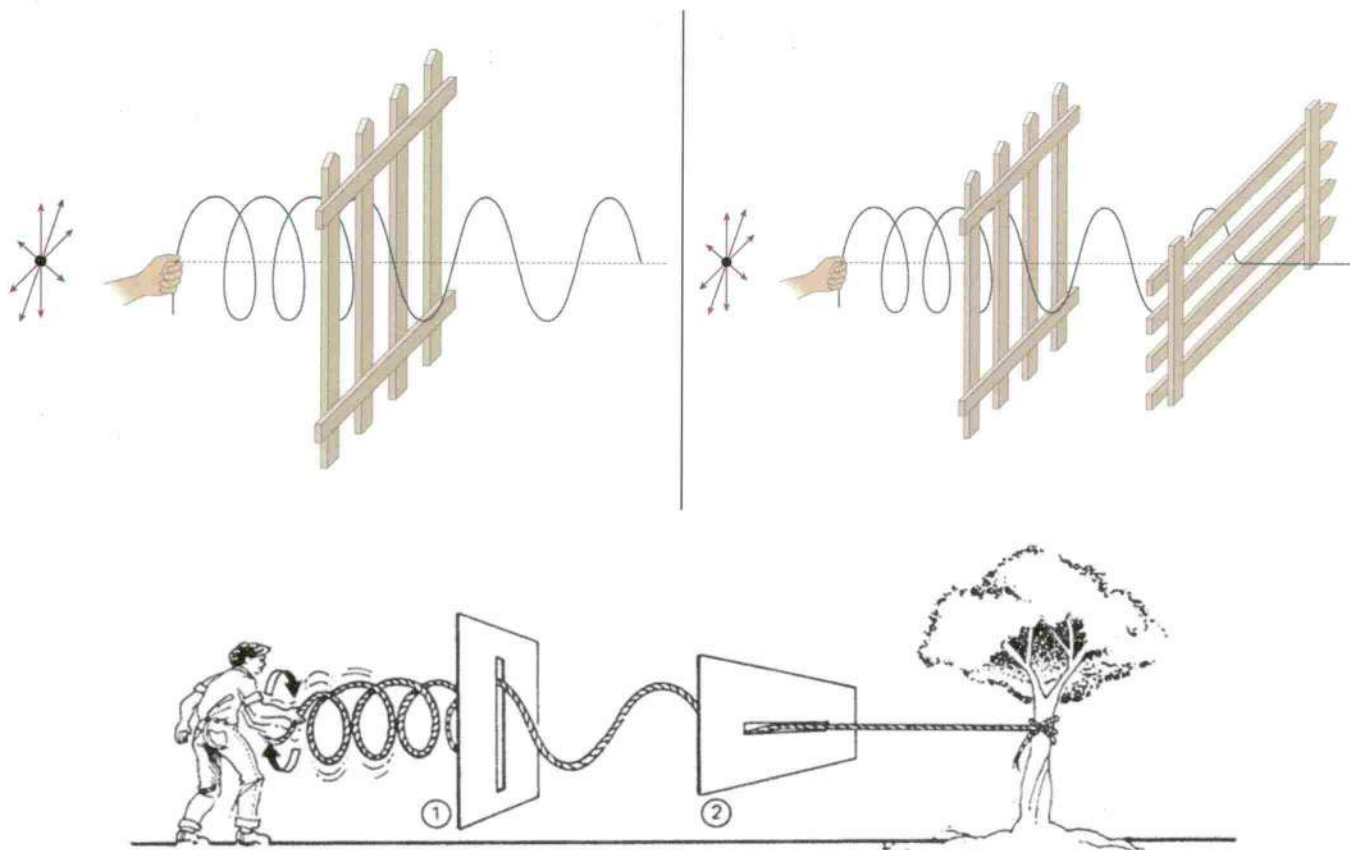


POLARIZAÇÃO

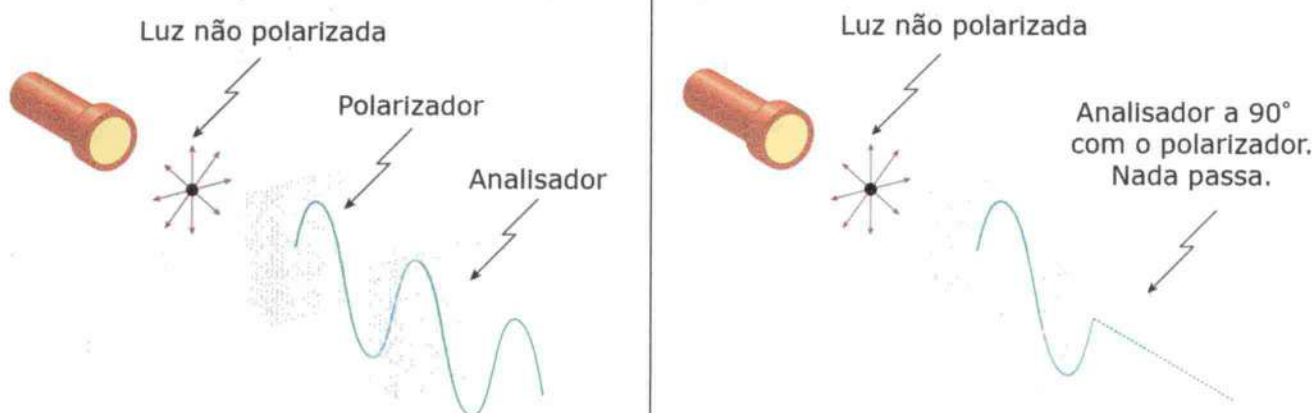
É o fenômeno pelo qual uma onda se vê obrigada a propagar-se em uma única direção, em um mesmo plano. O elemento responsável pela polarização é denominado polarizador. Se houver um segundo elemento que absorva a onda, esse é denominado analisador.

A polarização só ocorre com ondas transversais.

Pulso em corda



Luz





ANOTAÇÕES

Blank lined area for notes, consisting of a grid of horizontal lines within a rectangular border.



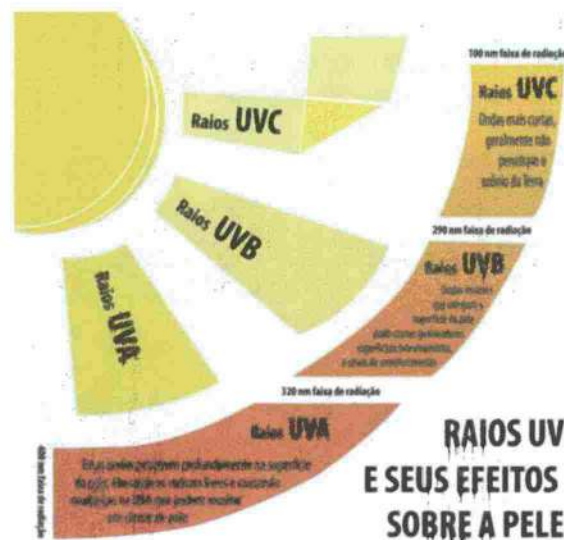
LEITURA 1

A radiação ultravioleta

A radiação ultravioleta (R-UV) é a parte do espectro eletromagnético (Fig. 1) referente aos comprimentos de onda entre 100 e 400nm. De acordo com a intensidade que a RUV é absorvida pelo oxigênio e ozônio e, também pelos efeitos fotobiológicos costuma se dividir a região UV em três intervalos:

Nome	Intervalo espectral (nm)	Características
UVC	100 - 280	Completamente absorvida pelo O ₂ e O ₃ estratosférico e, portanto, não atinge a superfície terrestre. É utilizada na esterilização de água e materiais cirúrgicos.
UVB	280 - 320	Fortemente absorvida pelo O ₃ estratosférico. É prejudicial à saúde humana, podendo causar queimaduras e, a longo prazo, câncer de pele.
UVA	320 - 400	Sofre pouca absorção pelo O ₃ estratosférico. É importante para sintetizar a vitamina D no organismo. Porém o excesso de exposição pode causar queimaduras e, a longo prazo, causa o envelhecimento precoce.

Pode-se dizer que o Sol emite energia em, praticamente, todos os comprimentos de onda do espectro eletromagnético permeados pelas diversas linhas de absorção. 44% de toda essa energia emitida se concentra entre 400 e 700 nm (Fig. 2), denominado espectro visível de energia. O restante é dividido entre radiação ultravioleta (< 400nm) com 7%, infravermelho próximo (entre 700 e 1500nm) com 37% e infravermelho (> 1500nm) com 11%. Menos de 1% da radiação emitida concentra-se acima da região do infravermelho, como seja, microondas e ondas de rádio, e abaixo da região ultravioleta, como raios X e raios gama.



O Índice Ultravioleta (IUV) é uma medida da intensidade da radiação UV, relevante aos efeitos sobre a pele humana, incidente sobre a superfície da Terra. O IUV representa o valor máximo diário da radiação ultravioleta. Isto é, no período referente ao meio-dia solar, o horário de máxima intensidade de radiação solar. Como a cobertura de nuvens é algo muito dinâmico e variável, o IUV é sempre apresentado para uma condição de céu claro. Isto é, para ausência de nuvens que, na maioria dos casos, representa a máxima intensidade de radiação. O IUV é apresentado como um número inteiro. De acordo com recomendações da Organização Mundial da Saúde, esses valores são agrupados em categorias de intensidades, conforme mostra a tabela abaixo:

CATEGORIA	ÍNDICE ULTRAVIOLETA
BAIXO	1 a 2
MODERADO	3 a 5
ALTO	6 a 7
MUITO ALTO	8 a 10
EXTREMO	> 11



Como o IUV é calculado? Alguns elementos são imprescindíveis para o cálculo do IUV:

Concentração de Ozônio - O ozônio é o principal responsável pela absorção de radiação UV. A concentração de ozônio, medida em unidades Dobson (DU), integrada na coluna atmosférica é utilizada como parâmetro de entrada no modelo computacional utilizado para o cálculo do IUV. Essa concentração de ozônio é distribuída verticalmente de acordo com perfis atmosféricos teóricos relativos a posição geográfica da localidade. A concentração máxima de ozônio localiza-se na estratosfera (entre 20 e 40km de altitude).

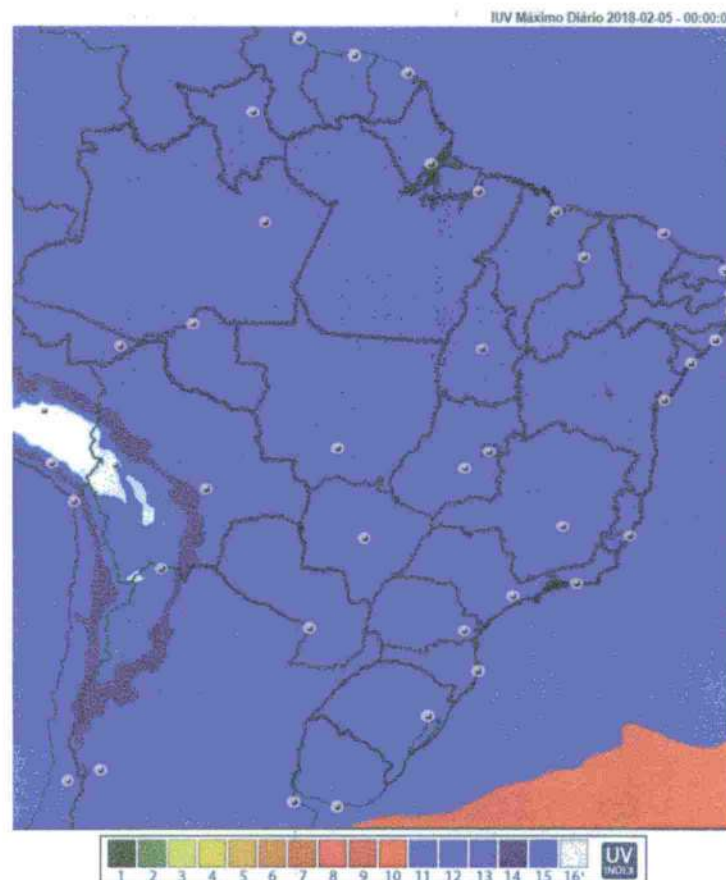
Posição geográfica da localidade - O fluxo de radiação UV diminui com o aumento da distância ao Equador. Ou seja, regiões mais próximas à linha do Equador recebem maior quantidade de energia solar.

Altitude da superfície - Quanto mais alta é a localidade, menor é o conteúdo de ozônio integrado na coluna atmosférica e, conseqüentemente, maior a quantidade de energia ultravioleta incidente na superfície. De acordo com perfis teóricos de distribuição vertical, a quantidade de ozônio decresce em torno de 1% para cada quilômetro; o que provoca aumento de cerca de 6 a 8% a quantidade de energia UV incidente.

Hora do dia - Cerca de 20 a 30% da quantidade de energia UV no verão chega a Terra em torno do meio-dia (entre 11h e 13h), e cerca de 70 a 80% entre as 9h e 15h.

Estação do ano - A irradiância (quantidade de energia por área) UVB diária em torno de 20° de latitude aumenta cerca de 25% no verão e diminui de 30% no inverno, em relação aos períodos de primavera/outono. Em zonas de maior latitude (cerca de 40°), esses valores correspondem a + 70% e -70%, respectivamente. Condições atmosféricas (presença ou não de nuvens, aerossóis, etc.) A presença de nuvens e aerossóis (partículas em suspensão na atmosfera) atenua a quantidade de radiação UV em superfície. Porém, parte dessa radiação não é absorvida ou refletida por esses elementos e atinge a superfície terrestre. Deste modo, dias nublados também podem oferecer perigo, principalmente para as pessoas de pele sensível.

Tipo de superfície - (areia, neve, água, concreto, etc.) A areia pode refletir até 30% da radiação ultravioleta que incide numa superfície, enquanto na neve fresca essa reflexão pode chegar a mais de 80%. Superfícies urbanas apresentam reflexão média entre 3 a 5%.. Este fenômeno aumenta a quantidade de energia UV disponível em um alvo localizado sobre este tipo de solo, aumentando os riscos em regiões turísticas como praias e pistas de esqui.





Efeitos da R-UV sobre a pele

As reações da pele humana à exposição à Radiação UV (R-UV) podem ser classificadas como agudas (imediatas) ou crônicas (a longo prazo). As reações agudas, como queimaduras, bronzeamento e produção de vitamina D, se desenvolvem e desaparecem rapidamente; enquanto as crônicas, como fotoenvelhecimento e câncer de pele, têm aparecimento gradual e de longa duração. A diferença entre ambas as reações se deve, principalmente, ao histórico de exposição da pessoa e a diferentes comprimentos de onda da R-UV, uma vez que a R-UVB é cerca de 1000 vezes mais "agressiva" do que a R-UVA. Essa diferença faz com que a R-UVA tenha uma contribuição de somente 15 a 20% na quantidade de energia responsável pela queimadura. Os principais efeitos da RUV sobre pele humana são apresentados a seguir.

A) Produção de vitamina D3 (colecalciferol): Uma das funções benéficas da R-UV sobre a pele humana é a capacidade de sintetizar a vitamina D3. O processo de formação dessa vitamina se inicia na conversão, pela RUVB, do 7-dehidrocolesterol, presente na epiderme, em pré-vitamina D3. A pré-vitamina se isomeriza em vitamina D3 num processo controlado pela temperatura da pele e que se finaliza em até três dias. Pequenos períodos de exposição ao sol já são suficientes para desencadear o processo de formação dessa vitamina. Em países tropicais, como o Brasil, cerca de 15 minutos de exposição das mãos, braços e face entre as 9 e as 16h, já são suficientes para a regular a produção. A vitamina D3 age sobre os ossos, glândulas paratireóides, rins e intestino; regulando o metabolismo da função osteoblástica (produção óssea) e da secreção de PTH (hormônio paratireóide). É essencial para evitar o raquitismo em bebês e crianças.

B) Queimaduras: A queimadura, ou eritema, é a principal reação da pele à exposição excessiva aos raios solares. O avermelhamento da pele é resultado do aumento do fluxo de sangue, devido à dilatação dos vasos sanguíneos mais superficiais. Para exemplificar as características do ciclo de uma queimadura solar, tomemos o exemplo de uma pessoa branca durante um "banho de sol" de 20 a 30 minutos próximo ao meio-dia, num dia de céu limpo em São Paulo. Neste caso, os primeiros sinais de vaso dilatação ocorreriam logo após os primeiros minutos de exposição. Porém, esses primeiros sinais só poderiam ser observados com instrumentos mais sensíveis que o olho humano (Diffey e Oakley, 1987). De maneira geral, nesta situação, os efeitos visíveis surgem após cerca de 4 hrs da exposição, atingindo seu máximo após 8 a 12h e desaparecendo após 1 ou 2 dias. Períodos maiores de exposição ao Sol, principalmente durante os meses de verão, podem antecipar o aparecimento do eritema, aumentar sua intensidade e prolongar seu período de permanência na pele. Altas doses de R-UV também podem provocar edemas, bolhas e descascamento da pele após alguns dias. Além do tempo de exposição, o fenótipo é outro fator que influencia o aparecimento de queimaduras solares. Indivíduos com a pele mais clara têm maior facilidade para desenvolver um processo eritematoso do que indivíduos morenos ou negros. A cor dos olhos, cor dos cabelos e a presença de sardas também são fatores importantes na determinação da susceptibilidade de um indivíduo às queimaduras solares. Um resumo da influência destas características é apresentado na tabela 1. A sensibilidade eritêmica também varia de acordo com a parte do corpo humano. O rosto, pescoço e o tronco são de 2 a 4 vezes mais sensíveis do que os membros (Olson et al., 1966; Urbach, 1969). Essas diferenças anatômicas se referem à quantidade média de energia UV recebida pelo corpo, na vertical, quando em exposição à radiação solar. Outros fatores como a idade, alimentação, condições de saúde, condições atmosféricas (umidade, calor e vento) também exercem influência sobre o desenvolvimento do eritema.

Tipo	Reações da pele à radiação solar	Exemplos
I	Sempre se queima, facilmente e de maneira severa (queimadura dolorosa); nunca se bronzeia; a pele sempre se descasca.	Pele muito clara, olhos azuis, sardas, cabelos loiros ou ruivos; a pele não-exposta é branca.
II	Geralmente se queima facilmente e de maneira severa (queimadura dolorosa); bronzeamento inexistente ou muito fraco; também descasca.	Pele clara, olhos claros ou castanhos, sardas, cabelos loiros ou ruivos; a pele não-exposta é branca.
III	Queima moderadamente e apresenta bronzeamento médio.	Média dos caucasianos; a pele não-exposta é branca.
IV	Mínima queimadura, bronzeia-se facilmente e acima da média em cada exposição; geralmente exhibe reações de IPD (<i>immediate pigment darkening</i>)	Pessoas com a pele branca ou morena, cabelos e olhos castanhos escuros (mediterrâneos, mongolóides, orientais, hispânicos, etc.); a pele não-exposta é branca ou morena.
V	Raramente se queima, bronzeia-se facilmente e substancialmente; sempre exhibe IPD	Mulatos e mestiços (ameríndios, índios, hispânicos, etc.)
VI	Nunca queima e se bronzeia abundantemente; sempre exhibe IPD	Negros; a pele não-exposta é negra



C) Bronzeamento: A produção de melanina pode ser facultativa ou constitutiva. A produção facultativa ocorre nas situações de excesso de exposição ao Sol e o caso constitutivo se refere à pigmentação natural, determinada por fatores genéticos ou raciais, e determinante para a caracterização das diferentes colorações de pele nos seres humanos. No caso da exposição excessiva ao Sol, podem ocorrer dois tipos distintos de bronzeamento. O primeiro deles é o bronzeamento imediato (IPD – Immediate pigment darkening), um escurecimento transitório da pele induzido pelas radiações UVA e visível. O escurecimento da pele se torna evidente após 5 a 10 minutos de exposição e desaparece após uma ou duas horas. Esse tipo de bronzeado não é muito comum e alguns estudos (Breitner and Wennester, 1985; Honingsmann et al., 1986) sugerem que os mecanismos predominantes para o surgimento do IPD são alterações nos processos fotoquímicos de produção da melanina. A forma mais familiar de bronzeamento é aquele que se inicia após um ou dois dias da exposição, aumenta nos dias seguintes e perdura por semanas ou meses. Após a exposição ao sol, há um aumento da atividade da enzima tirosinas e do número de melanócitos em funcionamento. Estes fatores colaboram para a formação de novas quantidades de melanina e, conseqüentemente, do aumento do número de grânulos de melanina por toda epiderme. Embora essa cobertura de pigmentos ofereça um grau moderado de proteção, não se pode dizer que a mesma constitui um mecanismo efetivo para proteger a pele humana, principalmente entre indivíduos de pele branca.

D) Foto-envelhecimento: Os sinais do envelhecimento precoce causado pela exposição ao sol são: o ressecamento da pele, rugas e marcas profundas, perda da elasticidade e a pigmentação excessiva de cores e formas variadas. Estas características são sintomas que refletem mudanças relevantes na estrutura da derme. A maioria dos dermatologistas aponta que cerca de 80% das razões do foto-envelhecimento de uma pessoa, com exceção daquelas que exercem atividades diárias sob o sol, é fruto da exposição excessiva aos raios UV até os 20 anos de idade. Embora a R-UVB seja extremamente nociva ao ser humano, a RUVA, por penetrar até camadas mais profundas da pele, é a principal responsável pelo foto-envelhecimento.

E) Sardas: Também conhecidas como efélides, são manchas cuja distribuição dos pigmentos melânicos costuma ser homogênea, embora possa ter a borda irregular. A presença das sardas se acentua em períodos de grande exposição ao Sol. Apesar de não representarem risco de transformação para o melanoma, a existência de uma grande quantidade de sardas pode indicar o hábito de exposição ao Sol em excesso, principalmente se tratar de pessoas de pele clara. Muito semelhantes às sardas, as manchas senis costumam surgir em pessoas idosas, principalmente no rosto, antebraço e costas das mãos. Esse tipo de mancha também não apresenta maiores riscos à saúde.

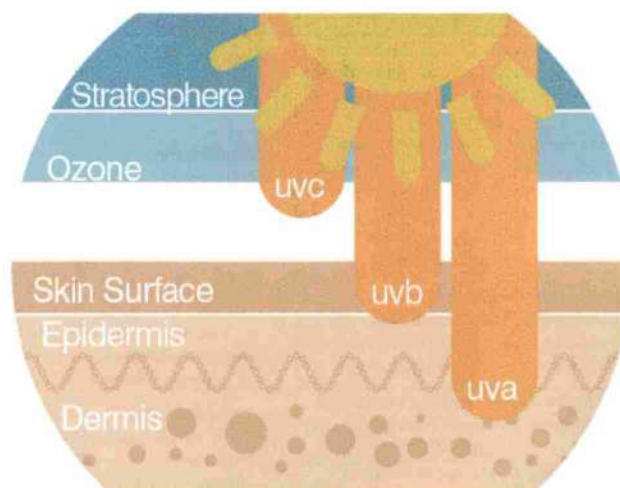
F) Pintas: No jargão médico as pintas são denominadas nevos (do latim: defeito, marca) melanocíticos. Os nevos podem existir desde o nascimento (congenitos) ou aparecerem no decorrer da vida (adquiridos), apresentando diferentes tamanhos, como os pequenos (até 1,5 cm), médios (entre 1,5 e 20,0 cm) e gigantes (superiores a 20,0 cm). Alguns nevos atípicos, cujas dimensões são maiores, podem indicar um fator de predisposição para o aparecimento de melanomas.

G) Cânceres de pele

g.1) Carcinoma espinocelular

g.2) Carcinoma basocelular

g.3) Melanoma cutâneo





LEITURA 2

Como funcionam os telefones celulares?

No fundo, ele não passa de um telefone acoplado a um rádio parecido com os velhos walkie-talkies – só que muito mais sofisticado. A diferença é que, se funcionassem exatamente igual aos walkie-talkies, seria preciso uma faixa de frequência para cada ligação que estivesse ocorrendo e não há tanto espaço disponível no espectro. Haveria ainda outro problema: quanto maior a distância entre o celular e a base de transmissão, maior seria a potência necessária, tornando inviáveis os pequenos aparelhos com bateria. “A grande sacada que viabilizou os sistemas celulares foi a divisão das áreas a serem cobertas em células, daí seu nome”, diz o engenheiro Michel Yacoub, da Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp. Células pequenas não exigem grande potência e permitem que os mesmos canais de transmissão possam ser reutilizados em outra célula, desde que não seja adjacente.

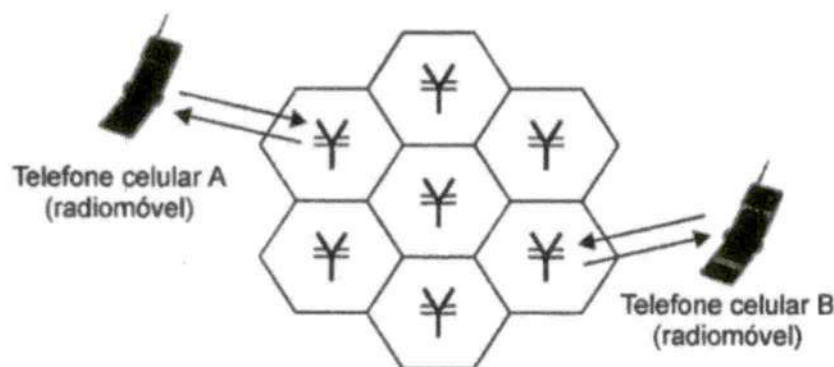


Figura 1.5 - Células com ERBs do sistema de telefonia móvel celular.



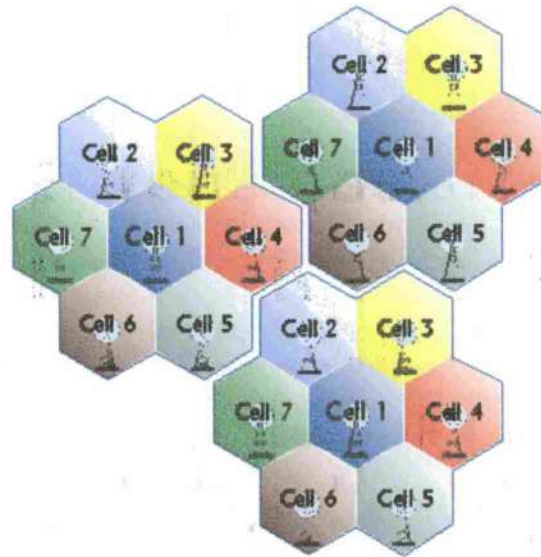
Figura 1.6 - Torre de ERB com antenas.

Dessa forma, um canal usado para uma conversa no centro da cidade pode, ao mesmo tempo, conduzir uma ligação em outro bairro sem que as duas se misturem. A cidade de São Paulo, por exemplo, é dividida em centenas de células. Cada uma delas possui uma antena retransmissora chamada estação radiobase, que, por sua vez, é ligada a uma central telefônica, conhecida como Central de Comutação e Controle (CCC). Essa central se conecta a outras CCCs e às centrais de telefonia fixa – com todo o resto do mundo, portanto.

Boca a boca

Telefonia móvel divide a cidade em células

- 1 – Quando o sr. X discar para sua amiga sra. Y, o celular emite o número do outro aparelho por ondas de rádio, em uma faixa de frequência especialmente reservada
- 2 – O número é captado pela estação radiobase (ERB) da célula amarela, onde está o sr. X. A estação detecta que o aparelho de destino não se encontra na mesma célula; por isso, contacta (via cabo ou microondas) a Central de Comunicação e Controle (CCC)
- 3 – A CCC tem um banco de dados atualizado a cada segundo, informando em qual célula está cada aparelho da cidade. Ao receber o comunicado da ERB, ela manda a informação da chamada para a estação da célula de destino
- 4 – Toca o celular da sra. Y. Isso porque a estação da célula onde ela está, que recebeu o comunicado da Central, avisa que seu número está sendo chamado pelo celular do sr. X
- 5 – Quando a sra. Y atende, cada uma das duas células procura um canal de frequência que esteja livre. Elas informam a ambos os celulares quais serão os canais que cada aparelho usará durante a conversa



CHAMADA EM MOVIMENTO

A mesma ligação pode seguir de uma célula para outra à medida que o usuário se desloca pela cidade. Quando um celular percebe que o sinal da sua célula está ficando fraco, ele busca outra célula mais próxima, que então procura um canal livre e avisa ao celular para trocar de frequência. Tudo é feito automaticamente, sem que o usuário perceba. Às vezes, porém, não há nenhum canal vago na nova célula – nesse caso, a ligação cai.

TAMANHO VARIÁVEL

Na periferia de uma cidade e nas zonas rurais, as células são grandes, com quilômetros de diâmetro. Na cidade, elas são bem menores – chegando a poucas dezenas de metros nos centros mais movimentados. Isso porque obstáculos como prédios altos bloqueiam as ondas de rádio, limitando seu alcance. Além disso, quanto mais pessoas circulam por um local, mais células ele precisa ter, senão corre-se o risco de não haver frequências para todos.

AQUI SIM, ALI NÃO

Células não adjacentes (como as que aparecem em amarelo) podem utilizar as mesmas frequências, porque não há risco de interferência.





QUESTÕES PÓS-AULA

As **questões pós-aula** tem a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a “obrigação” de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

Fica a dica: se algum dia um “tema de casa” tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

271. ENEM. *O progresso da tecnologia introduziu diversos artefatos geradores de campos eletromagnéticos. Uma das mais empregadas invenções nessa área são os telefones celulares e smartphones. As tecnologias de transmissão de celular atualmente em uso no Brasil contemplam dois sistemas. O primeiro deles é operado entre as frequências de 800 MHz e 900 MHz e constitui os chamados sistemas TDMA/CDMA. Já a tecnologia GSM, ocupa a frequência de 1.800 MHz. Considerando que a intensidade de transmissão e o nível de recepção “celular” sejam os mesmos para as tecnologias de transmissão TDMA/CDMA ou GSM, se um engenheiro tiver de escolher entre as duas tecnologias para obter a mesma cobertura, levando em consideração apenas o número de antenas em uma região, ele deverá escolher:*



- A) a tecnologia GSM, pois é a que opera com ondas de maior comprimento de onda.
- B) a tecnologia TDMA/CDMA, pois é a que apresenta Efeito Doppler mais pronunciado.
- C) a tecnologia GSM, pois é a que utiliza ondas que se propagam com maior velocidade.
- D) qualquer uma das duas, pois as diferenças nas frequências são compensadas pelas diferenças nos comprimentos de onda.
- E) qualquer uma das duas, pois nesse caso as intensidades decaem igualmente da mesma forma, independentemente da frequência.

272. ENEM. Um garoto que passeia de carro com seu pai pela cidade, ao ouvir o rádio, percebe que a sua estação de rádio preferida, a 94,9 FM, que opera na banda de frequência de megahertz, tem seu sinal de transmissão superposto pela transmissão de uma rádio pirata de mesma frequência que interfere no sinal da emissora do centro em algumas regiões da cidade. Considerando a situação apresentada, a rádio pirata interfere no sinal da rádio do centro devido à



- A) atenuação promovida pelo ar nas radiações emitidas.
- B) maior amplitude da radiação emitida pela estação do centro.
- C) diferença de intensidade entre as fontes emissoras de ondas.
- D) menor potência de transmissão das ondas da emissora pirata.
- E) semelhança dos comprimentos de onda das radiações emitidas.



273. ENEM. Ao contrário dos rádios comuns (AM ou FM), em que uma única antena transmissora é capaz de alcançar toda a cidade, os celulares necessitam de várias antenas para cobrir um vasto território. No caso dos rádios FM, a frequência de transmissão está na faixa dos MHz (ondas de rádio), enquanto, para os celulares, a frequência está na casa dos GHz (micro-ondas). Quando comparado aos rádios comuns, o alcance de um celular é muito menor. Considerando-se as informações do texto, o fator que possibilita essa diferença entre propagação das ondas de rádio e as de micro-ondas é que as ondas de rádio são



- A) facilmente absorvidas na camada da atmosfera superior conhecida como ionosfera.
- B) capazes de contornar uma diversidade de obstáculos como árvores, edifícios e pequenas elevações.
- C) mais refratadas pela atmosfera terrestre, que apresenta maior índice de refração para as ondas de rádio.
- D) menos atenuadas por interferência, pois o número de aparelhos que utilizam ondas de rádio é menor.
- E) constituídas por pequenos comprimentos de onda que lhes conferem um alto poder de penetração em materiais de baixa densidade.

274. UFRGS. Considere as seguintes afirmações sobre ondas eletromagnéticas.

- I - Frequências de ondas de rádio são menores que frequências da luz visível.
- II - Comprimentos de onda de microondas são maiores que comprimentos de onda da luz visível.
- III - Energias de ondas de rádio são menores que energias de microondas.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.



275. PUCRS. Ondas eletromagnéticas são caracterizadas por suas frequências e seus comprimentos de onda. A alternativa que apresenta as ondas em **ordem crescente** de comprimento de onda é

- A) raios gama – luz visível – microondas.
- B) infravermelho – luz visível – ultravioleta.
- C) luz visível – infravermelho – ultravioleta.
- D) ondas de rádio – luz visível – raios X.
- E) luz visível – ultravioleta – raios gama.





276. PUCRS. A radiação emitida pelo Sol corresponde aproximadamente à de um corpo negro a 6000 K (temperatura da superfície do Sol). Uma parte dessa radiação, correspondente às maiores quantidades de energia, atravessa chapas de vidro usadas como coberturas dos coletores solares. No interior desses coletores, a radiação dominante está associada a uma temperatura de aproximadamente 300 K, que corresponde à faixa do infravermelho, para a qual o vidro é praticamente opaco. Essas circunstâncias contribuem para a ocorrência do chamado “Efeito Estufa”, que também acontece na atmosfera, tornando a Terra habitável e impedindo-a de resfriar-se em demasia à noite.

Com base nas informações acima, é correto concluir que

- A) os comprimentos de onda e as frequências da faixa de radiação do infravermelho são superiores aos da faixa do ultravioleta.
- B) os comprimentos de onda e as frequências da faixa de radiação do infravermelho são inferiores aos da faixa do ultravioleta.
- C) os comprimentos de onda da faixa de radiação o infravermelho são superiores aos da faixa do ultravioleta, mas as frequências são menores.
- D) os comprimentos de onda da faixa de radiação do infravermelho são inferiores aos da faixa do ultravioleta, mas as frequências são maiores.
- E) a faixa de radiação do infravermelho tem comprimentos de onda e frequências inferiores aos da faixa de luz visível.



277. ENEM. A telefonia móvel no Brasil opera com celulares cuja potência média de radiação é cerca de 0,6W. Por recomendações do ANSI/IEEE, foram estipulados limites para exposição humana à radiação emitida por esses aparelhos. Para o atendimento dessa recomendação, valem os aparelhos: segurar o aparelho a uma pequena distância do ouvido, usar fones de ouvido para as chamadas de voz e utilizar o aparelho no modo viva voz ou com dispositivos *bluetooth*. Essas medidas baseiam-se no fato de que a intensidade da radiação emitida decai rapidamente conforme a distância aumenta, por isso, afastar o aparelho reduz riscos.

Para reduzir a exposição à radiação do celular de forma mais eficiente, o usuário deve utilizar

- A) Fones de ouvido, com o aparelho na mão.
- B) Fones de ouvido, com o aparelho no bolso da calça.
- C) Fones *bluetooth*, com o aparelho no bolso da camisa.
- D) O aparelho mantido a 1,5 m do ouvido, segurado pela mão.
- E) O sistema de viva voz, com o aparelho apoiado numa mesa de trabalho.



278. UPF. As afirmações a seguir referem-se às características das ondas de qualquer tipo e natureza:

- I. Todas as ondas mudam de comprimento de onda ao mudar de meio sem mudar de frequência.
- II. Todas as ondas propagam-se no vácuo.
- III. Todas as ondas transportam energia sem transportar matéria.





IV. Todas as ondas experimentam os fenômenos de reflexão, refração, difração, interferência e polarização.

Está **correto** apenas o que se afirma em:

- A) I.
- B) III e IV.
- C) I e III.
- D) I, III e IV.
- E) I, II e IV.

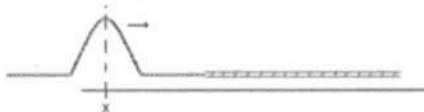
279. ENEM. Uma equipe de cientistas lançará uma expedição ao Titanic para criar um detalhado mapa 3D que "vai tirar, virtualmente, o Titanic do fundo do mar para o público".

A expedição ao local, a 4 quilômetros de profundidade no Oceano Atlântico, está sendo apresentada como a mais sofisticada expedição científica ao Titanic. Ela utilizará tecnologias de imagem e sonar que nunca tinham sido aplicadas ao navio, para obter o mais completo inventário de seu conteúdo. Esta complementação é necessária em razão das condições do navio, naufragado há um século.

No problema apresentado para gerar imagens através de camadas de sedimentos depositados no navio, o sonar é mais adequado, pois a

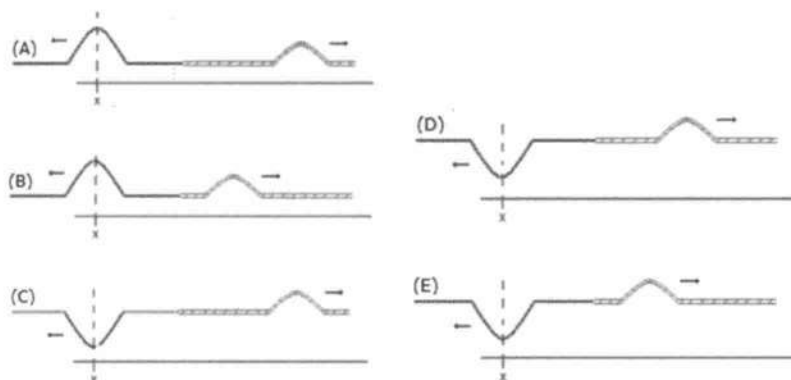
- A) propagação da luz na água ocorre a uma velocidade maior que a do som neste meio.
- B) absorção da luz ao longo de uma camada de água é facilitada enquanto a absorção do som não.
- C) refração da luz a uma grande profundidade acontece com uma intensidade menor que a do som.
- D) atenuação da luz nos materiais analisados é distinta da atenuação de som nestes mesmos materiais.
- E) reflexão da luz nas camadas de sedimentos é menos intensa do que a reflexão do som nesse material.

280. UFRGS. Uma corda é composta de dois segmentos de densidades de massa bem distintas. Um pulso é criado no segmento de menor densidade e se propaga em direção à junção entre os segmentos, conforme representa a figura abaixo.

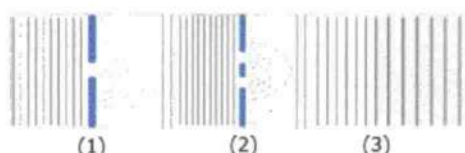


Assinale, entre as alternativas, aquela que A melhor representa a corda quando o pulso refletido está passando pelo mesmo ponto x indicado no diagrama acima.





281. UFRGS. 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.

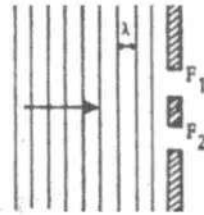
282. UFRGS. Dispõe-se de duas cordas flexíveis e homogêneas de diferentes densidades que estão emendadas e esticadas. Quando uma onda periódica transversal se propaga de uma corda para a outra,



- A) alteram-se o comprimento de onda e a velocidade de propagação, mas a frequência da onda permanece a mesma.
- B) alteram-se o comprimento de onda e a frequência, mas a velocidade de propagação da onda permanece a mesma.
- C) alteram-se a velocidade de propagação e a frequência da onda, mas o seu comprimento de onda permanece o mesmo.
- D) altera-se a frequência, mas o comprimento de onda e a velocidade de propagação da onda permanecem iguais.
- E) altera-se o comprimento de onda, mas a frequência e a velocidade de propagação da onda permanecem as mesmas.



283. UFRGS. Faz-se incidir um trem de ondas planas, de um único comprimento de onda λ , sobre um obstáculo com duas fendas, F_1 e F_2 , conforme mostra a figura. O meio à direita e à esquerda das fendas é o mesmo.



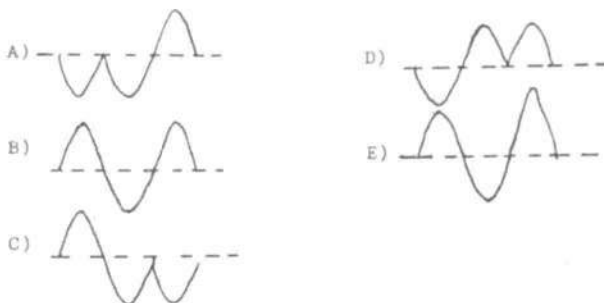
Considerando-se essa situação, pode-se afirmar que

- A) logo após passar pelas fendas, as ondas continuam sendo planas.
- B) a frequência das ondas se altera ao passar pelas fendas.
- C) logo após passar pelas fendas, a velocidade de propagação das ondas diminui.
- D) as ondas que passam por F_1 e F_2 continuam se propagando em linha reta à direita do obstáculo, sem se encontrarem.
- E) as ondas se difratam em F_1 e F_2 , superpondo-se à direita do obstáculo.

284. PUCRS. A figura abaixo representa uma corda onde foram provocados dois pulsos que se propagam inicialmente em sentidos opostos, sofrendo interferências.

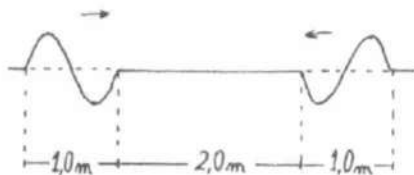


Na primeira interferência, no exato momento em que os dois pulsos se sobrepõem, resulta um pulso cuja forma é melhor representada por



285. PUCRS. Na figura estão representadas duas ondas que se propagam pelo mesmo meio em sentidos contrários. A velocidade de propagação, a amplitude e o comprimento de onda das duas ondas têm o mesmo valor.





Qual a distância que cada uma, individualmente, deve percorrer para que aconteça interferência completamente destrutiva?

- A) 1,0 m
- B) 1,5 m
- C) 2,0 m
- D) 2,5 m
- E) 3,0 m

286. UCPEL. Considere as afirmações abaixo:

I – Quando dois pulsos ideais “X” e “Y” se propagam em um fio flexível, o pulso “X” para direita e o pulso “Y” para a esquerda, origina-se um pulso resultante que se desloca no sentido do pulso de maior amplitude.

II – Quando uma onda luminosa atravessa dois meios diferentes, seu comprimento de onda não se altera.

III – As ondas estacionárias têm por característica pontos fixos equidistantes de um quarto de comprimento de onda.

IV – O fenômeno de interferência só ocorre com as ondas mecânicas.

V – A onda é uma perturbação que, para se propagar, necessita obrigatoriamente de um meio material.

Das afirmações acima

- A) I, III e IV são corretas.
- B) I, IV e V são corretas.
- C) todas são falsas.
- D) I e II são corretas.
- E) todas são corretas.



287. UCPEL. Considere as afirmações abaixo.

I. Em uma corda esticada, a velocidade de propagação de uma onda transversal aumenta com a intensidade da força de tração.

II. Quando uma onda sofre reflexão, a velocidade de propagação permanece constante, variando apenas a frequência e o comprimento de onda.

III. Quando uma onda sofre refração, a onda refratada tem comprimento de onda igual ao da onda incidente.

IV. Em uma corda esticada, se dobrarmos a frequência com que vibra a fonte das ondas produzidas na corda, a velocidade da onda não se altera.





V. Quando duas ondas de mesma amplitude e frequência interferem, a onda resultante apresenta sempre amplitude e frequência diferentes em relação às ondas componentes.

É(São) verdadeira(s) a(s) afirmação(ões)

- A) I e V
- B) I, II e III
- C) I e IV
- D) II e III
- E) Todas as afirmações são falsas

288. As ondas apresentam diversas propriedades. Em algum momento, elas conseguem contornar obstáculos. Esta propriedade é conhecida como

- A) refração.
- B) reflexão.
- C) difração.
- D) polarização.
- E) ressonância.



289. Considere as afirmativas abaixo sobre as ondas e os fenômenos ondulatórios.

I- A velocidade de propagação das ondas sonoras é constante e igual a 340 m/s em qualquer meio, assim como a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas é constante e igual a 3×10^8 m/s no vácuo.

II- As ondas sonoras são ondas longitudinais que necessitam de um meio material para sua propagação, enquanto as ondas eletromagnéticas são ondas transversais e não necessitam de meio material para se propagarem.

III- Tanto as ondas sonoras quanto as eletromagnéticas podem sofrer difração, fenômeno no qual as ondas tendem a contornar obstáculos.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente a afirmativa I está correta.
- B) Somente a afirmativa II está correta.
- C) Somente as afirmativas I e III estão corretas.
- D) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- E) Todas as afirmativas estão corretas.





290. UPF. Sobre as ondas mecânicas são feitas as afirmações a seguir:



- I. As ondas mecânicas necessitam de um meio material para a sua propagação; assim sendo, o som não se propaga no vácuo.
- II. As ondas mecânicas podem ser transversais ou longitudinais.
- III. Uma onda mecânica e transversal quando a direção da vibração e a mesma na qual se efetua a propagação da onda.
- IV. A polarização é um fenômeno que pode ocorrer exclusivamente com as ondas transversais.

Dessas afirmações são **corretas**:

- A) I e II
- B) I, II e III
- C) I, II e IV
- D) II, III e IV
- E) Todas são corretas.

291. UPF. As afirmações a seguir referem-se a fenômenos ondulatórios:



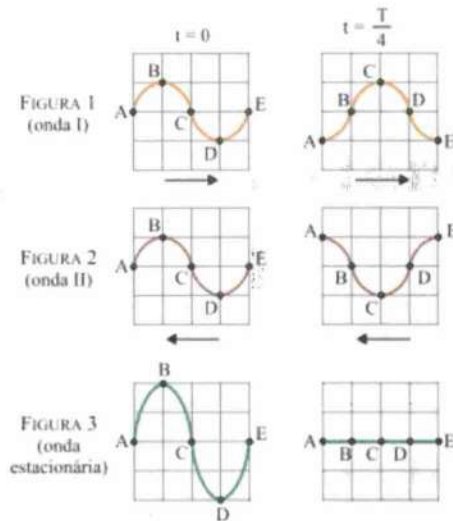
- I. A frequência da luz não se altera ao ser refletida por um espelho.
- II. A polarização é um fenômeno que ocorre unicamente com ondas transversais.
- III. Um efeito atribuído ao fenômeno de interferência de ondas é a formação de ondas estacionárias.
- IV. A propagação no vácuo de ondas eletromagnéticas, tais como luz visível, raios x, tem em comum a mesma frequência.

Destas afirmações são **corretas**:

- A) somente I e II
- B) somente I, II e III
- C) somente II, III e IV
- D) somente I e III
- E) somente I, III e IV

292. Duas ondas mecânicas transversais e idênticas, I e II, propagam-se em sentidos opostos por uma corda elástica tracionada. A figura 1 representa as deformações que a onda I, que se propaga para direita, provocaria em um trecho da corda nos instantes $t = 0$ e $t = T/4$, em que T é o período de oscilação das duas ondas. A figura 2 representa as deformações que a onda II, que se propaga para esquerda, provocaria no mesmo trecho da corda, nos mesmos instantes relacionados na figura 1. Ao se cruzarem, essas ondas produzem uma figura de interferência e, devido a esse fenômeno, estabelece-se uma onda estacionária na corda. A figura 3 representa a configuração da corda resultante da interferência dessas duas ondas, nos mesmos instantes $t = 0$ e $t = T/4$.





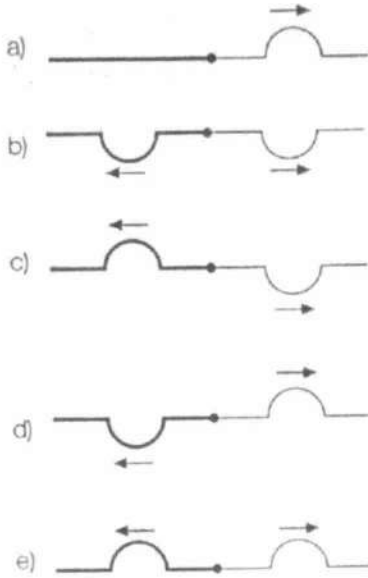
A figura que melhor representa a configuração da corda nesse mesmo trecho devido à formação da onda estacionária, no instante $3T/4$, está representada na alternativa

- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

293. Um pulso se propaga em uma corda composta, tensa, conforme a figura. O pulso vai da região da corda de maior para a de menor densidade linear.



Após o pulso passar pela junção O, o diagrama que mostra a correta configuração do pulso (ou dos pulsos) é



294. Dois pulsos, A e B, são produzidos em uma corda esticada, que tem uma extremidade fixada numa parede, conforme mostra a figura.

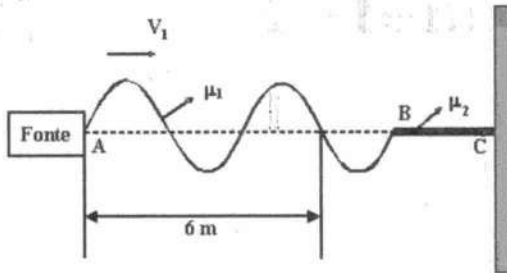


Quando os dois pulsos se superpuserem, após o pulso A ter sofrido reflexão na parede, ocorrerá interferência

- A) construtiva e, em seguida, os dois pulsos seguirão juntos no sentido do pulso de maior energia.
- B) construtiva e, em seguida, cada pulso seguirá seu caminho, mantendo suas características originais.
- C) destrutiva e, em seguida, os pulsos deixarão de existir, devido à absorção da energia durante a interação.
- D) destrutiva e, em seguida, os dois pulsos seguirão juntos no sentido do pulso de maior energia.
- E) destrutiva e, em seguida, cada pulso seguirá seu caminho, mantendo suas características originais.



295. A figura a seguir mostra uma onda transversal periódica, que se propaga com velocidade de 16 m/s em uma corda AB, cuja densidade linear é μ_1 . Esta corda está ligada a uma outra BC, cuja densidade é μ_2 , sendo que a velocidade de propagação da onda nesta segunda corda é $v_2 = 10\text{m/s}$.



O comprimento de onda quando se propaga na corda BC é igual a:

- A) 7,0 m
- B) 6,0 m
- C) 4,5 m
- D) 3,0 m
- E) 2,5 m

296. Do alto do prédio onde mora, Anita observou que o caminhão-tanque, que irriga canteiros em algumas avenidas em Natal, deixava no asfalto, enquanto se deslocava, um rastro de água, conforme representado na figura a seguir. Tal rastro era devido ao vazamento de uma mangueira que oscilava, pendurada na parte traseira do caminhão.

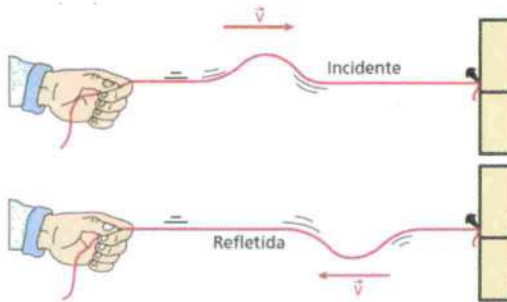


Considerando-se que a frequência dessa oscilação é constante no trecho mostrado na figura acima, pode-se afirmar que a velocidade do caminhão:

- A) permanece constante e o “comprimento de onda” resultante da oscilação da mangueira está aumentando.
- B) está aumentando e o período de oscilação da mangueira permanece constante.
- C) permanece constante e o “comprimento de onda” resultante da oscilação da mangueira está diminuindo.
- D) está diminuindo e o período de oscilação da mangueira permanece constante.

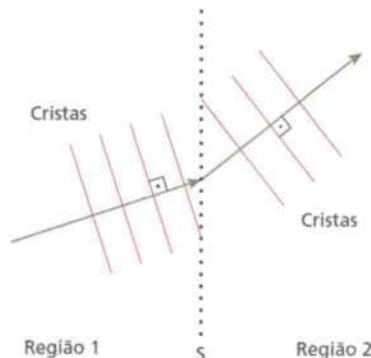


297. Um pulso, numa corda de extremidade fixa, ao refletir, sofre inversão de fase. Observe a figura acima. O fato de ocorrer inversão na fase do pulso está ligado à(ao):



- A) Primeira Lei de Newton.
- B) Princípio da Conservação da Energia.
- C) Terceira Lei de Newton.
- D) Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento.
- E) Lei de Coulomb.

298. A figura a seguir mostra, esquematicamente, as frentes de ondas planas, geradas em uma cuba de ondas, em que duas regiões, nas quais a água tem profundidades diferentes, são separadas pela superfície imaginária **S**.

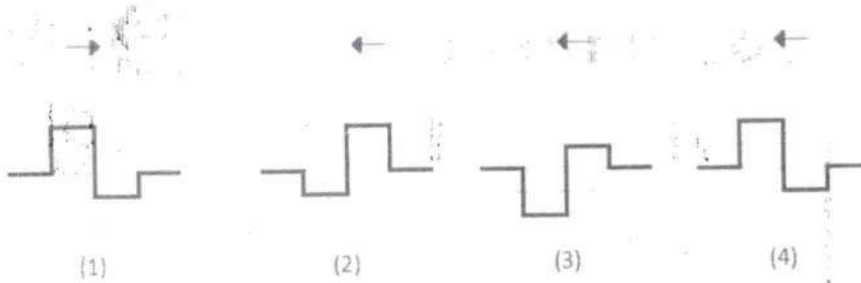


As ondas são geradas na região 1, com frequência de 4 Hz, e se deslocam em direção à região 2. Os valores medidos, no experimento, para as distâncias entre duas cristas consecutivas nas regiões 1 e 2 valem, respectivamente, 1,25 cm e 2,00 cm. Com base nessas informações e na análise da figura, pode-se afirmar:

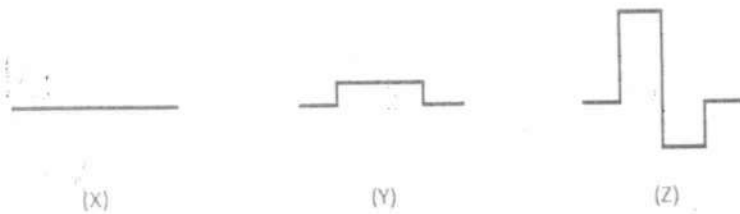
- (01) O experimento ilustra o fenômeno da difração de ondas.
- (02) A frequência da onda na região 2 vale 4 Hz.
- (04) Os comprimentos de onda, nas regiões 1 e 2, valem, respectivamente, 2,30 cm e 4,00 cm.
- (08) A velocidade da onda, na região 2, é maior que na região 1.
- (16) Seria correto esperar-se que o comprimento de onda fosse menor nas duas regiões, caso a onda gerada tivesse frequência maior que 4 Hz.



299. UFRGS. Na figura abaixo, a onda 1 consiste em um pulso retangular que se propaga horizontalmente para a direita. As ondas 2, 3 e 4 são ondas semelhantes que se propagam para a esquerda ao longo dessa mesma direção.



As figuras abaixo representam interferências que ocorrem quando a onda 1 passa por cada uma das outras ondas.

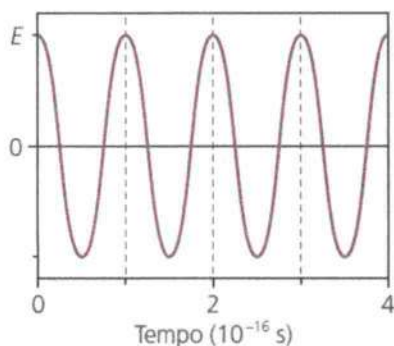


Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

As formas de ondas X, Y e Z resultam, respectivamente, da superposição da onda 1 com as ondas

- A) 2 - 3 - 4
- B) 2 - 4 - 3
- C) 3 - 2 - 4
- D) 3 - 4 - 2
- E) 4 - 2 - 3

300. Em um ponto fixo do espaço, o campo elétrico de uma radiação eletromagnética tem sempre a mesma direção e oscila no tempo, como mostra o gráfico abaixo, que representa sua projeção E nessa direção fixa; E é positivo ou negativo conforme o sentido do campo.





Radiação eletromagnética	Frequência f (Hz)
Rádio AM	10^5
TV (VHF)	10^8
micro-onda	10^{10}
infravermelha	10^{12}
visível	10^{14}
ultravioleta	10^{16}
raios X	10^{18}
raios γ	10^{20}

Consultando a tabela acima, que fornece os valores típicos de frequência f para diferentes regiões do espectro eletromagnético, e analisando o gráfico de E em função do tempo, é possível classificar essa radiação como:

- A) infravermelha.
- B) visível.
- C) ultravioleta.
- D) raio X
- E) raio γ .

301. Verifica-se que, ao sofrer refração, um trem de ondas mecânicas apresenta um novo perfil de oscilação, onde a distância entre duas cristas consecutivas de suas ondas tornou-se maior. Comparativamente ao que possuía o trem de ondas antes da refração, a frequência se _____, a velocidade de propagação se _____ e a amplitude se manteve, já que o novo meio é _____ refringente. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- A) alterou ... alterou ... menos
- B) alterou ... manteve ... mais
- C) manteve ... alterou ... mais
- D) manteve ... alterou ... menos
- E) manteve ... manteve ... mais

302. Um gerador de ondas eletromagnéticas localizado em uma torre de pesquisas produz ondas com certa frequência. Ao apontar esse gerador para uma piscina, ondas penetram na água. Com relação às propriedades dessas ondas eletromagnéticas que penetraram na água, não é alterado(a):

- A) o comprimento de onda das ondas.
- B) a velocidade das ondas.
- C) a frequência das ondas.
- D) a amplitude das ondas.





303. Sobre a polarização de ondas, pode-se afirmar corretamente que:

- A) somente ondas transversais podem sofrer polarização.
- B) somente ondas longitudinais podem sofrer polarização.
- C) ondas transversais e longitudinais podem sofrer polarização.
- D) somente ondas eletromagnéticas longitudinais podem sofrer polarização.



304. PUCRS. Comparando as características ondulatórias da radiação ultravioleta e das micro-ondas, é correto afirmar que

- A) ambas possuem a mesma frequência.
- B) as micro-ondas não podem ser polarizadas.
- C) apenas a radiação ultravioleta pode ser difratada.
- D) ambas se propagam no vácuo com velocidades de mesmo módulo.
- E) apenas as micro-ondas transportam quantidade de movimento linear.



305. ENEM. Ao sintonizarmos uma estação de rádio ou um canal de TV em um aparelho, estamos alterando algumas características elétricas de ser círculo 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.



306. Analise as afirmativas:

- I. Toda onda mecânica é sonora.
- II. As ondas de rádio, na faixa de FM (Frequência Modulada), são transversais.
- III. Abalos sísmicos são ondas mecânicas.
- IV. O som é sempre uma onda mecânica, em qualquer meio.
- V. As ondas de rádio AM (Amplitude Modulada) são ondas mecânicas.

São verdadeiras:

- A) I, II e III.
- B) I, III e V.
- C) II, III e IV.
- D) III, IV e V.
- E) I, IV e V.





307. UFRGS. Considere as afirmações abaixo, sobre o fenômeno da difração.



I - A difração é um fenômeno ondulatório que ocorre apenas com ondas sonoras.

II - A difração que ocorre quando uma onda atravessa uma fenda é tanto mais acentuada quanto menor for a largura da fenda.

III - A difração que ocorre quando uma onda atravessa uma fenda é tanto mais acentuada quanto maior for o comprimento de onda da onda.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas I e III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.

308. As estações de rádio têm, cada uma delas, uma frequência fixa e própria na qual a transmissão é feita. A radiação eletromagnética transmitida por suas antenas é uma **onda de rádio**. Quando escutamos uma música, nossos ouvidos são sensibilizados por **ondas sonoras**. Sobre **ondas sonoras** e **ondas de rádio**, são feitas as seguintes afirmações:



I. Qualquer onda de rádio tem velocidade de propagação maior do que qualquer onda sonora.

II. Ondas de rádio e ondas sonoras propagam-se em qualquer meio, tanto material quanto no vácuo.

III. Independentemente de a estação de rádio transmissora ser AM ou FM, a velocidade de propagação das ondas de rádio no ar é a mesma e vale aproximadamente $3,0 \times 10^8$ m/s.

Está correto o que se afirma apenas em:

- A) I.
- B) III.
- C) I e II.
- D) I e III.
- E) II e III.

309. Uma das características que diferem ondas transversais de ondas longitudinais é que apenas as ondas transversais podem ser:



- A) polarizadas.
- B) espalhadas.
- C) refletidas.
- D) refratadas.
- E) difratadas.



310. Um professor de Física que ministrava a primeira aula sobre Ondas dava exemplos de ondas eletromagnéticas. Ele dizia: "São exemplos de ondas eletromagnéticas as ondas de rádio, a luz, as ondas de radar, os raios X, os raios γ ". Um aluno entusiasmado completou a lista de exemplos, dizendo: "Raios α , raios β e raios catódicos". Pode-se afirmar que:



- A) pelo menos um exemplo citado pelo professor está errado.
- B) todos os exemplos citados pelo professor e pelo aluno estão corretos.
- C) apenas um exemplo citado pelo aluno está errado.
- D) os três exemplos citados pelo aluno estão errados.
- E) há erros tanto nos exemplos do professor quanto nos do aluno.

311. As ondas eletromagnéticas foram previstas por Maxwell e comprovadas experimentalmente por Hertz (final do século XIX). Essa descoberta revolucionou o mundo moderno. Sobre as ondas eletromagnéticas, são feitas as afirmações:



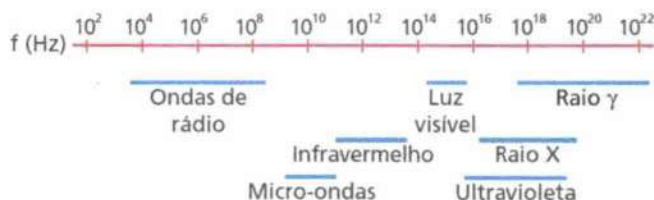
I. Ondas eletromagnéticas são ondas longitudinais que se propagam no vácuo com velocidade constante $c = 3,0 \times 10^8$ m/s.

II. Variações no campo magnético produzem campos elétricos variáveis que, por sua vez, produzem campos magnéticos também dependentes do tempo e assim por diante, permitindo que energia e informações sejam transmitidas a grandes distâncias.

III. São exemplos de ondas eletromagnéticas muito frequentes no cotidiano ondas de rádio, ondas sonoras, micro-ondas e raio X. Está correto o que se afirma em:

- A) I apenas.
- B) II apenas.
- C) I e II apenas.
- D) I e III apenas.
- E) II e III apenas.

312. A figura apresenta a frequência das ondas do espectro eletromagnético:

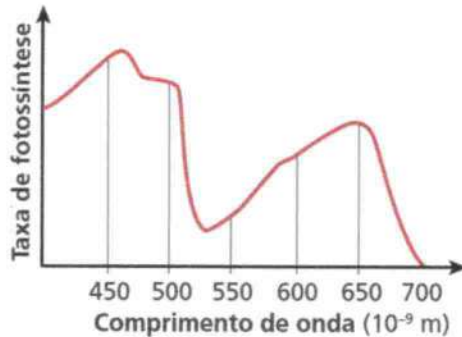


Admitindo que a velocidade de propagação da luz no ar vale $3,0 \times 10^8$ m/s, uma onda com $\lambda = 6,0 \times 10^{-7}$ m seria:

- A) uma onda de rádio.
- B) luz infravermelha.
- C) luz visível.
- D) luz ultravioleta.
- E) raio X.



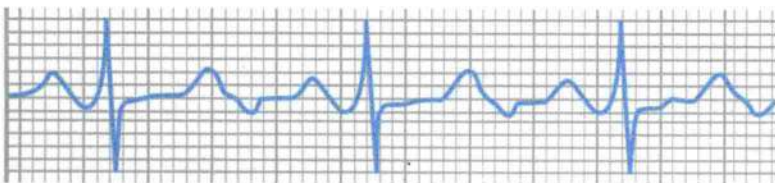
313. O gráfico mostra a taxa de fotossíntese em função do comprimento de onda da luz incidente sobre uma determinada planta em ambiente terrestre.



Uma cultura dessa planta desenvolver-se-ia mais rapidamente se exposta à luz de frequência, em terahertz (10^{12} Hz), próxima a:

- A) 460.
- B) 530
- C) 650
- D) 700.
- E) 1 380.

314. O eletrocardiograma é um dos exames mais comuns da prática cardiológica. Criado no início do século XX, é utilizado para analisar o funcionamento do coração em função das correntes elétricas que nele circulam. Uma pena ou caneta registra a atividade elétrica do coração, movimentando-se transversalmente ao movimento de uma fita de papel milimetrado, que se desloca em movimento uniforme com velocidade de 25 mm/s. A figura mostra parte de uma fita de um eletrocardiograma.

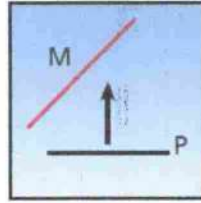


Sabendo-se que a cada pico maior está associada uma contração do coração, a frequência cardíaca dessa pessoa, em batimentos por minuto é:

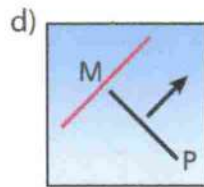
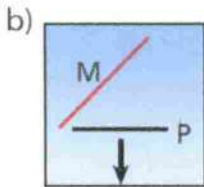
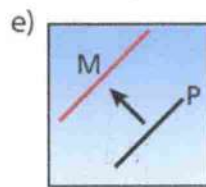
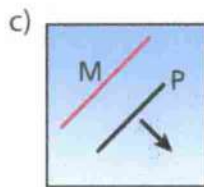
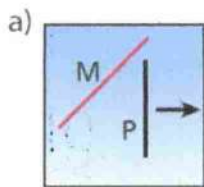
- A) 60.
- B) 75.
- C) 80.
- D) 95.
- E) 100.



315. Um pulso reto propaga-se na superfície da água em direção a um obstáculo **M** rígido, onde se reflete. O pulso e o obstáculo estão representados na figura a seguir. A seta indica o sentido de propagação do pulso.



Entre as figuras abaixo, a que melhor representa o pulso **P**, após sua reflexão em **M**, é:





Aula 33

Acústica

PARTE 1

Estudar a Parte 1 – P.240 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 1 se necessário
Fazer as questões 316, 318, 320, 321, 322, 323, 330, 334 e 357

PARTE 2

Estudar a Parte 2 – P.241 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 2 se necessário
Fazer a Leitura 1 – P.250
Fazer as questões 319, 324, 329, 335, 339 e 358

PARTE 3

Estudar a Parte 3 – P.243 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 3 se necessário
Fazer a Leitura 2 – P.252
Fazer as questões 317 e 337

PARTE 4

Estudar a Parte 4 – P.244 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 4 se necessário
Fazer as questões 325, 332, 340, 343, 345, 347, 350, 353, 354, 355 e 360

PARTE 5

Estudar a Parte 5 – P.346 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 5 se necessário
Fazer as questões 326, 328, 333, 338, 342, 344, 349, 351, 356 e 359

PARTE 6

Estudar a Parte 6 – P.247 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 5 se necessário
Fazer a Leitura 3 – P.353
Analisar os Desafios – P.248
Fazer as questões 327, 331, 336, 341, 346, 348 e 352



Acústica - Introdução

Os fenômenos sonoros estão relacionados com as **vibrações dos corpos materiais**. Um som é sempre produzido pela vibração de um ponto material. Ao vibrarem, estes corpos produzem ondas que se propagam no meio material (sólido, líquido ou gasoso).

Vibração de um ponto material \Rightarrow **onda sonora** \Rightarrow propagação da vibração no meio material

A figura abaixo mostra a produção, propagação e recepção de uma onda sonora, que consiste numa compressão seguida de uma rarefação. A distância entre duas compressões ou duas rarefações sucessivas constitui um comprimento de onda.



No ar: **ONDA SONORA = RAREFAÇÕES + COMPRESSÕES**

FREQUÊNCIA DO SOM AUDÍVEL - SER HUMANO

INFRASSOM (20 Hz)	<	SOM AUDÍVEL	<	ULTRASSOM (20.000 HZ)
------------------------	---	----------------	---	----------------------------

Aplicações do ultrassom



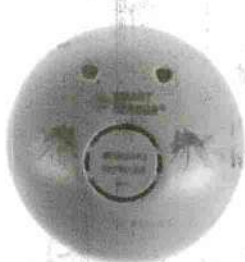
exame ultrassom



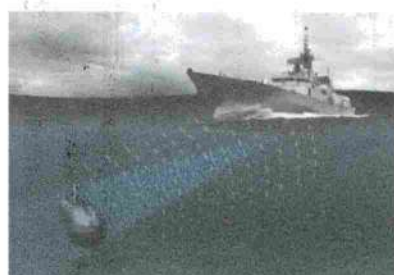
ultrassom na fisioterapia



ultrassom adestramento



repelente ultrassom



sonar



armas sônicas



Velocidade de propagação da onda sonora

Maiores rigidez do meio \Rightarrow maior velocidade ($V_{\text{sólidos}} > V_{\text{líquidos}} > V_{\text{gases}}$)



Ex.: a 15 °C

$V_{\text{Fe}} = 5130 \text{ m/s}$

$V_{\text{água}} = 1450 \text{ m/s}$

$V_{\text{ar}} = 340 \text{ m/s}$

Parte 2

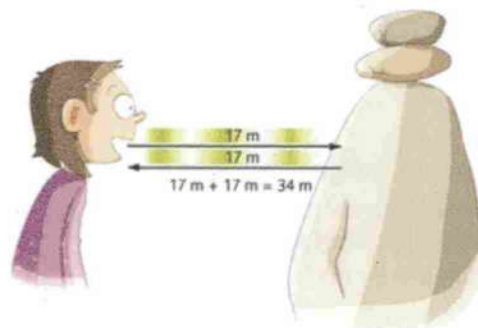
Fenômenos

Fenômenos ondulatórios

REFLEXÃO DO SOM

O nosso ouvido só é capaz de diferenciar sons que o atingem com um intervalo de tempo igual ou superior a **0,1 segundo**.

I) eco - se manifesta quando os dois sons, direto e refletido, são recebidos num intervalo de tempo igual ou superior a 0,1 s. Nesse caso os dois sons são percebidos de forma distinta. Para 340 m/s de velocidade do som no ar, o obstáculo refletor deve estar a uma distância igual ou superior a 17 m para que uma pessoa ouça o eco do seu próprio grito.



$$d = V \cdot \Delta t$$

$$2 \cdot x = 340 \cdot 0,1$$

$$x = 17 \text{ m}$$

II) Reverberação - ocorre quando a diferença entre os instantes de recebimento dos sons é pouco inferior a 0,1 s. Não se percebe um novo som, mas há um prolongamento da sensação sonora.



III) Reforço - ocorre quando o intervalo de tempo de recebimento do som refletido e do som direto é praticamente nulo. O ouvinte apenas percebe um som mais intenso, pois recebe maior quantidade de energia.





$\Delta t \geq 0,1 \text{ s}$ \Rightarrow eco

$\Delta t \approx 0 \text{ s}$ \Rightarrow reforço (ex.: ambientes pequenos) contribui p/ boa qualidade do som no ambiente.

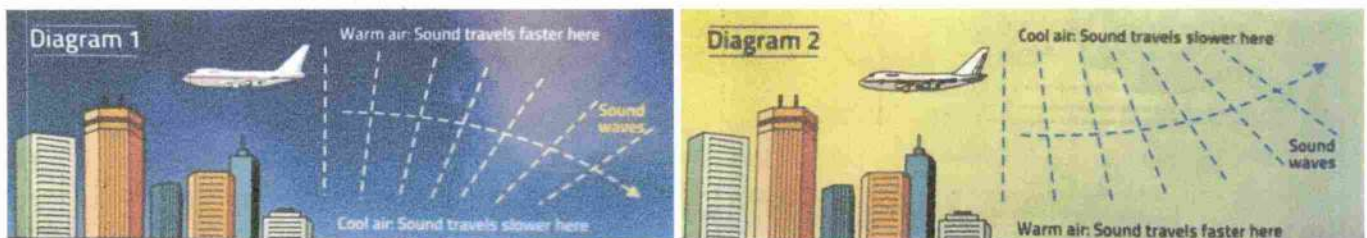
$\Delta t < 0,1 \text{ s}$ \Rightarrow reverberação (ex.: sala vazia)
($\approx 0,1 \text{ s}$)

REFRAÇÃO DO SOM

<p><i>A luz, ao passar do ar para a água, diminui de velocidade, e o raio refratado se aproxima da normal.</i></p>	<p><i>O som, ao passar do ar para a água, aumenta de velocidade, e sua direção de propagação se afasta da normal.</i></p>
--	---

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \text{constante}$$

Refração do som no ar a diferentes temperaturas:



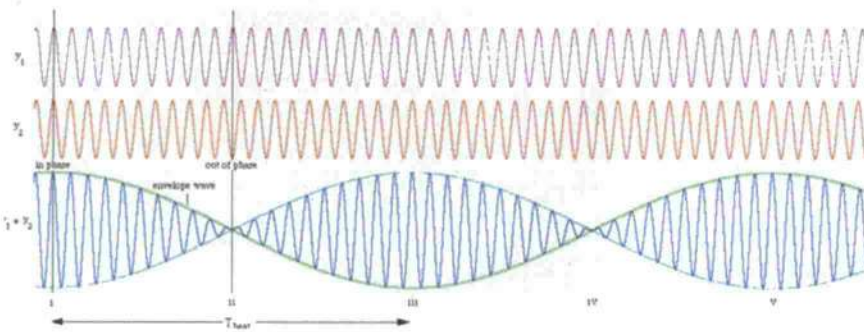
INTERFERÊNCIA DO SOM

Ocorre quando um ponto do meio é atingido, ao mesmo tempo, por mais de uma perturbação de natureza sonora. Consideremos duas fontes sonoras F_1 e F_2 emitindo em fase ondas de mesma amplitude e de mesmo comprimento de onda.



Interferência construtiva (som mais forte)	Interferência destrutiva (silêncio ou som muito fraco)
$p = (0, 2, 4, 6, \dots)$	$\overline{F_1} x - \overline{F_2} x = i \frac{\lambda}{2}$ $i = (1, 3, 5, 7, \dots)$

Batimento - ocorre quando há a superposição de ondas sonoras cujas frequências são ligeiramente diferentes. Ouve-se então os denominados batimentos, que consistem em flutuações periódicas da intensidade do som resultante ouvido.



$$N = f_B - f_A$$

Número de batimentos que ocorre na unidade de tempo. (frequência dos batimentos).

▪ Parte 1

Ressonância

RESSONÂNCIA

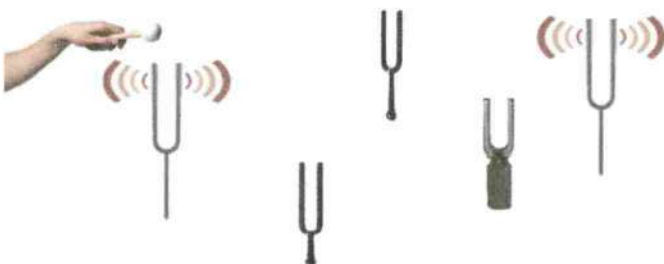
É o fenômeno que acontece quando um sistema físico recebe energia por meio de excitações de **frequência igual a uma de suas frequências naturais de vibração**. Assim, o sistema físico passa a vibrar com amplitudes cada vez maiores.

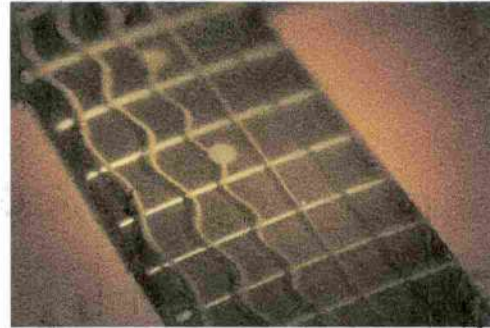
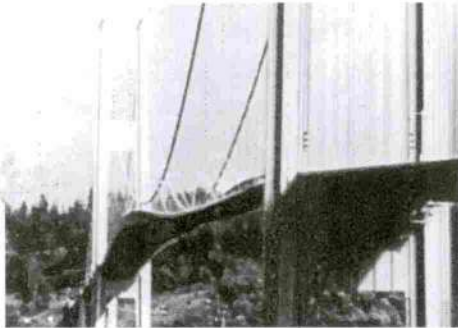
Cada sistema físico capaz de vibrar possui uma ou mais frequências naturais, isto é, que são características do sistema, mais precisamente da maneira como este é construído. Como por exemplo, um pêndulo ao ser afastado do ponto de equilíbrio, cordas de um violão ou uma ponte para a passagem de pedestres sobre uma rodovia movimentada.

Todos estes sistemas possuem sua frequência natural, que lhes é característica. Quando ocorrem excitações periódicas sobre o sistema, como quando o vento sopra com frequência constante sobre uma ponte durante uma tempestade, acontece um fenômeno de superposição de ondas que alteram a energia do sistema, modificando sua amplitude. Se a frequência natural de oscilação do sistema e as excitações constantes sobre ele estiverem sob a mesma frequência, a energia do sistema será aumentada, fazendo com que vibre com amplitudes cada vez maiores.

Um caso muito famoso deste fenômeno foi o rompimento da ponte Tacoma Narrows, nos Estados Unidos, em 7 de novembro de 1940. Em um determinado momento o vento começou soprar com frequência igual à natural de oscilação da ponte, fazendo com que esta começasse a aumentar a amplitude de suas vibrações até que sua estrutura não pudesse mais suportar, fazendo com que sua estrutura rompesse.

O caso da ponte Tacoma Narrows pode ser considerado uma falha humana, já que o vento que soprava no dia 7 de Novembro de 1940 tinha uma frequência característica da região onde a ponte foi construída, logo os engenheiros responsáveis por sua construção falharam na análise das características naturais da região. Por isto, atualmente é feita uma análise profunda de todas as possíveis características que possam requerer uma alteração em uma construção civil.





▪ Parte 4

Ondas Estacionárias

ONDAS ESTACIONÁRIAS

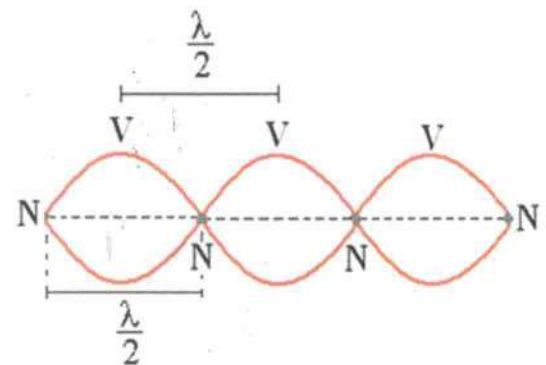
No estudo dos conceitos básicos de ondas temos que ficar atentos a uma característica, que é o transporte de energia sem o transporte de matéria. Por esse motivo é que dizemos que elas são apenas deformações que se propagam em um meio. Sendo assim, elas podem atravessar a mesma região ao mesmo tempo.

Quando duas ondas periódicas de frequências, comprimentos de onda e amplitude iguais, propagando-se em sentidos contrários, **superpõem-se** em um dado meio, vemos se formar uma figura de **interferência** chamada de onda estacionária. Evidentemente, não se trata de uma onda, na acepção normal do termo, mas de um particular padrão de interferência.

O caso mais simples desse tipo de interferência é o que ocorre em uma corda esticada, na qual as ondas produzidas em uma das extremidades superpõem-se às ondas refletidas na extremidade oposta. Os pontos do meio no qual ela é estabelecida oscilam em MHS, com amplitudes que dependem da posição do ponto considerado.

Nos pontos de interferência construtiva (V), denominados **ventres** a amplitude de oscilação é máxima, correspondendo ao dobro da amplitude de cada onda constituinte.

Aos pontos de interferência totalmente destrutiva (N) damos o nome de **nós**, que não oscilam, permanecendo, portanto, em equilíbrio. A distância entre dois ventres consecutivos, ou entre dois nós consecutivos, é igual à metade do comprimento de onda da onda estacionária.



$$v = \lambda \cdot f$$

$$\lambda = 2 \text{ ventres}$$

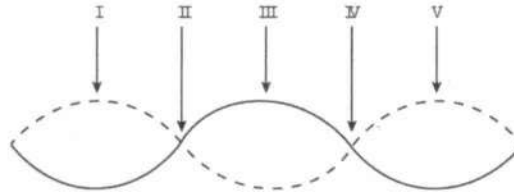
SOM FUNDAMENTAL → 1ª FORMA DE ONDA			
Corda Vibrante		$\lambda = 2L$	$f = v / 2L$
Tubo sonoro aberto em uma extremidade		$\lambda = L$	$f = v / L$
Tubo sonoro aberto nas duas extremidades		$\lambda = 2L$	$f = v / 2L$



MODELAGEM

ENEM.

Um experimento para comprovar a natureza ondulatória da radiação de micro-ondas foi realizado da seguinte forma: anotou-se a frequência de operação de um forno de micro-ondas e, em seguida, retirou-se sua plataforma giratória. No seu lugar, colocou-se uma travessa refratária com uma camada grossa de manteiga. Depois disso, o forno foi ligado por alguns segundos. Ao se retirar a travessa refratária do forno, observou-se que havia três pontos de manteiga derretida alinhados sobre toda a travessa. Parte da onda estacionária gerada no interior do forno é ilustrada na figura.



De acordo com a figura, que posições correspondem a dois pontos consecutivos da manteiga derretida?

- A) I e III
- B) I e V
- C) II e III
- D) II e IV
- E) II e V

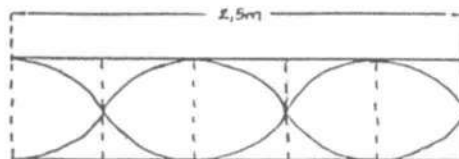
A manteiga derrete mais intensamente onde a energia incidente sobre a mesma foi maior, isso ocorre nos pontos de interferência construtiva: I, III e V.

Resposta: B

MODELAGEM

UFRGS.

A figura abaixo representa uma onda sonora estacionária formada no interior de um tubo de vidro fechado em uma das extremidades e aberto na outra.



Sendo o comprimento do tubo igual a 2,5 metros e a velocidade do som no ar igual a 340 m/s, qual a frequência do som emitido pelo tubo?

- A) 68 Hz
- B) 85 Hz
- C) 136 Hz
- D) 170 Hz
- E) 255 Hz

$$\lambda = 2 \text{ ventres} = 2 \text{ m}$$

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

$$340 = 2 \cdot f$$

$$f = 170 \text{ Hz}$$

Resposta: D



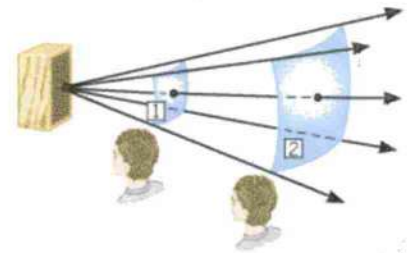
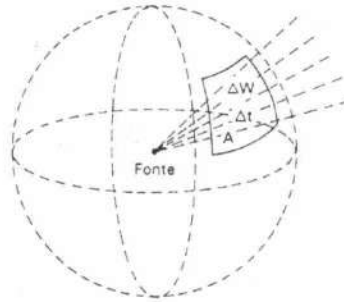
QUALIDADES FISIOLÓGICAS DO SOM

Intensidade:

Intensidade sonora - corresponde a energia da onda. Determinada através de instrumentos acústicos. É definida como a energia sonora que passa por uma determinada área A, numa direção normal à superfície da frente da onda, na unidade de tempo.

$$I = \frac{P}{A}$$

- I - intensidade sonora (W/m²)
- P - potência da onda (W)
- A - área que a onda atravessa (m²)



Intensidade auditiva (ou Nível de intensidade do som) - qualidade que permite afirmar se um som é **fraco** ou **forte**. Tanto a intensidade sonora quanto a intensidade auditiva estão associadas à amplitude da onda.

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

N = representa o nível de intensidade de um som (*decibel – dB*);

I = representa a intensidade sonora do som (W/m²)

I₀ = representa a menor intensidade de um som audível, cujo valor é 10⁻¹¹ W/m² para uma frequência de 1000 Hz; a este valor chamamos *limiar de audibilidade*.

Comentário

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

O **bel (B)** é uma unidade utilizada para expressar a grande variação de intensidades percebidas pelo ouvido humano.

Seu significado:

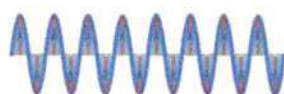
- dois sons diferem de N₁ - N₂ = 1 B ⇔ I₁ = 10 · I₂
- N₁ - N₂ = 2 B ⇔ I₁ = 100 · I₂
- N₁ - N₂ = 3 B ⇔ I₁ = 1000 · I₂

$$1 \text{ dB} = \frac{1}{10} \text{ B} \quad \longrightarrow \quad N = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

SOM	Nível sonoro	SOM	Nível sonoro
Silêncio absoluto	0 dB	Aspirador de pó	80 dB
interior de uma igreja	10 dB	Interior de fábrica têxtil	90 dB
Conversação em voz baixa	20 dB	Buzina de caminhão	100 dB
Respiração ofegante	30 dB	Britadeira	110 dB
Bairro residencial à noite	40 dB	Conjunto de rock	120 dB
Automóvel bem regulado	50 dB	Trovão	130 dB
Conversação em voz normal	60 dB	Decolagem de avião	140 dB
Interior de um restaurante	70 dB	Aterrissagem de avião a jato	150 dB

Altura:

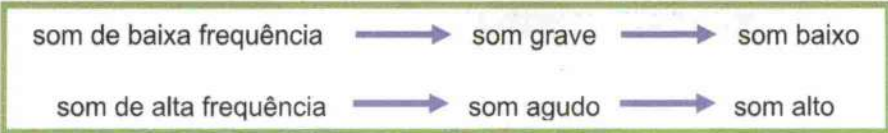
Quanto a altura os sons classificam-se como **GRAVES** e **AGUDOS**. A altura do som está diretamente associada à sua frequência. Quanto maior a frequência, mais alto, ou seja, mais agudo será o som.



agudo

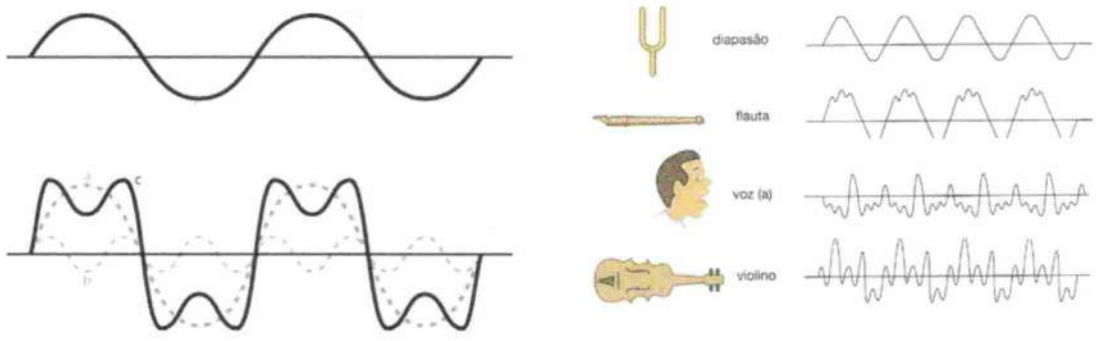


grave



Timbre:

É a qualidade do som que permite distinguir dois sons de mesma altura e intensidades, emitidos por diferentes instrumentos. Nosso ouvido é capaz de distinguir dois sons, de mesma frequência e mesma intensidade, desde que as formas das ondas sonoras correspondentes a estes sons sejam diferentes. Dizemos que os dois sons têm timbres diferentes.

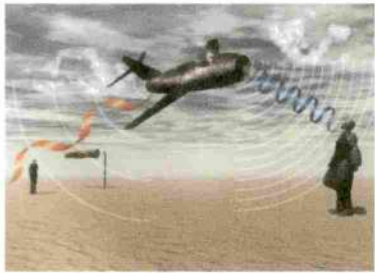


▪ **Parte 6**

Doppler

EFEITO DOPPLER

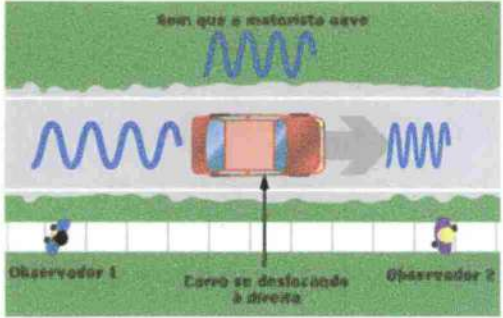
Certamente você já percebeu, numa viagem, que, quando um caminhão ou um ônibus passa buzinando, o som da buzina parece mais agudo quando o veículo se aproxima e mais grave quando ele se afasta.



Isso ocorre porque, quando há um movimento relativo entre uma fonte sonora e um observador, as ondas sonoras captadas pelo observador têm frequências aparentes diferentes da frequência real de emissão. Esse fenômeno recebe o nome de Efeito Doppler.

O **observador 1** capta uma frequência aparente menor que a real.

SOM MAIS GRAVE



O **observador 2** capta uma frequência aparente maior que a real.

SOM MAIS AGUDO



Frequência aparente →

$$f_a = f \frac{V \pm V_0}{V \pm V_F}$$

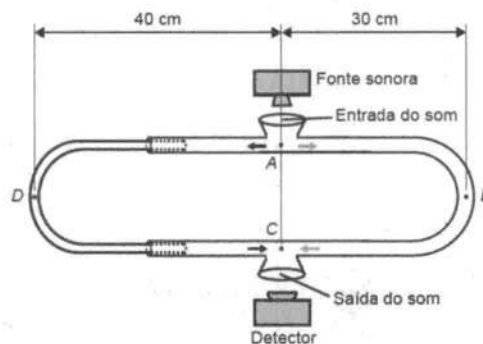
onde : f_a é a frequência aparente
 f é a frequência real
 V é a velocidade do som
 V_F é a velocidade da fonte
 V_0 é a velocidade do observador

Observador	Fonte	Frequência aparente
parado	aproxima-se do observador	$f_a = f \frac{V}{(V - V_F)}$
parado	afastando-se do observador	$f_a = f \frac{V}{(V + V_F)}$
aproximando-se da fonte	parada	$f_a = f \frac{V + V_0}{V}$
afastando-se da fonte	parada	$f_a = f \frac{V - V_0}{V}$
aproximando-se da fonte	aproximando-se do observador	$f_a = f \frac{V + V_0}{(V - V_F)}$
afastando-se da fonte	afastando-se do observador	$f_a = f \frac{V - V_0}{(V + V_F)}$

DESAFIO

ENEM

O trombone de Quincke é um dispositivo experimental utilizado para demonstrar o fenômeno da interferência de ondas sonoras. Uma fonte emite ondas sonoras de determinada frequência na entrada do dispositivo. Essas ondas se dividem pelos dois caminhos (*ADC* e *AEC*) e se encontram no ponto *C*, a saída do dispositivo, onde se posiciona um detector. O trajeto *ADC* pode ser aumentado pelo deslocamento dessa parte do dispositivo. Com o trajeto *ADC* igual ao *AEC*, capta-se um som muito intenso na saída. Entretanto, aumentando-se gradativamente o trajeto *ADC*, até que ele fique como mostrado na figura, a intensidade do som na saída fica praticamente nula. Desta forma, conhecida a velocidade do som no interior do tubo (320 m/s), é possível determinar o valor da frequência do som produzido pela fonte.



O valor da frequência, em hertz, do som produzido pela fonte sonora é

- A) 3 200.
- B) 1 600,
- C) 800
- D) 640
- E) 400



LEITURA 1

Barreira do som

O voo **supersônico** é talvez uma das grandes evoluções tidas na **engenharia aeronáutica** desde a consagração do projeto do avião em si.

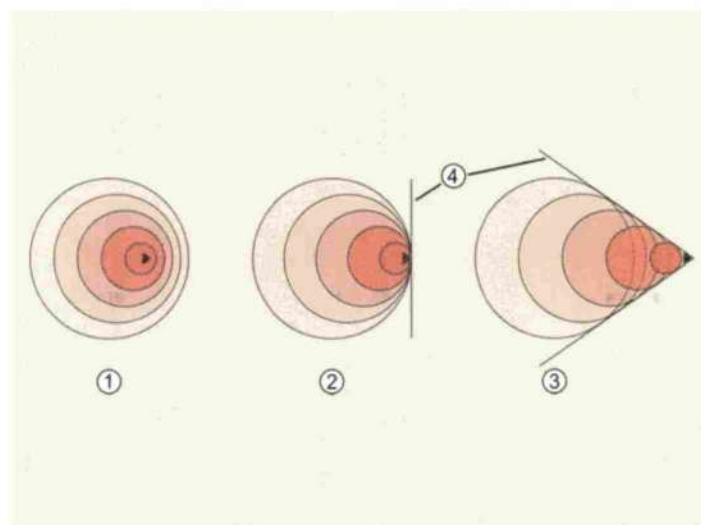


O som viaja através de ondas, usando o ar como meio de propagação. Tais ondas, chamadas “ondas de pressão”, se desenvolvem da mesma maneira como quando jogamos uma pedra sobre um lago: uma onda circular se forma no ponto em que a pedra atinge o lago e se afasta, expandindo-se a uma velocidade constante.

Se atirmos várias pedras no mesmo ponto em intervalos regulares, formaremos ondas concêntricas – é o que ocorre com um emissor de som, como o avião. A velocidade de propagação dessas ondas é o que chamamos de velocidade do som.

Ao nível do mar, em condições de atmosfera padrão, esta velocidade é de 1.226 km/h, e diminui com a queda da temperatura do ar. Assim, ficou convencionalizado que, quando um avião se desloca a uma **velocidade igual à do som**, ele está voando a “**Mach 1**”.

Esta unidade é uma homenagem ao físico austríaco Ernst Mach que, pela primeira vez, mediu a velocidade de propagação do som no ar.



(1) Subsônico; (2) Mach 1; (3) supersônico e (4) onda de choque



Quando um objeto qualquer, como um avião, se desloca na atmosfera, ele comprime o ar à sua volta – principalmente à frente. Desta forma, são criadas ondas de pressão, da mesma maneira como a pedra atirada no lago.

Quando um avião voa a uma velocidade inferior à do som, as ondas de pressão viajam mais rápido, espalhando-se para todos os lados, inclusive à frente do avião. Assim, **o som vai sempre à frente**.

Se o avião acelerar para uma velocidade igual a do som (Mach 1), ou seja, da velocidade de deslocamento de suas ondas de pressão, este estará comprimindo o ar à sua frente e acompanhando as ondas de pressão (o seu próprio som) com a mesma velocidade de sua propagação. Isso resulta num **acúmulo de ondas** no nariz do avião.

Se o avião persistir com essa velocidade exata por algum tempo, à sua frente se formaria uma verdadeira muralha de ar, pois todas as ondas formadas ainda continuariam no mesmo lugar em relação ao avião. Esse fenômeno é conhecido como "**Barreira Sônica**".



Se o avião continua a acelerar, ultrapassando a velocidade do som, ele estará deixando para trás as ondas de pressão que vai produzindo. Um avião só pode atingir velocidades supersônicas se, entre outras coisas, sua aceleração permitir uma passagem rápida pela velocidade de Mach 1, evitando a formação da Barreira Sônica.

Por sua vez, quando o ar em fluxo supersônico é comprimido, sua pressão e densidade aumentam, formando uma onda de choque. Em voo supersônico, com velocidades acima de Mach 1, o avião produz inúmeras ondas de choque, sendo mais intensas as que se originam no nariz do avião, nas partes dianteira (bordo de ataque) e posterior (bordo de fuga) das asas e na parte terminal da fuselagem.

As ondas de choque geradas por um avião em voo supersônico atingirão o solo depois da passagem do avião que as está produzindo, pois esse é mais rápido. Um observador no solo ouvirá um forte estampido assim que as ondas de choque o alcançarem. Esse estampido é conhecido como estrondo sônico, e sua intensidade depende de vários fatores, tais como dimensões do avião, forma, velocidade do voo e altitude.

Tal fenômeno pode, em certas circunstâncias, ser **forte o suficiente para produzir danos** materiais no solo, como quebra de vidros, rachaduras em paredes, muros e outros estragos. Essas possibilidades limitam a operação de voos em velocidades supersônicas sobre os continentes.

Assista ao vídeo que esclarece o incrível "Sonic Boom":





LEITURA 2

Ressonância

A ressonância pode ser explicada da seguinte forma: Os corpos só aceitam acréscimos periódicos de energia se esses acréscimos chegarem com a frequência certa, frequência essa denominada frequência natural do corpo. Uma onda transporta energia de forma periódica. Se a frequência de uma onda coincidir com a frequência natural do corpo em questão, ele irá “aceitar” cada novo acréscimo de energia transportada pela onda passando assim a oscilar com amplitudes cada vez maiores. Isso pode trazer consequências desastrosas, principalmente para a construção civil. Outros objetos, como taças de cristal, podem se romper ao entrar em ressonância com uma fonte sonora de baixa energia.

Uma das mais famosas tragédias da construção civil universal foi a queda da ponte Tacoma Narrows. Uma ponte de 1600 metros que entra em ressonância de torção graças a rajadas de vento de aproximadamente 70 km/h. Obs: Ressonância é a tendência de um sistema mecânico de absorver mais energia quando a frequência de suas oscilações se iguala a frequência de vibração natural do sistema – também conhecida por frequência ressonante – e provocada por um agente externo, no caso o vento.

Os engenheiros calculam as estruturas de construções como ginásios de esportes, estádios de futebol e pavilhões de eventos de modo a evitar que a estrutura entre em ressonância e venha a ruir. Se você estiver em uma arquibancada e a galera vibrar de forma ritmada, fique atento. Se a estrutura começar a balançar de forma anormal ou com amplitudes cada vez maiores.... saia correndo e leve quem você puder com você. Pode dizer que fui eu que mandei. Mas nem só de tragédias vive a ressonância. As transmissões de rádio e TV são possíveis graças a ela. Os elétrons livres da antena entram em ressonância com a fonte emissora permitindo assim o recebimento das informações de imagem e som. Nos fornos de microondas as moléculas de água dos alimentos entram em ressonância com as microondas, “aceitando” assim a energia delas.

As moléculas se agitam com energia cada vez maior elevando sua temperatura. Uma chapa metálica também pode aceitar várias formas de vibração ressonante com várias frequências diferentes, o modo de vibração pode ser visualizado se colocarmos sobre a chapa algum pó que irá se acumular nos locais onde a vibração for menos intensa ou nula.





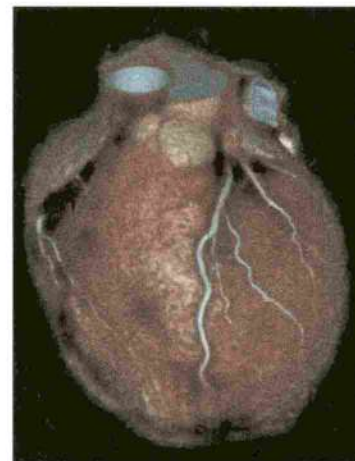
LEITURA 3

Como funcionam a tomografia e a ecografia 3D

Medicina diagnóstica certamente é uma das maiores. Exames que antigamente eram feitos de forma mais rudimentar, agora são realizados com facilidade em clínicas especializadas, facilitando a vida de pacientes que precisam de respostas rápidas para questões de saúde.

A ecografia, por exemplo, já é um exame largamente usado não apenas nos casos de gravidez, mas para visualizar órgãos internos de pacientes com maior precisão. No caso da tomografia, os avanços aparecem no tempo de exame e quantidade de radiação liberada em cada exposição.

Porém, a evolução não para por aí. Atualmente, os exames já contam com a visualização dos locais especificados com a ajuda de montagens de imagens, transformando o que é 2D em três dimensões. Confira como isso acontece tanto na ecografia quanto na tomografia, ficando por dentro de cada detalhe antes mesmo de você precisar de um exame do gênero.



Ecografia

Feita especialmente por gestantes, a grande vantagem da ecografia em três dimensões é a nitidez das imagens. Com isso, os pais conseguem ver todos os detalhes dos bebês, desde dedinhos, boca até contornos do rosto e muito mais.

O funcionamento é igual ao que acontece no exame em duas dimensões. Também conhecido como ultrassom, o aparelho se assemelha a um radar de submarino ou mesmo de um avião. Ele emite sons de alta frequência e, de acordo com a distância e tamanho, retorna com imagens para a tela.

Os aparelhos normalmente emitem frequências que variam de 2 até 14 MHz, dependendo do transdutor (dispositivo que recebe o sinal e o retransmite ao aparelho). Os ecos são recebidos pelo cristal pizoelétrico, aquele que fica em contato com a pele durante o procedimento. A computação gráfica fica encarregada de transformar o som em imagens, que trazem melhor resolução quanto maior for a frequência.

O tal do 3D

A diferença da ecografia em três dimensões é que as imagens em duas dimensões, capturadas de ângulos diferentes, são armazenadas e automaticamente transformadas em 3D por meio de um aparelho feito para a tarefa.

Por reconstruir as imagens em vez de mostrá-las na captura, a ecografia tridimensional não traz visualização em tempo real, mas sim com um “delay” de cerca de 25 segundos. Juntamente com a eco 3D é realizada também a 4D, que funciona com os mesmos princípios do procedimento em três dimensões, porém, traz imagens em tempo real e grava todos os movimentos do feto.



Porém, o exame depende de condições favoráveis para uma boa visualização. Isso porque as imagens recuperadas estão diretamente ligadas à posição da criança no ventre, à movimentação (que pode comprometer a resolução das imagens) e à quantidade de líquido amniótico presente. A parede do útero e a placenta também podem “atrapalhar” no exame, dificultando a captura de boas imagens.





QUESTÕES PÓS-AULA

As **questões pós-aula** tem a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a “obrigação” de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

Fica a dica: se algum dia um “tema de casa” tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

316. ENEM. Na era do telefone celular, ainda é possível se comunicar com um sistema bem mais arcaico e talvez mais divertido: o “telefone com copos de plástico e barbante”.



A onda sonora produzida pelo menino faz vibrar o fundo de um copo plástico, em um movimento de vai e vem imperceptível, mas que cria uma perturbação ao longo do barbante esticado. O barbante, por sua vez, conduz o “som” até o outro copo. Essa perturbação faz vibrar o fundo do segundo copo plástico e a energia veiculada pelo barbante pode, assim, ser restituída sob a forma de uma onda sonora perceptível. Assim, se a menina colocar o ouvido próximo ao outro copo, ela poderá escutar a voz do menino de forma nítida. Com relação ao assunto tratado no texto e na figura, conclui-se que

- A) a antena de um telefone celular exerce a mesma função do barbante que une os dois copos de plástico.
- B) o telefone celular utiliza o mesmo princípio do “telefone de copos plásticos e barbante” para transmitir o som.
- C) as ondas do telefone “com copos de plástico e barbante” são ondas eletromagnéticas, portanto, elas não precisam de um meio material para se propagar.
- D) o segredo para o telefone “com copos de plástico e barbante” funcionar está no barbante que une os dois fundos dos copos e conduz ondas mecânicas de um copo para o outro.
- E) a voz é um sinal complexo constituído de ondas sonoras de mesma frequência. Por esse motivo, o receptor pode ouvir o emissor através da onda se propagando no fio do telefone “com copos de plástico e barbante”.



317. UFRGS. Quando você anda em um velho ônibus urbano, é fácil perceber que, dependendo da frequência de giro do motor, diferentes componentes do ônibus entram em vibração. O fenômeno físico que está se produzindo neste caso é conhecido como



- A) eco.
- B) dispersão.
- C) refração.
- D) ressonância.
- E) polarização.

318. UFRGS. Selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas nas afirmações seguintes.



I – No ar, ondas sonoras de maior _____ têm menor _____.

II – As ondas sonoras são _____.

- A) velocidade de propagação – comprimento de onda – longitudinais
- B) frequência – velocidade de propagação – transversais
- C) frequência – comprimento de onda – longitudinais
- D) comprimento de onda – velocidade de propagação – transversais
- E) velocidade de propagação – frequência – longitudinais

319. UFRGS. Considere as afirmações abaixo:



I – O som se propaga no ar com uma velocidade de aproximadamente 340 m/s.

II – As velocidades de propagação do som no ar e no vácuo são aproximadamente iguais.

III – O eco é devido à reflexão do som.

Quais delas são corretas?

- A) Apenas I
- B) Apenas I e II
- C) Apenas I e III
- D) Apenas II e III
- E) I, II e III

320. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do parágrafo abaixo.



Ondas acústicas em meios fluídos são oscilações _____ de compressão e rarefação. Quando a frequência dessas ondas está entre os limites aproximados de 20 Hz e 20 000 Hz, elas provocam sensações sonoras em seres humanos. As ondas acústicas de frequência superior a 20 000 Hz são chamadas de _____ e são amplamente utilizadas na medicina.



- A) longitudinais – infra-sons
- B) longitudinais – ultra-sons
- C) transversais – raios x
- D) transversais – infra-sons
- E) transversais – ultra-sons

321. UFRGS. As ondas mecânicas no interior dos meios fluidos _____; as ondas mecânicas no interior de meios sólidos _____; as ondas luminosas propagando-se no espaço livre entre o Sol e a Terra _____. Qual das alternativas preenche corretamente, na ordem, as lacunas?



- A) são somente longitudinais – podem ser transversais – são somente transversais
- B) são somente longitudinais – não podem ser transversais – são somente transversais
- C) podem ser transversais – são somente longitudinais – são somente longitudinais
- D) são somente transversais – podem ser longitudinais – são somente longitudinais
- E) são somente transversais – são somente longitudinais – são somente transversais

322. UFRGS. O ouvido humano é capaz de perceber vibrações mecânicas com frequências que variam entre 20 Hz e 20 000 Hz. Sabendo-se que a velocidade de propagação do som no ar é de 340 m/s, os comprimentos de onda correspondentes às frequências acima, ou seja, aqueles que limitam as ondas sonoras percebidas pelos humanos, são, respectivamente,



- A) 17 m e 0,017
- B) 0,017 m e 17 m
- C) $6,8 \times 10^3$ m e $6,8 \times 10^6$ m
- D) $6,8 \times 10^6$ m e $6,8 \times 10^1$ m
- E) $5,9 \times 10^{-2}$ m e $5,9 \times 10^1$ m

323. PUCRS. Sabe-se que uma forma de propagação de energia em diferentes meios ocorre através de ondas. A partir dessa afirmação, é correto dizer que



- A) a onda eletromagnética emitida por um telefone celular viaja à velocidade da luz.
- B) o alto-falante de uma caixa de som emite uma onda eletromagnética transversal que é detectada pelo ouvido humano e interpretada como música pelo cérebro.
- C) as ondas do mar propagam-se com a mesma velocidade com que as ondas sonoras se propagam no ar.
- D) ondas sonoras nunca sofrem o fenômeno da difração, pois isso é uma característica apenas da luz visível.
- E) no vácuo, as ondas sonoras se propagam com uma velocidade maior do que se propagam na água.

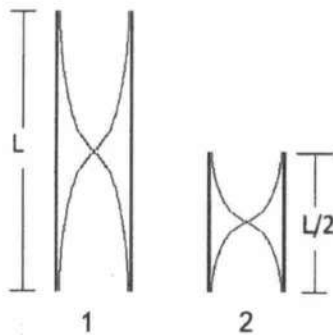


324. PUCRS. O eco é o fenômeno que ocorre quando um som emitido e seu reflexo em um anteparo são percebidos por uma pessoa com um intervalo de tempo que permite ao cérebro distingui-los como sons diferentes. Para que se perceba o eco de um som no ar, no qual a velocidade de propagação é de 340m/s, é necessário que haja uma distância de 17,0m entre a fonte e o anteparo. Na água, em que a velocidade de propagação do som é de 1.600m/s, essa distância precisa ser de



- A) 34,0m
- B) 60,0m
- C) 80,0m
- D) 160,0m
- E) 320,0m

325. UFRGS. Uma onda sonora propagando-se no ar é uma sucessão de compressões e rarefações da densidade do ar. Na figura abaixo, estão representadas, esquematicamente, ondas sonoras estacionárias em dois tubos, 1 e 2, abertos em ambas as extremidades. Os comprimentos dos tubos 1 e 2 são, respectivamente, L e L/2.



Sendo λ_1 e λ_2 os respectivos comprimentos de onda das ondas representadas nos tubos 1 e 2, f_1 e f_2 suas frequências, as razões entre os comprimentos de onda λ_1/λ_2 e as frequências f_1/f_2 são, nessa ordem,

- A) 1 e 1.
- B) 2 e 1.
- C) 2 e 1/2
- D) 1/2 e 1.
- E) 1/2 e 2.

326. UFRGS. A tabela abaixo apresenta a frequência f de três diapasões.

Diapasão	f (Hz)
d_1	264
d_2	352
d_3	440



Considere as afirmações abaixo.



I - A onda sonora que tem o maior período é a produzida pelo diapasão d1.

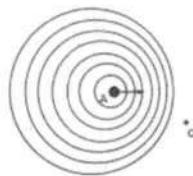
II - As ondas produzidas pelos três diapasões, no ar, têm velocidades iguais.

III - O som mais grave é o produzido pelo diapasão d3.

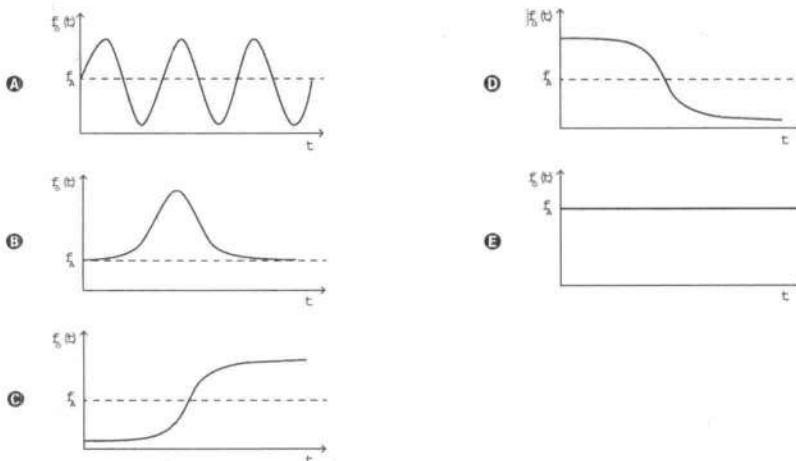
Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas I e II.
- E) I, II e III.

327. ENEM. Uma ambulância A em movimento retilíneo e uniforme aproxima-se de um observador O, em repouso.



A sirene emite um som de frequência constante f_A . O desenho ilustra as frentes de onda do som emitido pela ambulância. O observador possui um detector que consegue registrar, no esboço de um gráfico, a frequência da onda sonora detectada em função do tempo $f_0(t)$, antes e depois da passagem da ambulância por ele. Qual esboço gráfico representa a frequência $f_0(t)$ detectada pelo observador?



328. ENEM. A figura 1 apresenta o gráfico da intensidade, em decibéis (dB), da onda sonora emitida por um alto-falante, que está em repouso, e medida por um microfone em função da frequência da onda para diferentes distâncias: 3 mm, 25 mm, 51 mm e 60 mm. A Figura 2 apresenta um diagrama com a indicação das diversas faixas do espectro de frequência sonora para o modelo de alto-falante utilizado neste experimento.





Figura 1

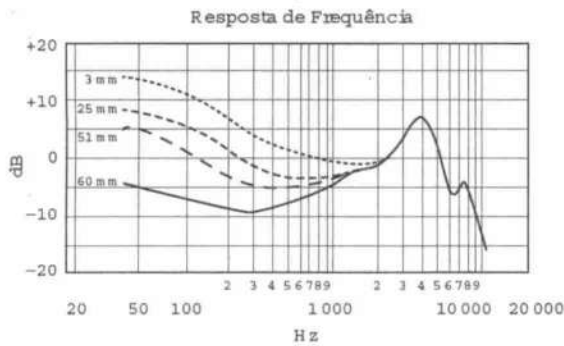
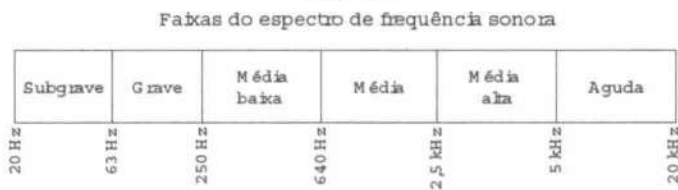


Figura 2



Relacionando as informações presentes nas figuras 1 e 2, como a intensidade sonora percebida é afetada pelo aumento da distância do microfone ao alto-falante?

- A) Aumenta na faixa das frequências médias.
- B) Diminui na faixa das frequências agudas.
- C) Diminui na faixa das frequências graves.
- D) Aumenta na faixa das frequências médias altas.
- E) Aumenta na faixa das frequências médias baixas.

329. ENEM. O morcego emite pulsos de curta duração de ondas ultrassônicas, os quais voltam na forma de ecos após atingirem objetos no ambiente, trazendo informações a respeito das suas dimensões, suas localizações e dos seus possíveis movimentos. Isso se dá em razão da sensibilidade do morcego em detectar o tempo gasto para os ecos voltarem, bem como das pequenas variações nas frequências e nas intensidades dos pulsos ultrassônicos. Essas características lhe permitem caçar pequenas presas mesmo quando estão em movimento em relação a si. Considere uma situação unidimensional em que uma mariposa se afasta, em movimento retilíneo e uniforme, de um morcego em repouso. A distância e velocidade da mariposa, na situação descrita, seriam detectadas pelo sistema de um morcego por quais alterações nas características dos pulsos ultrassônicos?



- A) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida diminuída.
- B) Intensidade aumentada, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida diminuída.
- C) Intensidade diminuída, o tempo de retorno diminuído e a frequência percebida aumentada.
- D) Intensidade diminuída, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.
- E) Intensidade aumentada, o tempo de retorno aumentado e a frequência percebida aumentada.



330. Fenômenos ondulatórios são comuns no dia a dia. Quem nunca ouviu falar em terremotos, ondas no mar e barulho de propaganda política? O som também é um fenômeno ondulatório. Toda informação que chega aos nossos ouvidos é um tipo de onda que viaja por um meio líquido, sólido ou gasoso. A velocidade do som no ar possui módulo de, aproximadamente, 340 m/s. O ouvido humano é capaz de perceber ruídos que vão de 20 a 20.000 Hz. Um dado ruído, no ar, possui comprimento de onda de 21,25 m. Num bairro em que este ruído tocou a noite inteira, moradores da região reclamaram de barulho. Sobre o barulho em questão, assinale a alternativa **correta**.



- A) O barulho certamente é do ruído, pois, ocorrendo durante toda a noite, a intensidade de som seria elevada e acordaria os moradores.
- B) O ruído não pode ter incomodado os moradores, uma vez que não é perceptível ao ouvido humano.
- C) O ruído pode ter sido a causa do barulho, pois sua frequência f está no intervalo $20 \text{ Hz} < f < 20 \text{ kHz}$.
- D) O ruído não pode ter sido a causa do barulho, pois sua frequência é superior a 20 kHz.

331. ENEM. O sonorizador é um dispositivo físico implantado sobre a superfície de uma rodovia de modo que provoque uma trepidação e ruído quando da passagem de um veículo sobre ele, alertando para uma situação atípica à frente, como obras, pedágios ou travessia de pedestres. Ao passar sobre os sonorizadores, a suspensão do veículo sofre vibrações que produzem ondas sonoras, resultando em um barulho peculiar. Considere um veículo que passe com velocidade constante igual a 108 km/h sobre um sonorizador cujas faixas são separadas por uma distância de 8 cm.



A frequência de vibração do automóvel percebida pelo condutor durante a passagem nesse sonorizador é mais próxima de

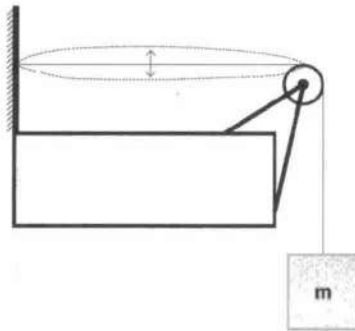
- A) 8,6 hertz.
- B) 13,5 hertz.
- C) 375 hertz.
- D) 1350 hertz.
- E) 4860 hertz.

332. PUCRS. A força tensora sobre uma corda e a sua densidade linear são aspectos relevantes para que se possa determinar o valor da velocidade de propagação de um pulso mecânico nesse meio. Na expressão abaixo, F_T representa a força tensora na corda, μ a densidade linear do meio e v a velocidade de propagação do pulso na corda.



$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

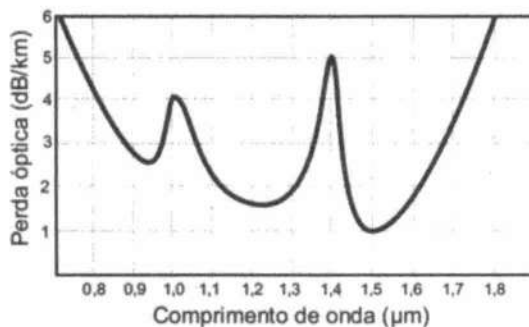
Para a situação de uma corda instalada, como mostra a figura abaixo, assumo que o comprimento de onda seja muito maior do que o deslocamento transversal máximo.



Considere que inicialmente uma força tensora de intensidade F esteja aplicada ao cabo, produzindo uma onda estacionária de frequência f e comprimento de onda λ . Para se obter uma frequência três vezes maior para a onda na mesma corda, mantendo-se constante o seu comprimento de onda, seria necessário aumentar a massa do bloco _____, e o som produzido seria mais _____.

- A) 3 vezes – grave
- B) 3 vezes – agudo
- C) 9 vezes – grave
- D) 9 vezes – agudo

333. ENEM. Em uma linha de transmissão de informações por fibra óptica, quando um sinal diminui sua intensidade para valores inferiores a 10 dB, esta precisa ser retransmitido. No entanto, intensidades superiores a 100 dB não podem ser transmitidas adequadamente. A figura apresenta como se dá a perda de sinal (perda óptica) para diferentes comprimentos de onda para certo tipo de fibra óptica.



Qual é a máxima distância, em km, que um sinal pode ser enviado nessa fibra sem ser necessária uma retransmissão?

- A) 6
- B) 18
- C) 60
- D) 90
- E) 100



334. UCPEL. Considere as alternativas abaixo e analise as opções corretas.

- I. Ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio material para sua propagação; então, não são capazes de se propagar em regiões onde existe tal meio.
- II. O som é uma onda mecânica capaz de se propagar no vácuo.
- III. As ondas transportam energia e matéria e, por isso, estão muito presentes nas tecnologias contemporâneas, como internet, telefonia celular, dentre outras.
- IV. A velocidade de propagação de uma onda mecânica varia conforme o meio em que ela se encontra.
- V. A luz visível é um fenômeno ondulatório, uma onda eletromagnética.
- VI. Sejam duas ondas, que se propagam na mesma direção e sentido e estão superpostas. Além disso, apresentam a mesma amplitude e a mesma fase. Então, o valor medido para a amplitude da onda resultante será maior que a amplitude original das duas ondas que a originaram.

Marque a opção certa.

- A) II, III e V estão corretas.
- B) IV, V e VI estão corretas.
- C) I, III e IV estão corretas.
- D) I, II e III estão corretas.
- E) II, III e IV estão corretas.

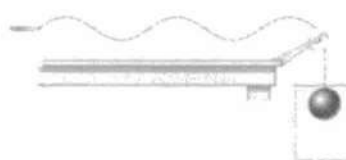


335. UCPEL. Um estudante de física resolveu investigar as propriedades das ondas estacionárias geradas em cordas. Para isso, ele montou o aparato experimental que é ilustrado nas figuras abaixo.

Na figura 1, uma das pontas da corda é presa em uma fonte que vibra com frequência constante e a outra extremidade da corda é presa a uma esfera suspensa. Nesse caso, a imagem mostra a formação de uma onda estacionária na corda. Na figura 2, um recipiente com água é introduzido no experimento de forma a deixar a esfera completamente submersa e, conseqüentemente, muda o padrão da onda estacionária formada na corda.



(Figura 1)



(Figura 2)

Quando a esfera ficou completamente submersa,

- A) a onda estacionária passou do segundo harmônico para o quinto harmônico, pois o empuxo exercido pela água aumentou a força de tração na qual a corda estava submetida e, conseqüentemente, aumentou a velocidade de propagação da onda na corda.
- B) a onda estacionária passou do primeiro harmônico para o segundo harmônico, pois o empuxo exercido pela água diminuiu a força de tração na qual a corda estava submetida e, conseqüentemente, diminuiu a velocidade de propagação da onda na corda.





- C) a onda estacionária passou do segundo harmônico para o quinto harmônico, pois o empuxo exercido pela água diminuiu a força de tração na qual a corda estava submetida e, conseqüentemente, diminuiu a velocidade de propagação da onda na corda.
- D) a onda estacionária passou do primeiro harmônico para o terceiro harmônico, pois o empuxo exercido pela água diminuiu a força de tração na qual a corda estava submetida e, conseqüentemente, aumentou a velocidade de propagação da onda na corda.
- E) a onda estacionária passou do segundo harmônico para o quinto harmônico, pois o empuxo exercido pela água diminuiu a força de tração na qual a corda estava submetida e, conseqüentemente, aumentou a velocidade de propagação da onda na corda.

336. ENEM. A medida da velocidade de um veículo, utilizando radar, baseia-se no fato de que as ondas emitidas pelo radar e detectadas após serem refletidas pelo veículo em movimento têm frequências diferentes. Esse fenômeno é denominado Efeito Doppler.



- A) onda refletida pelo veículo citada no texto é uma onda mecânica e se propaga com a velocidade do som.
- B) onda eletromagnética e se propaga com a velocidade da luz.
- C) onda mecânica e tem o mesmo comprimento de onda da onda incidente.
- D) onda eletromagnética que tem o mesmo comprimento de onda da onda incidente.
- E) onda eletromagnética que, devido à sua alta frequência, se propaga com velocidade maior que a velocidade da luz.

337. ENEM. Para afinar um violão, um músico necessita de uma nota para referência, por exemplo, a nota Lá em um piano. Dessa forma, ele ajusta as cordas do violão até que ambos os instrumentos toquem a mesma nota. Mesmo ouvindo a mesma nota, é possível diferenciar o som emitido pelo piano e pelo violão. Essa diferenciação é possível, porque



- A) a ressonância do som emitido pelo piano é maior.
- B) potência do som emitido pelo piano é maior.
- C) a intensidade do som emitido por cada instrumento é diferente.
- D) o timbre do som produzido por cada instrumento é diferente.
- E) a amplitude do som emitido por cada instrumento é diferente.

338. UFRGS. Assinale a alternativa correta sobre características de fenômenos ondulatórios.



- A) Uma nota musical propagando-se no ar é uma onda estacionária.
- B) O clarão proveniente de uma descarga elétrica é composto por ondas transversais.
- C) A frequência de uma onda é dependente do meio no qual a onda se propaga.
- D) Uma onda mecânica transporta energia e matéria.
- E) A velocidade de uma onda mecânica não depende do meio no qual se propaga.



339. ACAFE. As ondas de ultrassom são muito utilizadas em um exame denominado ultrassonografia (USG). O exame é realizado passando-se um transdutor que emite uma onda de ultrassom, com frequências entre 1 MHz e 10 MHz, numa velocidade das ondas de ultrassom nos tecidos humanos da ordem de 1500m/s, que é refletida pelo órgão de acordo com sua densidade, sendo captado a onda refletida enviada ao computador que forma as imagens em função da densidade do órgão estudado.



Com base no exposto a respeito do ultrassom, analise as proposições a seguir, marque com **V** as **verdadeiras** e com **F** as **falsas** e assinale a alternativa com a sequência **correta**.

- () O comprimento de onda dessas ondas de ultrassom nesse exame varia de 1,5mm a 0,15mm.
- () A realização do diagnóstico por imagem tem como base os fenômenos de reflexão e refração de ondas longitudinais.
- () Também por ser uma onda pode-se usar o efeito Doppler para avaliar a velocidade do fluxo sanguíneo, por exemplo.
- () O ultrassom é uma onda eletromagnética, por esse fato pode penetrar nos órgãos e tecidos.
- () O exame é comum para acompanhar as gestações, pois não utiliza radiações ionizantes.

- A) F - F - F - V - V
B) V - F - V - F - F
C) F - V - F - F - V
D) V - V - V - F - V

340. UCPEL. Existe vários tipos de instrumentos musicais que, geralmente, são separados pelos tipos de vibrações que emitem som. Por exemplo, temos os instrumentos de corda, como o violão, a harpa e o violino, os quais se caracterizam por apresentarem vibrações causadas pelas cordas fixas em duas extremidades. Ao tocarmos uma corda de um instrumento desse tipo, causamos uma perturbação que se propaga por ela, se refletindo na ponta fixa de um lado e repetindo a reflexão na ponta fixa do outro lado. Assim, por superposição de uma onda na outra, podemos gerar na corda uma onda estacionária. Este tipo de onda é caracterizado por



- A) ser resultado da interferência entre duas ondas com mesma amplitude, mesmo comprimento de onda e mesmo de sentido de propagação.
- B) apresentar amplitude que varia com a posição do elemento da corda, existindo pontos de amplitude nula, chamados nós ou nodos, onde a corda permanece em repouso.
- C) apresentar locais ao longo da corda, chamados de nós ou nodos, onde a amplitude resultante é máxima e a corda permanece em repouso.
- D) apresentar amplitude igual para todos os elementos da corda, pois nesse tipo de onda a amplitude não varia com a posição.
- E) ser o resultado da interferência entre duas ondas com mesmas amplitudes e frequências ligeiramente diferentes, produzindo o fenômeno do batimento.



341. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo.

O alarme de um automóvel está emitindo som de uma determinada frequência. Para um observador que se aproxima rapidamente deste automóvel, esse som parece ser de _____ frequência. Ao afastar-se, o mesmo observador perceberá um som de _____ frequência.



- A) maior – igual
- B) maior – menor
- C) igual – igual
- D) menor – maior
- E) igual – menor

342. UFRGS. A tabela apresenta a frequência f dos sons fundamentais de notas musicais produzidas por diapasões que se propagam no ar. Considerando-se esses dados, selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas das seguintes afirmações:

som	f (Hz)
dó	264
rê	297
mi	330
fá	352
sol	396
lá	440
si	495

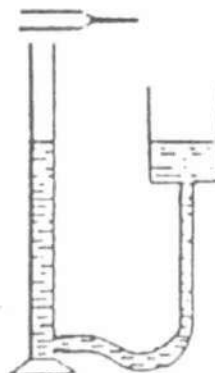


I – Do som mais agudo ao som mais grave, as ondas têm um aumento progressivo do (a) _____.

II – O comprimento de onda do som lá é _____ do que o do som mi.

- A) período – menor
- B) período – maior
- C) altura – maior
- D) frequência – maior
- E) frequência – menor

343. UFRGS. A figura ao lado mostra uma aparelhagem simples que pode ser usada para medir a velocidade do som no ar utilizando a ressonância. Um diapasão, cuja frequência é de 440 Hz, é mantido vibrando um pouco acima da extremidade aberta do tubo. O comprimento da coluna de ar pode ser variado alterando-se o nível da água no tubo. A intensidade do som atinge um máximo sempre que a coluna de ar vibra em ressonância com o diapasão. Alterando-se o nível da água, verifica-se que a distância entre dois níveis sucessivos em que ocorre a ressonância é de 38 cm.



Nesse caso, qual é, aproximadamente, o valor medido para a velocidade do som no ar?



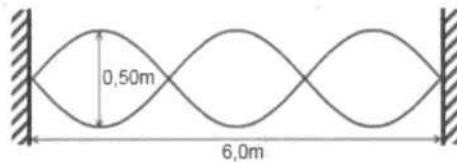
- A) 330 m/s
- B) 334 m/s
- C) 336 m/s
- D) 340 m/s
- E) 344 m/s

344. ENEM. As notas musicais podem ser agrupadas de modo a formar um conjunto. Esse conjunto pode formar uma escala musical. Dentre as diversas escalas existentes, a mais difundida é a escala diatônica, que utiliza as notas denominadas dó, ré, mi, fá, sol, lá e si. Essas notas estão organizadas em ordem crescente de alturas, sendo a nota dó a mais baixa e a nota si a mais alta. Considerando uma mesma oitava, a nota si é a que tem menor:

- A) Amplitude.
- B) Frequência.
- C) Velocidade.
- D) Intensidade.
- E) Comprimento de onda.



345. PUCRS. Fazendo vibrar um fio esticado entre dois pontos fixos, como numa corda de violão, é possível obter diversos padrões de ondas estacionárias, os quais são denominados de harmônicos. No esquema a seguir, que não está em escala, é mostrado um desses harmônicos



Analisando esse harmônico, pode-se afirmar corretamente que o comprimento de onda e a amplitude da onda estacionária, em metros, são, respectivamente,

- A) 0,50 e 6,0
- B) 2,0 e 0,25
- C) 2,0 e 0,50
- D) 4,0 e 0,25
- E) 6,0 e 0,50



346. PUCRS. Um sonar fetal, cuja finalidade é escutar os batimentos cardíacos de um bebê em formação, é constituído por duas pastilhas cerâmicas iguais de titanato de bário, uma emissora e outra receptora de ultrassom. A pastilha emissora oscila com uma frequência de $2,2 \times 10^6$ Hz quando submetida a uma tensão variável de mesma frequência. As ondas de ultrassom produzidas devem ter um comprimento de onda que possibilite a reflexão das mesmas na superfície pulsante do coração do feto. As ondas ultrassônicas refletidas que retornam à pastilha receptora apresentam frequência ligeiramente alterada, o que gera interferências periódicas de reforço e atenuação no sinal elétrico resultante das pastilhas. As alterações no sinal elétrico, após serem amplificadas e levadas a um alto-falante, permitem que os batimentos cardíacos do feto sejam ouvidos.





Considerando que a velocidade média das ondas no corpo humano (tecidos moles e líquido amniótico) seja 1540m/s, o comprimento de onda do ultrassom que incide no coração fetal é _____, e o efeito que descreve as alterações de frequência nas ondas refletidas chama-se _____.

A alternativa que completa corretamente as lacunas é:

- A) 0,70mm Joule
- B) 7,0mm Joule
- C) 0,70mm Doppler
- D) 7,0mm Doppler
- E) 70mm Pascal

347. PUCRS. O comprimento de uma corda de guitarra é 64,0cm. Esta corda é afinada para produzir uma nota com frequência igual a 246Hz quando estiver vibrando no modo fundamental. Se o comprimento da corda for reduzido à metade, a nova frequência fundamental do som emitido será:



- A) 123Hz
- B) 246Hz
- C) 310Hz
- D) 369Hz
- E) 492Hz

INSTRUÇÃO: Responder à questão **348** relacionando o fenômeno ondulatório da coluna A com a situação descrita na coluna B, numerando os parênteses.

Coluna A

- 1 – Reflexão
- 2 – Refração
- 3 – Ressonância
- 4 – Efeito Doppler

Coluna B

- () Um peixe visto da margem de um rio parece estar a uma profundidade menor do que realmente está.
- () Uma pessoa empurra periodicamente uma criança num balanço de modo que o balanço atinja alturas cada vez maiores.
- () Os morcegos conseguem localizar obstáculos e suas presas, mesmo no escuro.
- () O som de uma sirene ligada parece mais agudo quando a sirene está se aproximando do observador.

348. PUCRS. A numeração correta da coluna B, de cima para baixo, é:



- A) 2 – 4 – 1 – 3
- B) 2 – 3 – 1 – 4
- C) 2 – 1 – 2 – 3
- D) 1 – 3 – 1 – 4
- E) 1 – 3 – 2 – 4



349. PUCRS. Em relação às ondas sonoras, é correto afirmar:

- A) O fato de uma pessoa ouvir a conversa de seus vizinhos de apartamento através da parede da sala é um exemplo de reflexão de ondas sonoras.
- B) A qualidade fisiológica do som que permite distinguir entre um piano e um violino, tocando a mesma nota, é chamada de timbre e está relacionada com a forma da onda.
- C) Denominam-se infrassom e ultrassom as ondas sonoras cujas frequências estão compreendidas entre a mínima e a máxima percebidas pelo ouvido humano.
- D) A grandeza física que diferencia o som agudo, emitido por uma flauta, do som grave, emitido por uma tuba, é a amplitude da onda.
- E) A propriedade das ondas sonoras que permite aos morcegos localizar obstáculos e suas presas é denominada refração.



350. PUCRS. Um tubo sonoro fechado numa extremidade, cheio de ar, de comprimento L , ressoa na frequência fundamental de 850 Hz. Supondo-se a velocidade de propagação do som no ar igual a 340 m/s, o valor do comprimento L é

- A) 10 cm
- B) 20 cm
- C) 30 cm
- D) 40 cm
- E) 50 cm



351. UCPEL. Os sons graves caracterizam-se por terem frequências fundamentais menores que a dos sons agudos. Isso significa que:

- A) o comprimento de onda dos sons graves é menor que o dos agudos.
- B) as cordas graves de um violão são mais finas que as agudas.
- C) a frequência fundamental de uma onda estacionária numa corda de violão independe da espessura da corda.
- D) o período dos sons graves é menor do que dos sons agudos.
- E) as cordas dos sons graves de um violão são mais grossas que as dos sons agudos.



352. Uma pessoa em uma parada de ônibus ouve o som emitido por uma sirene de um carro de polícia que se afasta com uma velocidade de 72 km/h. Sabendo que a velocidade do som é de, aproximadamente, 340 m/s e que a frequência emitida pela sirene é de 200 Hz, a frequência ouvida pelo observador será de, aproximadamente,

- A) 2000 Hz.
- B) 1840 Hz.
- C) 1889 Hz.
- D) 1500 Hz.
- E) 1651 Hz.





353. UFRGS. Uma onda sonora propagando-se em um meio fluido, com velocidade de módulo 1.440 m/s, sofre reflexão entre duas barreiras de modo a formar nesse meio uma onda estacionária. Se a distância entre dois nós consecutivos dessa onda estacionária é 4,0 cm, a frequência da onda sonora é

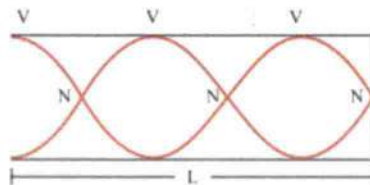
- A) 180 Hz
- B) 360 Hz
- C) 1.800 Hz
- D) 3.600 Hz
- E) 18.000 Hz

354. Na geração da voz humana, a garganta e a cavidade oral agem como um tubo, com uma extremidade aproximadamente fechada na base da laringe, onde estão as cordas vocais, e uma extremidade aberta na boca. Nessas condições, sons são emitidos com maior intensidade nas frequências e comprimentos de ondas para as quais há um nó (N) na extremidade fechada e um ventre (V) na extremidade aberta, como ilustra a figura. As frequências geradas são chamadas harmônicos ou modos normais de vibração. Em um adulto, este tubo do trato vocal tem aproximadamente 17 cm. A voz normal de um adulto ocorre em frequências situadas aproximadamente entre o primeiro e o terceiro harmônicos.

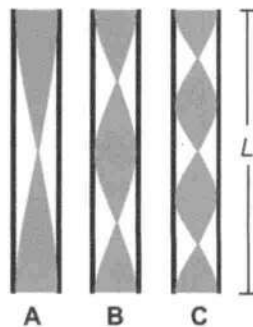


Considerando que a velocidade do som no ar é 340 m/s, os valores aproximados, em hertz, das frequências dos três primeiros harmônicos da voz normal de um adulto são

- A) 50, 150, 250.
- B) 100, 300, 500.
- C) 170, 510, 850.
- D) 340, 1 020, 1 700.
- E) 500, 1 500, 2 500.



355. ENEM. Em uma flauta, as notas musicais possuem frequências e comprimentos de onda (λ) muito bem definidos. As figuras mostram esquematicamente um tubo de comprimento L , que representa de forma simplificada uma flauta, em que estão representados: em A o primeiro harmônico de uma nota musical (comprimento de onda λ_A), em B seu segundo harmônico (comprimento de onda λ_B) e em C o seu terceiro harmônico (comprimento de onda λ_C), onde $\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C$.





Em função do comprimento do tubo, qual o comprimento de onda da oscilação que forma o próximo harmônico?

- A) $L/4$
- B) $L/5$
- C) $L/2$
- D) $L/8$
- E) $6L/8$

356. PUCRS. 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.



357. 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



358. ENEM. Ao assistir a uma apresentação musical, um músico que estava na plateia percebeu que conseguia ouvir quase perfeitamente o som da banda, perdendo um pouco de nitidez nas notas mais agudas. Ele verificou que havia muitas pessoas bem mais altas à sua frente, bloqueando a visão direta do palco e o acesso aos alto-falantes. Sabe-se que a velocidade do som no ar é 340 m/s e que a região de frequências das notas emitidas é de, aproximadamente 20 Hz a 4000 Hz.

Qual fenômeno ondulatório é o principal responsável para que o músico percebesse essa diferenciação do som?





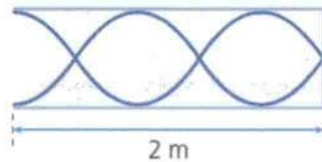
- A) Difração.
- B) Reflexão.
- C) Refração.
- D) Atenuação.
- E) Interferência.

359. 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 (à)



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

360. A figura abaixo representa uma onda estacionária que se forma em um tubo sonoro fechado. Considere a velocidade do som no ar igual a 340 m/s.



Assinale a alternativa que representa a frequência do som emitido pelo tubo.

- A) 680 Hz
- B) 170 Hz
- C) 212,5 Hz
- D) 185,5 Hz
- E) 92,5 Hz



Aula 34

Óptica I

PARTE 1

Estudar a Parte 1 – P.273 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 1 se necessário
Fazer a Leitura 3 – P.290
Fazer as questões 363, 366, 367, 368 e 385

PARTE 2

Estudar a Parte 2 – P.275 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 2 se necessário
Fazer a Leitura 1 – P.285 e Leitura 2 – P.287
Fazer as questões 361, 362, 369, 372, 373, 377, 379, 383 e 384

PARTE 3

Estudar a Parte 3 – P.278 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 3 se necessário
Fazer a questão 365

PARTE 4

Estudar a Parte 4 – P.279 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 4 se necessário
Analisar os Desafios – P.281
Fazer as questões 364, 370, 371, 374, 375, 376, 378, 380, 381 e 382



A **trilha de aprendizagem** acima indica ao aluno o **caminho do seu estudo nessa aula**. **Rever a aula e as anotações** inicialmente, antes de seguir para as questões pós-aula, é fundamental para se preparar corretamente em relação as questões que serão resolvidas. **Fazer as leituras do livro e aquelas indicadas após a aula**, bem como **vídeos indicados**, ampliam seu conhecimento sobre o assunto. Apenas **após esses passos** orientamos você a partir para as **questões pós-aula**.



Introdução à óptica geométrica

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A **luz** é uma radiação eletromagnética de frequência muito elevada ($\cong 10^{14}$ Hz), comprimento de onda muito pequeno ($\cong 10^{-6}$ m) e cuja velocidade de propagação no vácuo é a das próprias ondas eletromagnéticas, ou seja, 3×10^8 m/s.



Os fenômenos estudados em óptica geométrica podem ser descritos com a simples noção de raio de luz, que são linhas orientadas que representam, graficamente, a direção e o sentido de propagação da luz (*Figura 1*).

Um conjunto de raios de luz constitui um feixe de luz (*Figura 2*), que pode ser divergente (a), convergente (b) ou paralelo (c).

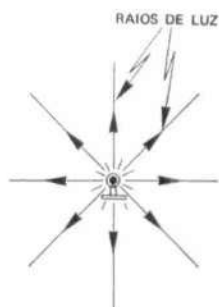


Figura 1

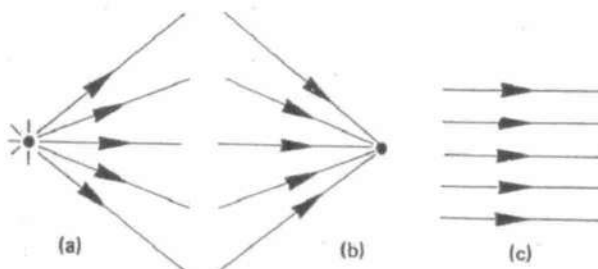


Figura 2

Os corpos que emitem a luz que produzem são chamados **corpos luminosos** (ex.: Sol, estrelas, chama de uma vela, lâmpadas elétricas, etc.).

Os corpos luminosos e iluminados constituem as **fontes de luz**.

- Corpos luminosos → Fonte primária de luz





Se o corpo reenvia para o espaço a luz que recebe de outros corpos ele é chamado de **corpo iluminado** (ex.: Lua, paredes, roupas, etc.).

- Corpos iluminados → Fontes secundárias de luz



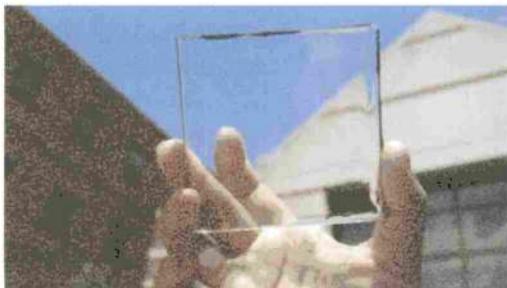
No caso de a fonte de luz ter dimensões desprezíveis em relação as distâncias que a separam de outros corpos ela é denominada **fonte puntiforme** ou **pontual**. No caso contrário, ela é denominada **fonte extensa**.

MEIOS TRANSPARENTES, TRANSLÚCIDOS E OPACOS

Os meios através dos quais os objetos podem ser vistos com nitidez são denominados **transparentes**. Nestes meios, a luz segue trajetórias regulares e bem definidas. Exemplos: vácuo, ar, água, vidro comum etc.

Os meios através dos quais os objetos não são vistos nitidamente são denominados **translúcidos**. Nestes meios, a luz segue trajetórias irregulares conforme a figura. Exemplos: vidro fosco, vidro leitoso, papel manteiga, papel vegetal etc.

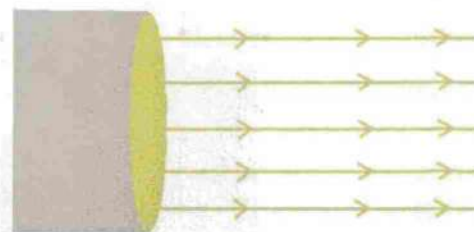
Os meios em que a luz não se propaga são denominados **opacos**. Exemplos: madeiras, metais etc.



PRINCÍPIOS DA PROPAGAÇÃO DA LUZ.

1º princípio: **Propagação Retilínea da Luz**

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





2º princípio: **Independência dos Raios Luminosos**

Quando dois ou mais raios se cruzam vindos de fontes diferentes se cruzam, seguem suas trajetórias de forma independente, como se os outros não existissem.



3º Princípio: **Reversibilidade dos Raios Luminosos**

A trajetória seguida por um raio luminoso é independente do sentido da sua propagação.

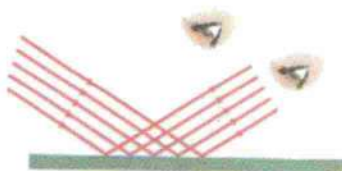


▪ Parte 2

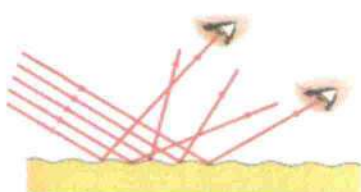
Fenômenos

FENÔMENOS ÓPTICOS

Reflexão regular (especular): o feixe de raios paralelos que se propaga no meio (1) incide sobre a superfície S e retorna ao meio (1), mantendo o paralelismo. E o que acontece, por exemplo, sobre a superfície plana e polida de um metal.

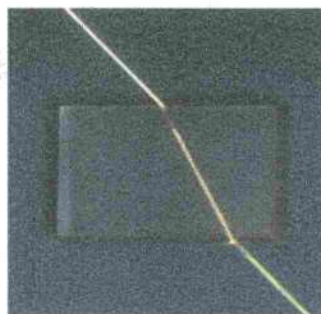
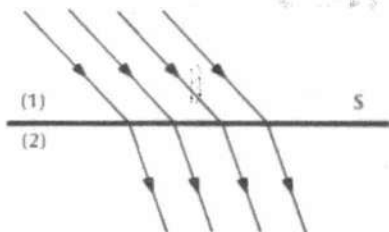


Reflexão difusa: o feixe de raios paralelos que se propaga no meio (1) incide sobre a superfície S e retorna ao meio (1), perdendo o paralelismo e espalhando-se em todas as direções. A difusão é devida às irregularidades da superfície. A reflexão difusa é responsável pela visão dos objetos que nos cercam. Por exemplo, vemos uma parede porque ela reflete difusamente para nossa vista a luz que recebe.

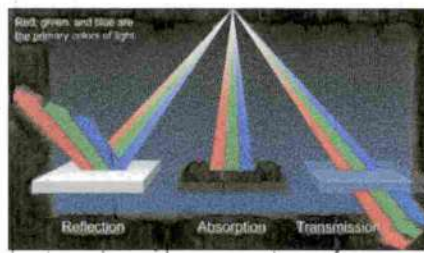
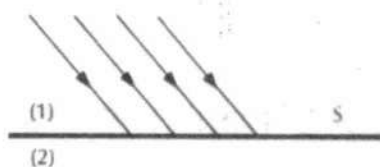




Refração da luz: o feixe de raios paralelos que se propaga no meio (1) incide sobre a superfície S e passa a se propagar no meio (2). É o que acontece, por exemplo, quando a luz se propaga no ar e incide sobre a superfície livre da água de uma piscina. A refração permite a uma pessoa no fundo da piscina ver o sol.



Absorção da luz: o feixe de raios paralelos que se propaga no meio (1) incide sobre a superfície S e não retorna ao meio (1), nem se propaga no meio (2): ocorre absorção de luz. Como a luz é uma forma de energia, sua absorção ocasiona um aquecimento.



A COR DE UM CORPO POR REFLEXÃO



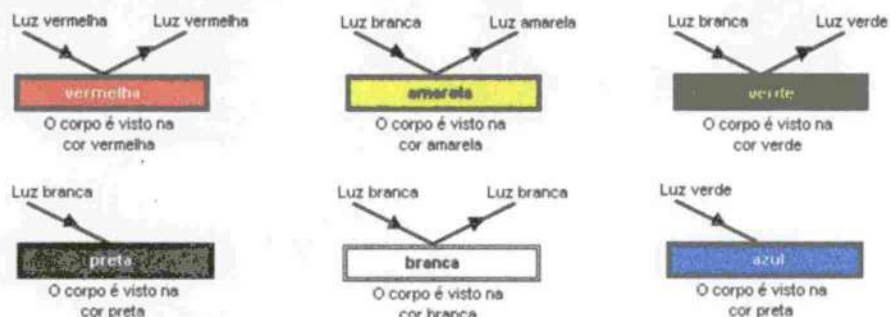
A luz branca (emitida pelo Sol ou por uma lâmpada fluorescente) é constituída por uma infinidade de luzes monocromáticas, as quais podem ser divididas em sete cores principais :

vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, e violeta

Conforme a fonte a luz pode ser :

- **simples** ou **monocromática** : é a luz de uma só cor (ex.: luz amarela emitida por sódio incandescente).
- **composta** ou **policromática** : é a luz que resulta da superposição de luzes de cores diferentes

A cor que um corpo apresenta por reflexão é determinada pelo tipo de luz que ele reflete difusamente. Assim, por exemplo, um corpo ao ser iluminado pela luz branca, se apresenta azul, porque reflete difusamente a luz (frequência) azul e absorve as demais. Um corpo iluminado pela luz branca se apresenta branco porque reflete difusamente as luzes de todas as cores. Um corpo negro absorve-as totalmente.



Luz branca incidindo.



A cor branca da camiseta se deve ao fato da superfície refletir todas as frequências que compõem a luz branca sem absorver nenhuma delas.

Luz branca incidindo.



A partes do carro observadas na cor **vermelha** indicam que nelas todas as frequências que compõem a luz branca estão sendo absorvidas pela superfície, à exceção da frequência correspondente a cor vermelha, que está sendo refletida pela mesma.

Luz branca incidindo.



A partes da casa observadas na cor **azul** indicam que nelas todas as frequências que compõem a luz branca estão sendo absorvidas pela superfície, à exceção da frequência correspondente a cor azul, que está sendo refletida pela mesma.

Luz **vermelha** incidindo.



A partes observadas na cor **vermelha** indicam que nelas essa frequência está sendo refletida sem que haja absorção de nenhuma cor. Duas são as hipóteses: superfície vermelha ou branca. Todas as demais partes estão sendo observadas na cor **preta**, o que indica que a única frequência incidente, vermelha, está sendo absorvida. Essas partes podem ser de qualquer cor que não seja vermelha ou branca.

Luz branca incidindo.



Vermelho – reflete a frequência correspondente absorvendo as demais.

Azul – reflete a frequência correspondente absorvendo as demais.

Branco – reflete todas as frequências que compõem a luz branca sem absorver nenhuma delas.

Preto – absorve todas as frequências que compõem a luz branca.

Luz branca incidindo.



Verde – reflete a frequência correspondente absorvendo as demais.

Amarelo – reflete a frequência correspondente absorvendo as demais.

Azul – reflete a frequência correspondente absorvendo as demais.

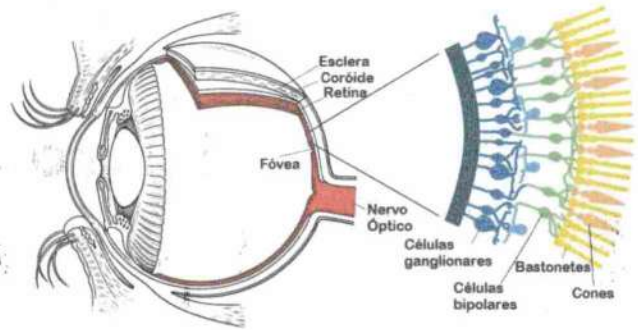
Branco – reflete todas as frequências que compõem a luz branca sem absorver nenhuma delas.



Vendo as cores

A luz refletida por um objeto entra no olho, atravessa córnea, pupila, cristalino e chega até a retina, onde a imagem é formada. Dentro da retina existe uma camada de células sensíveis à luz – os fotorreceptores. São de dois tipos – cones e bastonetes – ambos sensíveis à luz.

Os bastonetes são sensíveis ao contraste. Ou seja, indicam ao cérebro qual é a intensidade de luz em uma situação.



Os cones funcionam melhor de dia, porque precisam de grande quantidade de luz. Essas são as células responsáveis pela visão das cores. Existem cones sensíveis ao verde, ao vermelho e ao azul. Quando recebe luz azul, o cone sensível a esta frequência luminosa envia um sinal ao cérebro dizendo que naquele ponto da imagem há azul.

Se faltarem um ou mais cones na retina de uma pessoa, ela não verá cores primárias ou as confundirá. Essa deficiência visual é chamada de daltonismo. O nome do distúrbio é uma homenagem ao químico John Dalton, o primeiro a estudar o assunto. Existem muitos tipos de daltônicos, mas nenhum deles consegue ver as sete cores do arco-íris.

▪ Parte 3

Reflexão

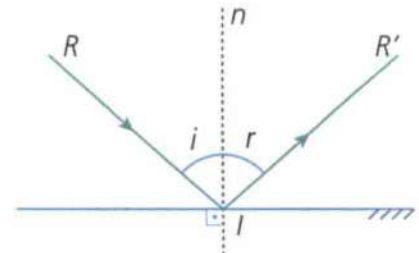
REFLEXÃO DA LUZ.

Fenômeno que permite a luz retornar ao meio original de propagação ao incidir em uma superfície refletora.

Leis da reflexão:

1ª) o raio incidente, a normal à superfície refletora no ponto de incidência e o raio refletido estão situados em um mesmo plano.

2ª) o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão
($i = r$)

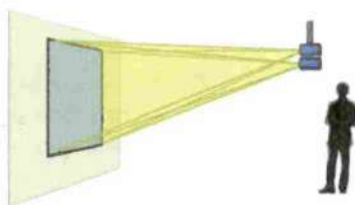


Formação de imagens.

Uma imagem sempre é formada de duas formas:

- por encontro de raios luminosos: **IMAGEM REAL**

- pode ser projetada em um anteparo.
- aparece de maneira invertida.





- por encontro de prolongamentos de raios luminosos: **IMAGEM VIRTUAL**

- NÃO pode ser projetada em um anteparo.
- aparece de maneira direta.



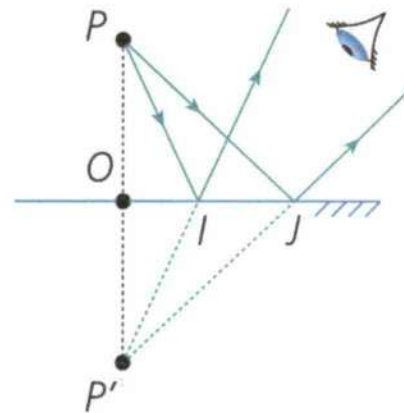
Parte 4

Espelho Plano

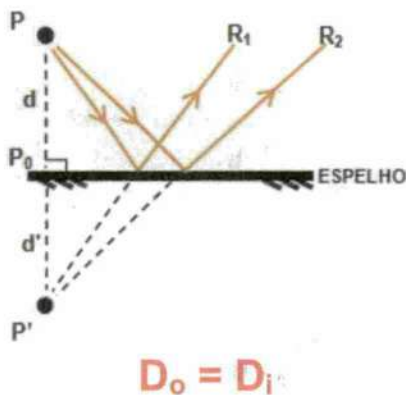
Espelho plano

Superfície lisa e plana, que reflete especularmente a luz.

A luz emitida por um objeto e refletida em um espelho plano chega aos olhos de um observador como se estivesse vindo do ponto de encontro dos prolongamentos dos raios refletidos. Neste ponto o observador vê uma imagem virtual do objeto.



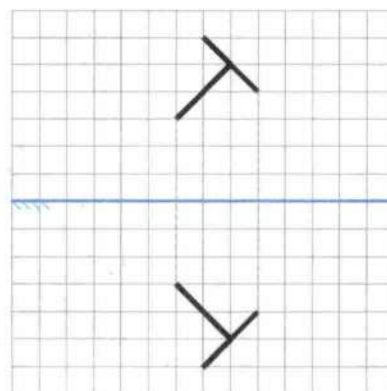
- Características da imagem de um objeto em um espelho plano:



A imagem formada por um espelho plano tem as seguintes características:

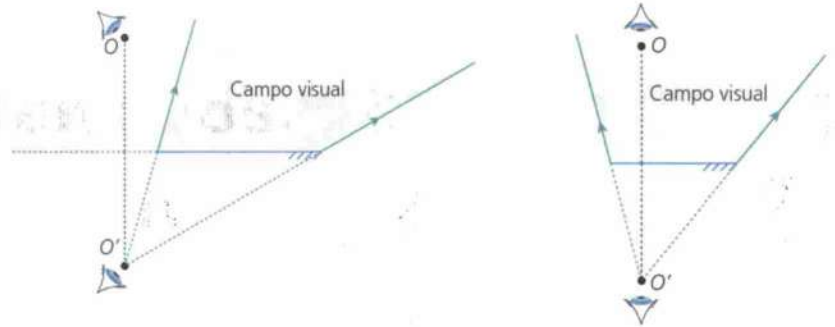
VIRTUAL, DIREITA e IGUAL

Para um objeto extenso observa-se que o objeto e a imagem são simétricos, mas não superponíveis, ou seja, são figuras enantiomorfas.

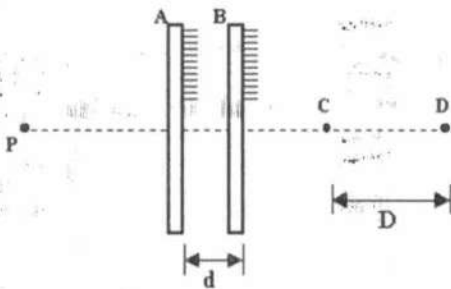




- **Campo visual de um espelho plano:** é a região do espaço que um observador vê por reflexão no espelho.



- **Translação de um espelho plano :**



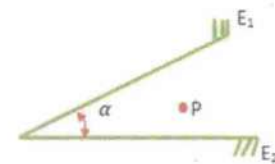
d - deslocamento do espelho
D - deslocamento da imagem

$$D = 2 \cdot d$$

- **Imagens em dois espelhos angulares :**

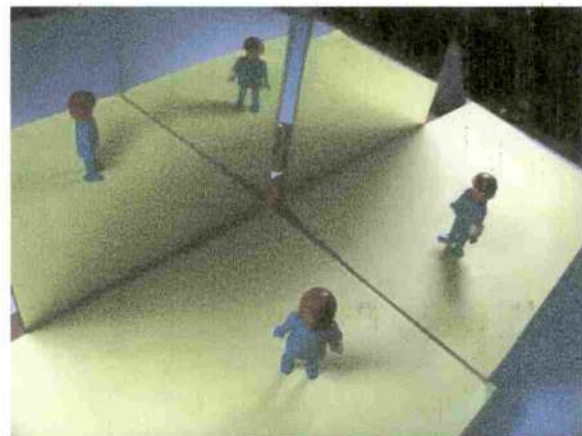
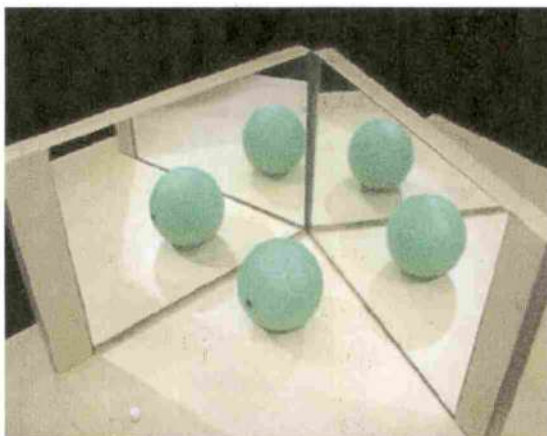
$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

onde: N é o número de imagens distintas do ponto P
 α é o ângulo entre os espelhos E_1 e E_2



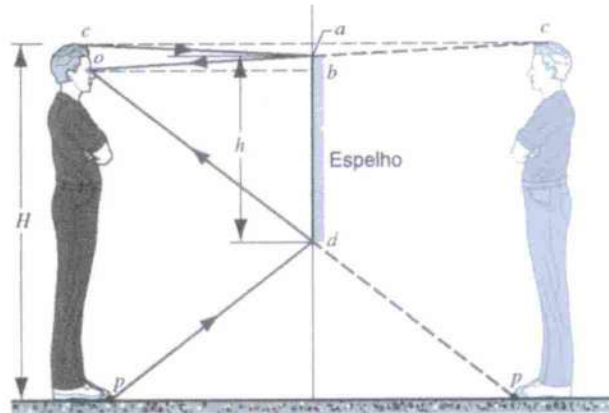
Se $\frac{360^\circ}{\alpha}$ é um número par, a equação fornece o número de imagens para qualquer posição de P entre os espelhos.

Se $\frac{360^\circ}{\alpha}$ é um número ímpar, a equação fornece o número de imagens apenas se P encontrar-se na bissetriz de α .





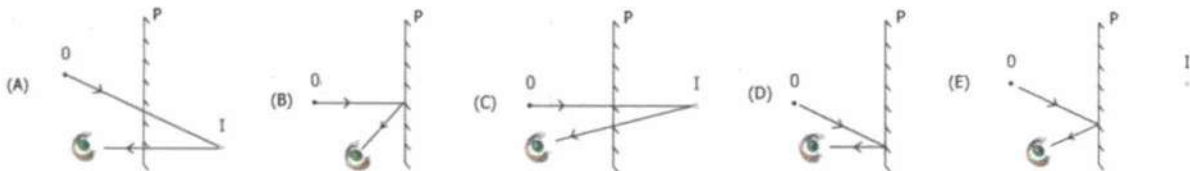
- **Para se ver inteiro no espelho:** Para uma pessoa se ver inteira no espelho plano duas condições devem ser satisfeitas: A **altura do espelho deve ter no mínimo a metade da altura da pessoa** e em segundo lugar **o espelho deve ter sua base a uma altura do chão que é a metade da altura da linha dos olhos da pessoa ao chão.**



MODELAGEM

UFRGS.

Nos diagramas abaixo, O representa um pequeno objeto luminoso que está colocado diante de um espelho plano P, perpendicular à página, ambos imersos no ar; I representa a imagem do objeto formada pelo espelho, e o olho representa a posição de quem observa a imagem. Qual dos diagramas abaixo representa corretamente a posição da imagem e o traçado dos raios que chegam ao observador?



Como o objeto está em frente a um **espelho**, a luz é **refletida** e por se tratar de um espelho plano a imagem é formada pelo encontro de raios luminosos (virtual). Dessa forma, as alternativas A e C são impensáveis, uma vez que o raio luminoso está "atravessando" o espelho. Já nas alternativas B e D a segunda lei da reflexão está sendo desobedecida (ângulos de incidência e reflexão estão diferentes).

Resposta: E

DESAFIO

ENEM.

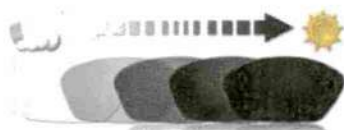
As lentes fotocromáticas escurecem quando expostas à luz solar por causa das reações químicas reversíveis entre uma espécie incolor e outra colorida. Diversas reações podem ser utilizadas, e a escolha do melhor reagente para esse fim se baseia em três principais aspectos: (i) o quanto escurece a lente; (ii) o tempo de escurecimento quando exposta à luz solar; (iii) o tempo de esmaecimento em ambiente sem forte luz solar. A transmitância indica a razão entre a quantidade de luz que atravessa o meio e a quantidade de luz que incide sobre ele. Durante um teste de controle para o desenvolvimento de novas lentes fotocromáticas, foram analisadas cinco amostras, que utilizam reagentes químicos diferentes. No quadro são apresentados os resultados.



Amostra	Tempo de escurecimento (segundo)	Tempo de esmaecimento (segundo)	Transmitância média da lente quando exposta à luz solar (%)
1	20	50	80
2	40	30	90
3	20	30	50
4	50	50	50
5	40	20	95

Considerando os três aspectos, qual é a melhor amostra de lente fotocromática para se utilizar em óculos?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5



Amostra	Tempo de escurecimento (segundo)	Tempo de esmaecimento (segundo)	Transmitância média da lente quando exposta à luz solar (%)
1	20	50	80
2	40	30	90
3	20	30	50
4	50	50	50
5	40	20	95

OBJETIVO

Escurecer rápido > Baixo tempo de escurecimento

Clarear rápido > Baixo tempo de esmaecimento

Passar pouca luz do sol > Baixa transmitância

Resposta: C

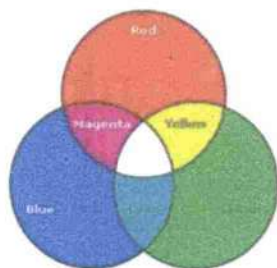


DESAFIO

ENEM.

É comum aos fotógrafos tirar fotos coloridas em ambientes iluminados por lâmpadas fluorescentes, que contém uma forte composição de luz verde. A consequência desse fato na fotografia é que todos os objetos claros, principalmente os brancos, aparecerão esverdeados. Para equilibrar as cores, deve-se usar um filtro adequado para diminuir a intensidade de luz verde que chega aos sensores da câmera fotográfica. Na escolha desse filtro, utiliza-se o conhecimento da composição das cores-luz primárias: vermelho, verde e azul; e das cores-luz secundárias: amarelo = vermelho + verde, ciano = verde + azul e magenta = vermelho + azul. Na situação descrita, qual deve ser o último filtro utilizado para que a fotografia apresente as cores naturais dos objetos?

- A) Ciano.
B) Verde.
C) Amarelo.
D) Magenta.
E) Vermelho.



Assim, para atenuar a luz verde devemos usar um filtro que intensifique as cores primárias vermelho e azul, isto é, devemos utilizar um filtro magenta. Lembre que magenta = vermelho + azul.

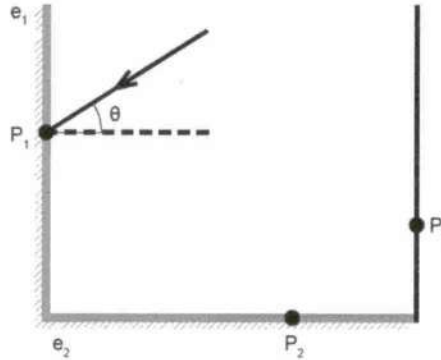
Resposta: D



DESAFIO

INSTRUÇÃO: Responder às questões 378 e 379 com base no texto e na figura a seguir.

A figura abaixo esquematiza a reflexão de um raio de luz sobre a superfície de dois espelhos, e_1 e e_2 , perpendiculares entre si. No lado oposto ao espelho e_1 , temos um anteparo. O raio de luz incide no espelho e_1 seguindo a direção indicada pela flecha, formando um ângulo θ em relação à normal ao espelho e_1 e depois segue em direção a P_2 no espelho e_2 , encerrando, para esta situação, sua trajetória em P_3 no anteparo.



PUCRS

Sabendo que o quociente entre a distância de P_3 a P_2 e a distância de P_3 ao plano do espelho e_2 vale 2, o $\text{sen}(90^\circ - \theta)$ vale

- A) $1/2$
- B) $\sqrt{2}/2$
- C) $\sqrt{3}/2$
- D) 2

Se P_2P_3 é o dobro de P_3e_2 , temos:

$$P_2P_3 = 2x \quad P_3e_2 = x \quad P_2\text{anteparo} = \sqrt{3}x$$

$$\text{sen}(90^\circ - \theta) = \text{sen } \alpha = \text{c.o./hip} = \sqrt{3}x/2x = \sqrt{3}/2$$

Resposta: C

PUCRS

Se aumentarmos o ângulo de incidência para o raio de luz em relação ao espelho e_1 , o ângulo entre o raio refletido em e_2 e o espelho e_2 _____. A imagem conjugada de um objeto real por um espelho plano será _____.

- A) aumentará – real
- B) aumentará – virtual
- C) diminuirá – real
- D) diminuirá – virtual

Se aumentarmos θ , seu ângulo de reflexão aumenta, reduzindo α . Isso faz o ângulo formado pelo raio refletido com e_2 aumentar.

Resposta: B



ANOTAÇÕES

A large rectangular area with horizontal dashed lines for writing notes.



LEITURA 1

Cor: luz ou pigmento?

Quando falamos de cores, é preciso distinguir entre a cor-luz e a cor-pigmento. A cor-luz ou cor-energia é toda cor formada pela emissão direta de luz.



Já a cor-pigmento é a cor refletida por um objeto, isto é, a cor que o olho humano percebe.



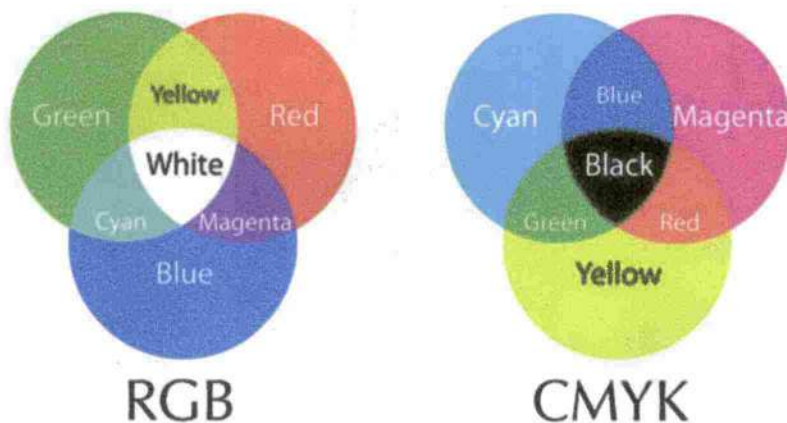
A cor luz é a encontrada nos objetos que emitem luz, como monitores, lanternas, televisão. A cor pigmento é a cor das tintas.

Como é possível perceber a cor luz é o inverso da cor pigmento. Mas, em ambos os sistemas, existem as cores primárias. Elas são as cores puras, que não se decompõem. Juntas, formam todas as outras cores.

RGB e CMKY

No grupo cor luz, as cores primárias são vermelho, verde e azul. É o sistema RGB (red, green e blue). A combinação destas três cores gera o branco e a ausência da cor luz o preto. A mistura de duas cores primárias forma uma cor secundária. A luz branca não é composta de duas ou três, mas de todas as cores visíveis. Partindo de apenas três cores – vermelhas, verdes e azuis – podemos ter luzes de todas as outras cores, inclusive branco.

No grupo cor pigmento, historicamente as cores primárias são azul, vermelho e amarelo (sistema RYB), como Leonardo da Vinci estabeleceu em sua teoria das cores. Durante séculos, artistas utilizaram e continuam utilizando essas cores primárias para formar a extensa paleta empregada em suas obras. Sabe-se hoje que o sistema RYB é cientificamente incorreto.





Atualmente, o padrão CMYK é o mais utilizado para misturas de pigmentos. Neste padrão, as cores primárias são: ciano, magenta e amarelo. A elas se junta o preto, que serve para dar contraste. Com apenas estas quatro cores, uma impressora é capaz de criar qualquer tonalidade. Neste padrão, a mistura é feita de forma subtrativa. Pois, conforme adicionamos pigmentos, uma quantidade menor de cores é refletida.

Como já vimos, a combinação de duas cores primárias dá origem às cores secundárias. E a mistura de uma cor primária com uma ou mais secundárias cria as cores terciárias.

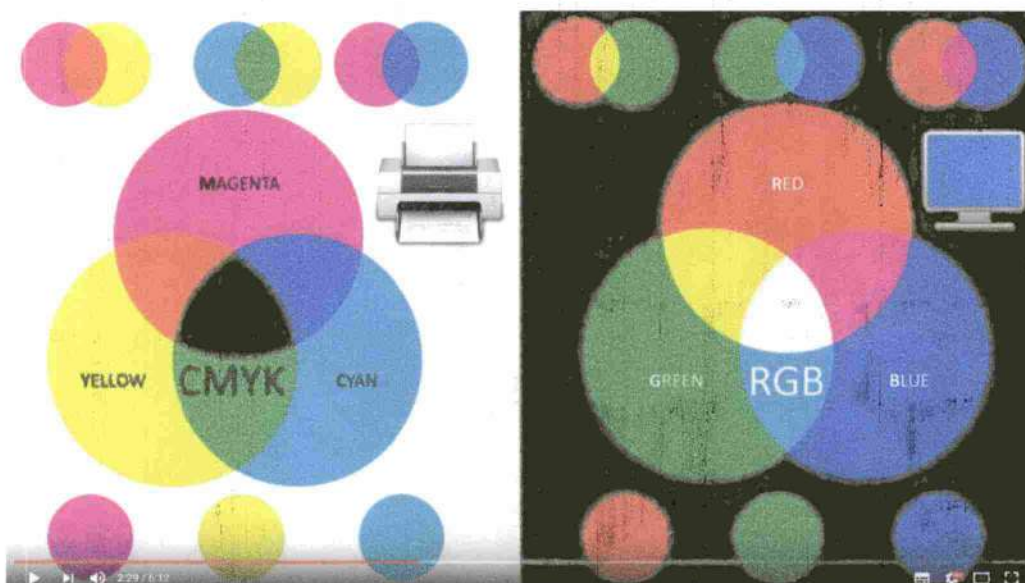
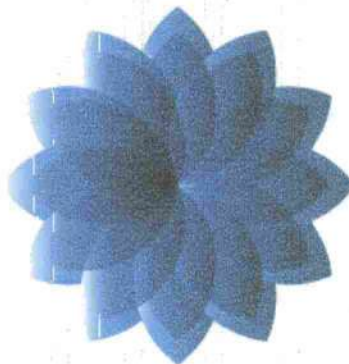
Características

Todas as cores apresentam três características: matiz, tom e intensidade.

Matiz é a característica que define e distingue uma cor. Azul, vermelho e amarelo são matizes. Quando misturamos, azul e amarelo, criamos outro matiz: verde. Em resumo, as cores primárias são matizes, assim como as secundárias e terciárias. A mistura de matizes dá origem a outro matiz.

Tom refere-se à maior ou menor quantidade de luz presente na cor. Ao adicionarmos preto a um matiz, ele fica gradualmente mais escuro. Essa graduação é conhecida como escala tonal. Acrescentando branco a um matiz, obtemos escalas tonais mais claras.

Intensidade tem a ver com o brilho da cor. Um matiz de intensidade alta é vívida, brilhante, como o amarelo. Um matiz de intensidade baixa é mais apagada, como as cores pastéis.

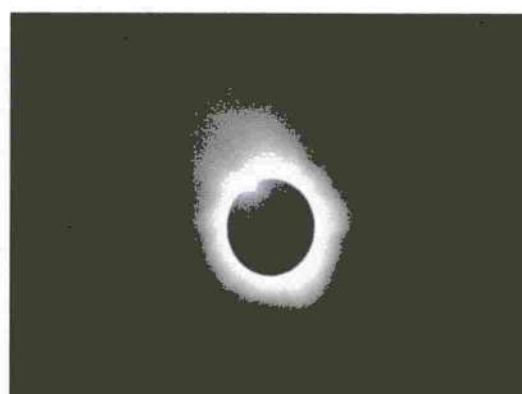
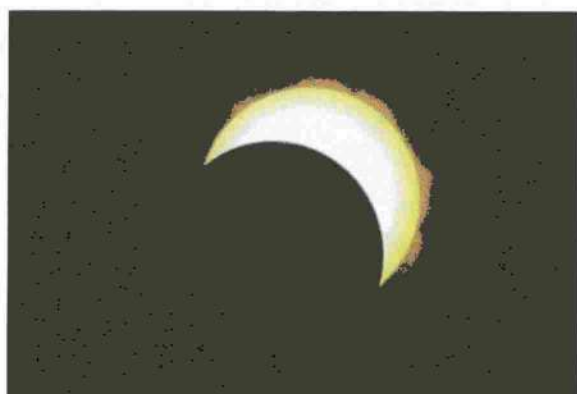




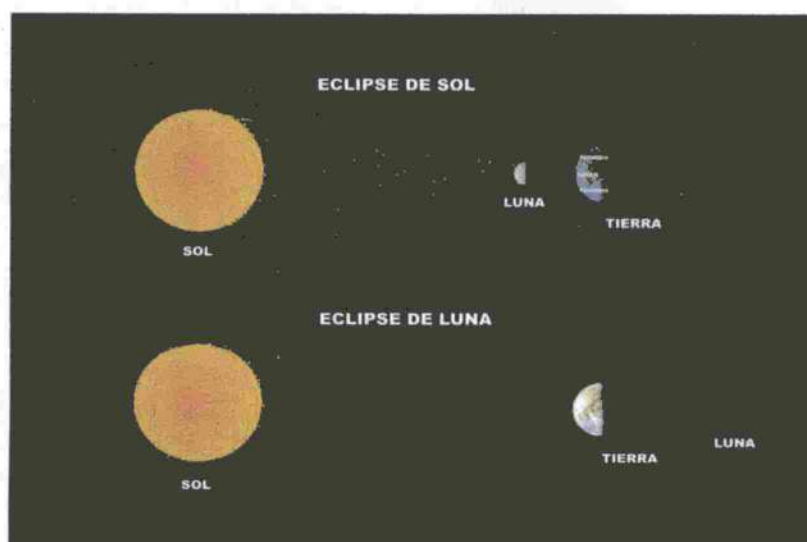
LEITURA 2

Eclipse Solar e Eclipse Lunar

Desde muito cedo na História, os eclipses causaram espanto e terror nos seus observadores. Nos dias de hoje já conhecemos o que causa os eclipses, mas apesar disso o interesse por esses fenômenos astronômicos mantém-se bem presente.



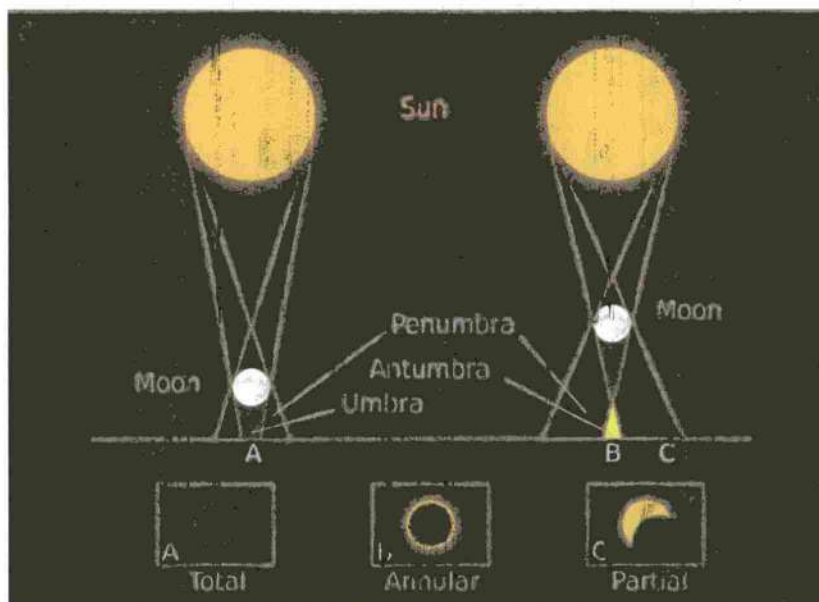
Em termos gerais podemos dizer que um **eclipse** é o obscurecimento ou ocultação de um corpo celeste por um outro corpo celeste relativamente a um observador. Normalmente quando falamos sobre eclipses, falamos de **eclipses do Sol** ou **eclipses da Lua**, pois são aqueles que são mais evidentes. Porém existem outros tipos de eclipses, como por exemplo aqueles que acontecem em sistemas binários de estrelas, quando uma das estrelas passa “em frente” da outra (do nosso ponto de vista), diminuindo o brilho do sistema binário. Chamamos a estas estrelas de *binárias eclipsantes*.

**Eclipse solar**

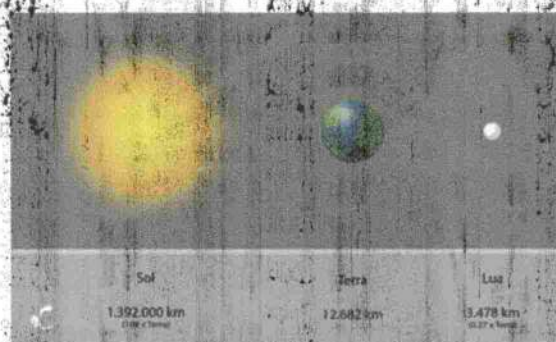
O eclipse solar (ou eclipse do Sol) acontece quando o Sol, a Lua e o planeta Terra estão alinhados, sendo que a Lua fica entre o Sol e a Terra. Nesse caso, o nosso planeta passa pela sombra projetada pela Lua. Para que suceda um eclipse do Sol, a Lua tem de estar na sua fase de Lua nova e ao mesmo tempo tem de estar no mesmo plano (ou muito aproximado) do plano da órbita da Terra em volta do Sol (que chamamos de eclíptica), situação essa que nem sempre ocorre, pois a órbita da Lua em volta da Terra tem uma inclinação de cerca de 5° em relação ao plano da órbita da Terra em volta do Sol. Na maior parte das vezes quando se dá a fase de Lua nova, a Lua projeta a sua sombra “acima” do polo norte ou “abaixo” do polo sul do nosso planeta devido a essa inclinação da órbita.



Existem 3 tipos de eclipses do Sol: **total**, **anular** e **parcial**.



Antes de nos debruçarmos sobre cada um deles, é importante termos em mente que o diâmetro do Sol é cerca de 400 vezes maior que o diâmetro da Lua, sendo que o Sol está cerca de 400 vezes mais longe que a Lua, por isso que visto da Terra, o Sol e a Lua parecem ter um tamanho bastante aproximado. Porém a distância entre o Sol e a Terra e a distância entre a Terra e a Lua variam ao longo do tempo, fazendo com que em certas ocasiões o tamanho da Lua é ligeiramente maior que o tamanho do Sol (visto da Terra), e em outras ocasiões o Sol aparece ligeiramente maior que a Lua.



Eclipse total do Sol acontece quando o tamanho da Lua visto da Terra é suficientemente grande para "tapar" totalmente o Sol. Quando tal fenômeno acontece, apenas é visível numa estreita faixa na superfície da Terra (faixa com algumas centenas de km), sendo que nas regiões próximas a essa faixa pode ser observado um eclipse parcial do Sol. Servindo de comparação, quando acontece o eclipse total da Lua esse eclipse pode ser observado em toda a parte da Terra que está noite, mas em relação ao eclipse total do Sol este não é visível em toda a região que está dia, dado que a sombra da Lua na superfície da Terra é bastante menor abrangendo apenas uma pequena parte desta. A fase em que o Sol está totalmente tapado pela Lua poderá durar no máximo um pouco mais de 7 minutos e meio. Todo o processo que o eclipse passa dura algumas horas.

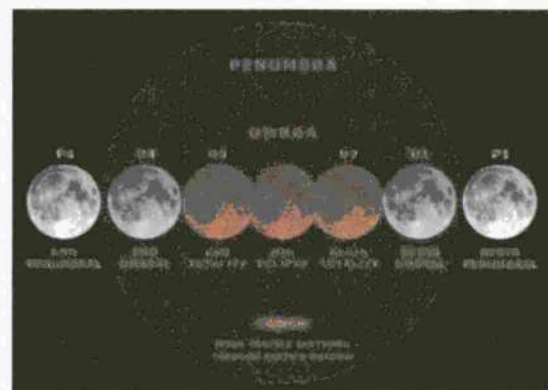
Eclipse anular do Sol acontece quando estão reunidas as mesmas condições como no caso do eclipse total do Sol, à exceção do tamanho da Lua visto da Terra que neste caso não é suficientemente grande para tapar todo o disco solar, ficando um anel exterior visível da Terra. Tal como no caso do eclipse total do Sol, o eclipse anular do Sol também é visível apenas numa faixa pequena na superfície da Terra, sendo que nas regiões próximas a essa faixa é possível observar um eclipse parcial do Sol.

Eclipse parcial do Sol acontece quando apenas uma parte do Sol é tapado pela Lua.



Eclipse lunar

O eclipse lunar (ou eclipse da Lua) ocorre quando temos o Sol, o planeta Terra e a Lua alinhados, com a Terra entre o Sol e a Lua. A Terra projecta “atrás” de si uma sombra e a Lua ao passar pela sombra fica obscurecida. O eclipse da Lua ocorre sempre quando a Lua está na fase de Lua cheia, pois aí temos a Terra entre o Sol e a Lua, estando estes três alinhados. Mas então porquê que quando acontece a Lua cheia não se dá sempre um eclipse lunar? Isto acontece porque a órbita da Lua em volta da Terra tem uma inclinação em relação à órbita da Terra (eclíptica) em volta do Sol. Conforme dito anteriormente essa inclinação é de cerca de 5°. Na maioria das vezes, quando chegamos à Lua cheia, a Lua passa “por cima” ou então “por baixo” da sombra da Terra devido a essa inclinação da órbita. Para que o eclipse da Lua ocorra, é necessário que quando se der a Lua cheia, a Lua esteja no mesmo plano (ou muito aproximado) da eclíptica, para assim a Lua poder entrar na região da sombra do nosso planeta.



Existem três tipos diferentes de eclipses da Lua: total, parcial e penumbral.

Eclipse total da Lua acontece quando a Lua entra totalmente na sombra da Terra. A fase de totalidade deste tipo de eclipse pode chegar a durar mais de uma hora, e todo o eclipse em si poderá demorar várias horas.

Eclipse parcial da Lua acontece quando apenas parte da Lua entra na sombra da Terra.

Eclipse penumbral da Lua acontece quando a Lua entra apenas na penumbra da Terra, não entrando na zona de sombra propriamente dita. Este tipo de eclipse passa bastante despercebido, pois a Lua sempre se mantém iluminada pelo Sol, diminuindo apenas um pouco o seu brilho.



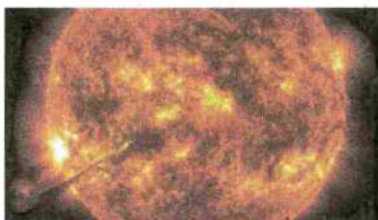


LEITURA 3

O Sol

Conhecendo o Sol

O Sol já foi considerado um deus na religião de muitos povos da antiguidade, tamanha sua importância para o desenvolvimento da vida na Terra. Sem esta estrela não seria possível a sobrevivência de grande parte das espécies que hoje habitam nosso planeta. Ele é responsável pela temperatura, pela evaporação, pelo aquecimento e por muitos processos biológicos que ocorrem em plantas e animais. Por outro lado, o excesso de sol pode causar danos aos seres humanos. A exposição excessiva aos raios ultravioletas emitidos pelo Sol, sem o uso de protetor ou bloqueador solar, pode causar câncer de pele.



Os planetas do Sistema Solar, formação e características

Ao redor do Sol giram oito planetas, compondo o sistema solar. Estudos científicos mostram que o Sol deve ter se formado há aproximadamente 5 bilhões de anos. Sua massa é cerca de 300 mil vezes maior à do planeta Terra. O diâmetro do Sol é de aproximadamente 1.4 milhão de quilômetros. A distância entre a Terra e o Sol é de aproximadamente 150 milhões de quilômetros. A temperatura média no núcleo do Sol chega a 15 milhões de graus Celsius. Nesta parte mais interior da estrela, ocorrem reações químicas como, por exemplo, a fusão entre átomos de hidrogênio. Na fotosfera, superfície do Sol, originam-se a luz e o calor. Ainda compõe o Sol uma camada de gases que envolve a estrela.

Tempestades solares

A cada ciclo de 11 anos, o Sol passa por período de extrema agitação, enviando para terra tempestades solares. Carregadas de eletricidade, estas tempestades acabam influenciando nos sistemas eletrônicos, redes de energia, computadores, aparelhos eletrônicos, sistemas de comunicação de aviões e navios e satélites. Estas ondas de energia e eletricidade chegam a criar as conhecidas aurora boreal e austral. O ar brilha nas regiões próximas aos pólos magnéticos da Terra, gerando um espetáculo de luzes e cores nos céus.

Formação química

Do ponto de vista químico, o Sol é formado pelos seguintes elementos: 73% de hidrogênio, 25% de hélio e 2% de outros elementos.

Monitoramento

A NASA e a Agência Espacial Europeia têm monitorado constantemente as atividades do Sol. Estes estudos e observações têm por objetivo aprimorar os conhecimentos sobre esta importante estrela e melhorar a vida em nosso planeta.

Curiosidades

- O Sol é a maior e mais quente estrela do Sistema Solar.
- Na parte do núcleo do Sol ocorre atrito constante de partículas de hidrogênio. Esse processo é o responsável pela fusão nuclear, que transforma massa em energia.
- A luz solar chega ao planeta Terra em 8 minutos, pois ela viaja a uma velocidade de 300.000 km/s.
- A energia que nosso planeta recebe do Sol em uma hora é superior ao que a Terra gasta em um ano.
- Na parte central do Sol a temperatura é altíssima, atingindo cerca de 10.000.000°C (dez milhões de graus Celsius).



CONTEÚDO



QUESTÕES PÓS-AULA

As **questões pós-aula** tem a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a “obrigação” de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

Fica a dica: se algum dia um “tema de casa” tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

361. ENEM. A retina é um tecido sensível à luz, localizado na parte posterior do olho, onde ocorre o processo de formação de imagem. Nesse tecido, encontram-se vários tipos celulares específicos. Um desses tipos celulares são os cones, os quais convertem os diferentes comprimentos de onda da luz visível em sinais elétricos, que são transmitidos pelo nervo óptico até o cérebro.



Em relação à visão, a degeneração desse tipo celular irá

- A) comprometer a capacidade de visão em cores.
- B) impedir a projeção dos raios luminosos na retina.
- C) provocar a formação de imagens invertidas na retina.
- D) causar dificuldade de visualização de objetos próximos.
- E) acarretar a perda da capacidade de alterar o diâmetro da pupila.

362. UFRGS. Considere as afirmações abaixo, sobre o sistema Terra-Lua.

- I - Para acontecer um eclipse lunar, a Lua deve estar na fase Cheia.
- II - Quando acontece um eclipse solar, a Terra está entre o Sol e a Lua.
- III - Da Terra, vê-se sempre a mesma face da Lua gira em torno do próprio eixo no mesmo tempo em que gira em torno da Terra.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas I e III.
- D) Apenas II e III.
- E) Apenas I, II e III.



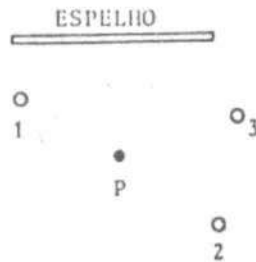
363. ENEM. Algumas crianças, ao brincarem de esconde-esconde, tapam os olhos com a mãos, acreditando que, ao adotarem tal procedimento, não poderão ser vistas. Essa percepção da criança contraria o conhecimento científico porque, para serem vistos, os objetos





- A) Refletem partículas de luz (fótons), que atingem os olhos.
- B) Geram partículas de luz (fótons), convertidas pela fonte externa.
- C) São atingidos por partículas de luz (fótons), emitidas pelos olhos.
- D) Refletem partículas de luz (fótons), que se chocam com os fótons emitidos pelos olhos.
- E) São atingidos pelas partículas de luz (fótons), emitidas pela fonte externa e pelos olhos.

364. UFRGS. Um observador localizado no ponto P da figura está olhando para o espelho plano. Quais os objetos numerados que ele pode ver refletidos no espelho?



- A) Apenas 1
- B) Apenas 1 e 2
- C) Apenas 1 e 3
- D) Apenas 2 e 3
- E) 1, 2 e 3

365. UFRGS. Quando um feixe luminoso incide sobre a superfície lisa que separa dois meios transparentes diferentes, uma parte da luz incidente volta ao meio de origem da luz e outra parte penetra no segundo meio. Os fenômenos básicos envolvidos nesse comportamento da luz são conhecidos como



- A) reflexão e refração.
- B) reflexão e difração.
- C) refração e difração.
- D) dispersão e interferência.
- E) interferência e polarização.

366. UFRGS. Selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas nas afirmações abaixo.

I – O módulo da velocidade de propagação da luz no ar é _____ que o da luz no vidro.

II – No vácuo, o comprimento de onda da luz é _____ que o das ondas de rádio.



- A) maior – menor
- B) maior – maior
- C) menor – o mesmo
- D) o mesmo – menor
- E) o mesmo – maior



367. UFRGS. O fato de enxergarmos o relâmpago antes de ouvirmos o trovão por ele produzido pode ser explicado



- A) pela diferença entre as velocidades de propagação da luz e do som no ar.
- B) pela produção do trovão alguns segundos após a ocorrência do relâmpago.
- C) pela difração das ondas sonoras nas nuvens.
- D) pelo fenômeno de polarização, que não ocorre com as ondas sonoras.
- E) pelo fenômeno de dispersão da luz.

368. ENEM. Quando se considera a extrema velocidade com que a luz se espalha por todos os lados e que, quando vêm de diferentes lugares, mesmo totalmente opostos, [os raios luminosos] se atravessam uns aos outros sem se atrapalharem, compreende-se que, quando vemos um objeto luminoso, isso não poderia ocorrer pelo transporte de uma matéria que venha do objeto até nós, como uma flecha ou bala atravessa o ar; pois certamente isso repugna bastante a essas duas propriedades da luz, principalmente a última.

HUYGENS, C. In: MARTINS, R. A. Tratado sobre a luz, de Cristian Huygens. *Caderno de História e Filosofia da Ciência*, supl. 4, 1986.

O texto contesta que concepção acerca do comportamento da luz?

- A) O entendimento de que a luz precisa de um meio de propagação, difundido pelos defensores da existência do éter.
- B) O modelo ondulatório para a luz, o qual considera a possibilidade de interferência entre feixes luminosos.
- C) O modelo corpuscular defendido por Newton, que descreve a luz como um feixe de partículas.
- D) A crença na velocidade infinita da luz, defendida pela maioria dos filósofos gregos.
- E) A ideia defendida pelos gregos de que a luz era produzida pelos olhos.

369. UFRGS. Um observador diante de uma pintura a óleo iluminada por uma luz policromática enxerga diferentes cores. Os principais fenômenos ondulatórios envolvidos nessa situação são



- A) absorção e reflexão.
- B) reflexão e refração.
- C) refração e absorção.
- D) interferência e difração.
- E) difração e polarização.

370. UFRGS. Considere as seguintes afirmações.

I – A imagem de um objeto real fornecida por um espelho plano é sempre direta e real.





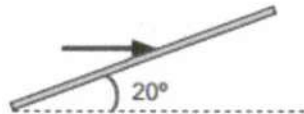
II – Se uma pessoa se aproximar de um espelho plano com uma velocidade de 2 m/s, sua imagem se aproximará desse espelho com uma velocidade de 4 m/s.

III – Um espelho plano fornece imagem de mesmo tamanho que o objeto.

Quais são corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas I e II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.

371. PUCRS. Um raio de luz incide horizontalmente sobre um espelho plano inclinado 20° em relação a um plano horizontal como mostra a figura a seguir.



Quanto ao raio refletido pelo espelho, é correto afirmar que ele

- A) é vertical.
- B) forma um ângulo de 40° com o raio incidente.
- C) forma um ângulo de 20° com a direção normal ao espelho.
- D) forma um ângulo de 20° com o plano do espelho.
- E) forma um ângulo de 20° com o raio incidente.

372. PUCRS. Chama-se de espectro eletromagnético o conjunto de todas as ondas eletromagnéticas conhecidas, distribuídas em termos de seus comprimentos de onda, frequências ou energias. Todas essas ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo com uma velocidade cuja ordem de grandeza é 10^8 m/s.

No que se refere ao **sentido da visão**, a retina do olho humano é sensível à radiação eletromagnética em apenas uma pequena faixa de comprimentos de onda em torno de $1 \mu\text{m}$ (10^{-6}m), razão pela qual essa faixa de radiação é chamada de **luz visível**.

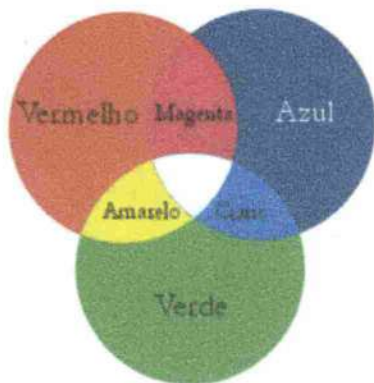
A ordem de grandeza da frequência, em hertz, da **luz visível** é de

- A) 10^{-14}
- B) 10^{-6}
- C) 10^2
- D) 10^8
- E) 10^{14}





373. ENEM. Os olhos humanos normalmente têm três tipos de cones responsáveis pela percepção das cores: um tipo para tons vermelhos, um para tons azuis e outro para tons verdes. As diversas cores que enxergamos são o resultado da percepção das cores básicas, como indica a figura.



A protanopia é um tipo de daltonismo em que há diminuição ou ausência de receptores da cor vermelha. Considere um teste com dois voluntários: uma pessoa com visão normal e outra com caso severo de protanopia.

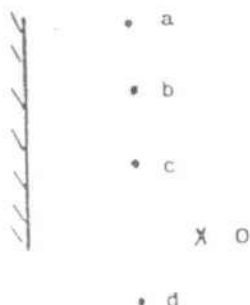
Nesse teste, eles devem escrever a cor dos cartões que lhes são mostrados. São utilizadas as cores indicadas na figura. Para qual cartão os dois voluntários identificarão a mesma cor?

- A) Vermelho.
- B) Magenta.
- C) Amarelo.
- D) Branco.
- E) Azul.

374. PUCRS. Na figura estão representados um observador em um espelho plano E e vários pontos objetos a, b, c e d. Na situação representada na figura, o observador poderá ver através do espelho somente pontos imagem de



- A) b, c, d.
- B) a, b, c.
- C) a, c, d.
- D) a, b, d.
- E) a, b.

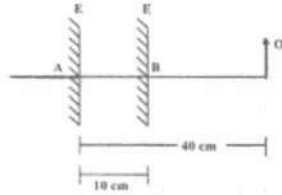


375. PUCRS. Um espelho plano E fornece uma imagem de um objeto O quando posto na posição A. Deslocando o espelho para a posição B e mantendo a posição do objeto O, a distância entre a antiga e a nova imagem passa a ser de





- A) 10 cm
- B) 20 cm
- C) 30 cm
- D) 40 cm
- E) 50 cm



376. UCPEL. Diz a superstição, difundida na Idade Média, que quebrar um espelho dá sete anos de azar. Tal crença tinha como objetivo fazer com que os servos europeus tomassem cuidado ao polir os caros espelhos planos de seus senhores. Se o dono do espelho tivesse 1,70 m de altura e se aproximasse de um espelho fixo com velocidade de 1,0 m/s, poderíamos afirmar que sua imagem

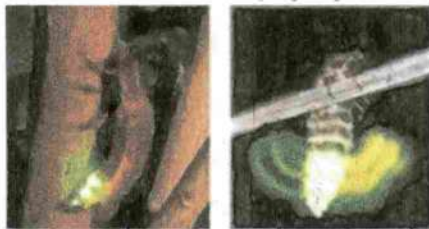


- A) seria maior que 1,70 m e se afastaria do espelho com velocidade de 1,0 m/s.
- B) teria 1,70 m e se afastaria do espelho com velocidade de 1,0 m/s.
- C) seria menor que 1,70 m e se afastaria do espelho com velocidade de 1,0 m/s.
- D) teria 1,70 m e se aproximaria do espelho com velocidade de 2,0 m/s.
- E) teria 1,70 m e se aproximaria do espelho com velocidade de 1,0 m/s.

377. A luz visível é uma onda eletromagnética, que na natureza pode ser produzida de diversas maneiras. Uma delas é a bioluminescência, um fenômeno químico que ocorre no organismo de alguns seres vivos, como algumas espécies de peixes e alguns insetos, onde um pigmento chamado luciferina, em contato com o oxigênio e com uma enzima chamada luciferase, produz luzes de várias cores, como verde, amarela e vermelha.



Isso é o que permite ao vaga-lume macho avisar, para a fêmea, que está chegando, e à fêmea indicar onde está, além de servir de instrumento de defesa ou de atração para presas.



vaga-lumes emitindo ondas eletromagnéticas visíveis

As luzes verde, amarela e vermelha são consideradas ondas eletromagnéticas que, no vácuo, têm

- A) os mesmos comprimentos de onda, diferentes frequências e diferentes velocidades de propagação.
- B) diferentes comprimentos de onda, diferentes frequências e diferentes velocidades de propagação.
- C) diferentes comprimentos de onda, diferentes frequências e iguais velocidades de propagação.



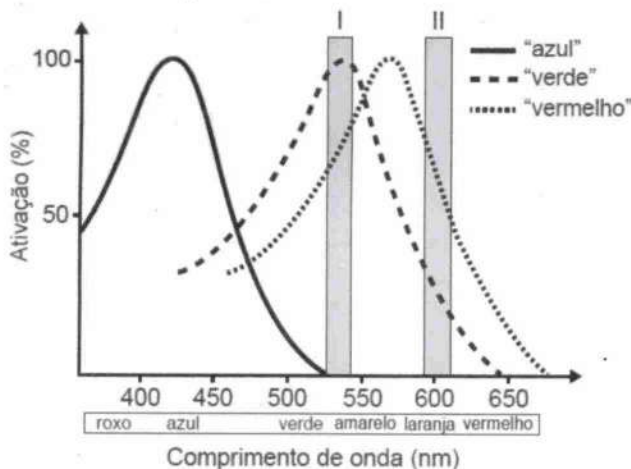
- D) os mesmos comprimentos de onda, as mesmas frequências e iguais velocidades de propagação.
 E) diferentes comprimentos de onda, as mesmas frequências e diferentes velocidades de propagação.

378. ACAFE. Em tempos de crise econômica, uma pessoa deseja empreender montando uma pequena loja de roupas. Um dos itens essenciais é colocar um espelho em uma parede vertical, de modo que qualquer cliente de média altura (h) possa se ver inteiro nesse espelho a certa distância horizontal (d). Mas para economizar, o espelho deverá ter a menor altura possível. A alternativa **correta** que indica a altura desse espelho é:



- A) $h/3$
 B) h/d
 C) $2h/3$
 D) $h/2$

379. ENEM. Muitos primatas, incluindo nós humanos, possuem visão tricromática: têm três pigmentos visuais na retina sensíveis a luz de uma determinada faixa de comprimentos de onda. Informalmente, embora os pigmentos em si não possuam cor, estes são conhecidos como pigmentos “azul”, “verde” e “vermelho” e estão associados à cor que causa grande excitação (ativação). A sensação que temos a observar um objeto colorido decorre da ativação relativa dos três pigmentos. Ou seja, se estimulássemos a retina com uma luz na faixa de 530 nm (retângulo I no gráfico), não excitaríamos o pigmento “azul”, o pigmento “verde” seria ativado ao máximo e o “vermelho” seria ativado em aproximadamente 75%, e isso nos daria a sensação de ver uma cor amarelada. Já uma luz na faixa de 600nm (retângulo II) estimularia o pigmento “verde” um pouco e o “vermelho” em cerca de 75%, e isso nos daria a sensação de ver laranja-avermelhado. No entanto, há características genéticas presentes em alguns indivíduos, conhecida coletivamente como Daltonismo, em que um ou mais pigmentos não funcionam perfeitamente.



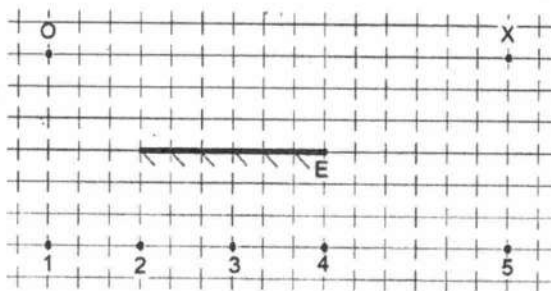
Disponível em: www.comprehensivephysiology.com. Acesso em: 3 ago. 2012 (adaptado).



Caso estimulássemos a retina de um indivíduo com essa característica, que não possuísse o pigmento conhecido como “verde”, com as luzes de 530 nm e 600 nm na mesma intensidade luminosa, esse indivíduo seria capaz de

- A) Identificar o comprimento de onda do amarelo, uma vez que não possui o pigmento “verde”.
- B) Ver o estímulo de comprimento de onda laranja, pois na haveria estimulação de um pigmento visual.
- C) Detectar ambos os comprimentos de onda, uma vez que a estimulação dos pigmentos estaria prejudicada.
- D) Visualizar o estímulo do comprimento de onda roxa, já que este se encontra na outra ponta do espectro.
- E) Distinguir os dois comprimentos de onda, pois ambos estimulam o pigmento “vermelho” na mesma intensidade.

380. UFRGS. Na figura abaixo, **O** representa um objeto puntual luminoso, **E** representa um espelho plano e **X** um observador.

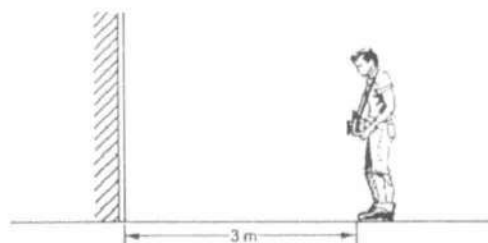


A imagem do objeto **O** está corretamente posicionada no ponto

- A) 1.
- B) 2.
- C) 3.
- D) 4.
- E) 5.

381. Você quer fotografar a sua imagem no espelho plano, com a máquina na posição mostrada na figura abaixo.

A focalização da máquina deverá ser feita na distância de



- A) 1,5 m
- B) 3 m
- C) 4,5 m
- D) 6 m
- E) infinito



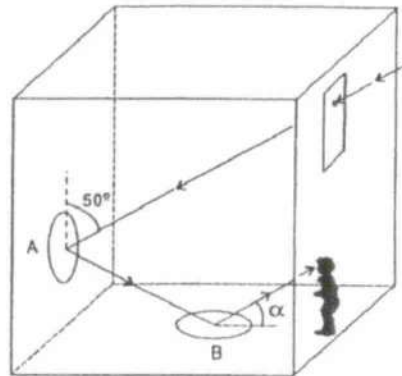


382. UFPEL. A janela de um quarto escuro dá para a rua, intensamente iluminada pelo Sol. Por uma pequena fresta na janela, penetra um raio solar. Ele incide em um espelho plano colocado na parede, em A, é refletido e volta a incidir em outro espelho plano preso no chão, em B, indo atingir o olho do observador, como mostra a figura.



Nessas condições, podemos afirmar que o ângulo α mede

- A) 80°
- B) 50°
- C) 20°
- D) 25°
- E) 40°



383. O vendedor de churros havia escolhido um local muito próximo a um poste de iluminação. Pendurado no interior do carrinho, um lâmpão aceso melhorava as condições de iluminação.

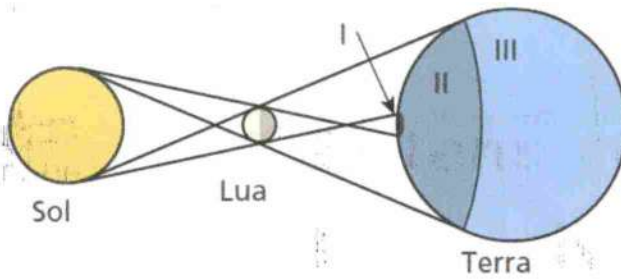


Admitindo que o centro de todos os elementos da figura, exceto as finas colunas que suportam o telhado do carrinho, estão no mesmo plano vertical, considerando apenas as luzes emitidas diretamente do poste e do lâmpão e, tratando-os como os extremos de uma única fonte extensa de luz, a base do poste, a lixeira e o banquinho, nessa ordem, estariam inseridos em regiões classificáveis como:

- A) luz, sombra e sombra.
- B) luz, penumbra e sombra.
- C) luz, penumbra e penumbra.
- D) penumbra, sombra e sombra.
- E) penumbra, penumbra e penumbra.



384.



A figura acima está fora de escala; reproduz, porém, corretamente, os aspectos qualitativos da geometria do sistema Terra, Lua, Sol durante um eclipse anular do Sol. Qual das opções abaixo melhor representa a situação aparente do Sol e da Lua para observadores situados respectivamente nas zonas I, II e III da Terra?

Código: Círculo maior: Sol; Círculo menor: Lua; Parte cinza = sombra

	Observ. zona I	Observ. zona II	Observ. zona III
a)			
b)			
c)			
d)			
e)			

385. Um jarro pintado de cor clara pode ser visto de qualquer posição do interior de uma sala devidamente iluminada. Isso ocorre porque:

- A) o jarro refrata grande parte da luz que recebe;
- B) o jarro difunde para os seus arredores grande parte da luz que recebe;
- C) o jarro absorve a luz que recebe;
- D) o jarro é um bom emissor de luz;
- E) o jarro reflete toda a luz que recebe.





Aula 35

Óptica II

PARTE 1

Estudar a Parte 1 – P.302 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 1 se necessário
Fazer a Leitura 3 – P.316
Fazer as questões 386 e 415

PARTE 2

Estudar a Parte 2 – P.304 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 2 se necessário
Fazer as questões 387, 388, 390, 392, 393, 403, 404, 418 e 426

PARTE 3

Estudar a Parte 3 – P.305 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 3 se necessário
Fazer as questões 391, 397, 399, 405 e 406

PARTE 4

Estudar a Parte 4 – P.406 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 4 se necessário
Fazer as questões 394, 395, 398, 402, 407, 408, 409, 410, 411, 413, 421, 427 e 428

PARTE 5

Estudar a Parte 5 – P.22 (teoria e anotações e)
Rever videoaula Parte 5 se necessário
Fazer a Leitura 1 – P.313 e Leitura 2 – P.314
Fazer as questões 389, 396, 400, 401, 414, 416, 417, 419, 420, 422, 423, 424, 425, 429 e 430

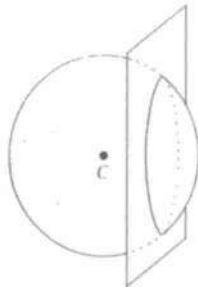


A **trilha de aprendizagem** acima indica ao aluno o **caminho do seu estudo nessa aula**. **Rever a aula e as anotações** inicialmente, antes de seguir para as questões pós-aula, é fundamental para se preparar corretamente em relação as questões que serão resolvidas. **Fazer as leituras do livro e aquelas indicadas após a aula**, bem como **vídeos indicados**, ampliam seu conhecimento sobre o assunto. Apenas **após esses passos** orientamos você a partir para as **questões pós-aula**.

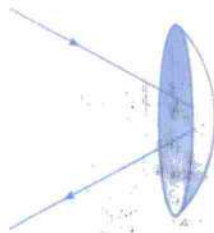


ESPELHOS ESFÉRICOS

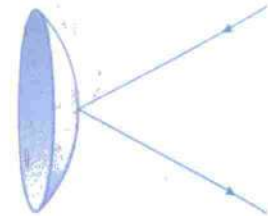
Superfície lisa, de forma esférica, que reflete especularmente a luz.



Um plano, ao cortar uma superfície esférica, divide-a em duas calotas.



Espelho côncavo.
Superfície refletora interna.



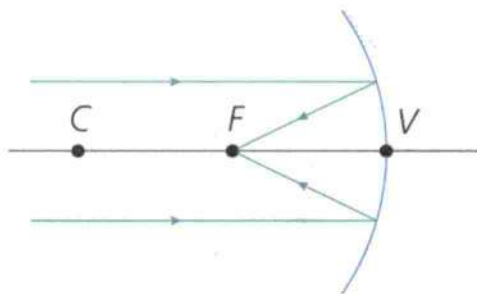
Espelho convexo.
Superfície refletora externa.

Elementos de um espelho esférico:

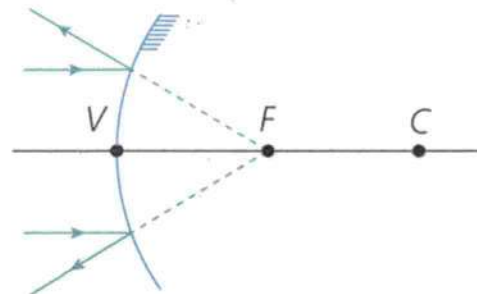
Vértice do espelho (V): centro de superfície refletora (ponto de encontro do espelho com o eixo principal).

Centro de curvatura (C): centro da esfera que contém o espelho.

Raio de curvatura (R): raio da esfera que contém o espelho.



Espelho côncavo



Espelho convexo

Foco (Fo): ponto de encontro dos raios refletidos no espelho côncavo e dos prolongamentos dos raios refletidos no espelho convexo.

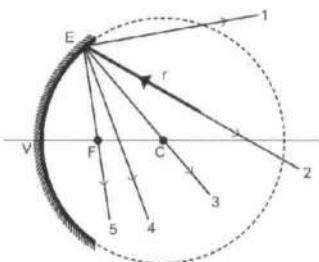
$$\text{Foco} = \frac{R}{2}$$



MODELAGEM

PUCRS.

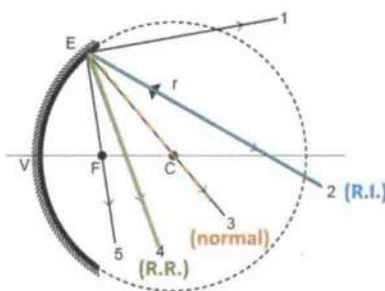
Na figura abaixo, ilustra-se um espelho esférico côncavo **E** e seus respectivos centros de curvatura (**C**), foco (**F**) e vértice (**V**). Um dos infinitos raios luminosos que incidem no espelho tem sua trajetória representada por **r**. As trajetórias de 1 a 5 se referem a possíveis caminhos seguidos pelo raio luminoso refletido no espelho.



O número que melhor representa a trajetória percorrida pelo raio **r**, após refletir no espelho **E**, é

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

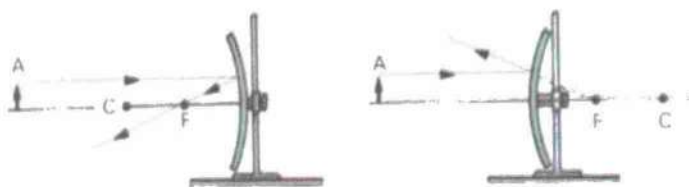
Sendo o raio incidente **r**, e a normal a superfície do espelho esférico a reta que passa pelo seu centro (**3**), o raio refletido será o **4**, obedecendo a segunda lei da reflexão, ou seja, os ângulos de incidência e reflexão são iguais.



Resposta: D

Propriedades dos espelhos esféricos

1º) Um raio luminoso que incide em um espelho côncavo, paralelamente ao seu eixo, reflete-se passando pelo foco. Um raio luminoso que incide em um espelho convexo, paralelamente ao seu eixo, reflete-se de tal modo que seu prolongamento passa pelo foco.



2º) Um raio luminoso que incide em um espelho côncavo, passando por seu foco, reflete-se paralelamente ao eixo do espelho. Um raio luminoso que incide em um espelho convexo, de tal maneira que sua direção passe pelo foco, reflete-se paralelamente ao eixo do espelho.



3º) Um raio luminoso que incide em um espelho côncavo, passando pelo seu centro de curvatura, reflete-se sobre si mesmo (este raio incide perpendicularmente ao espelho). Um raio luminoso que incide em um espelho convexo de tal maneira que sua direção passe pelo centro de curvatura do espelho, reflete-se sobre si mesmo.

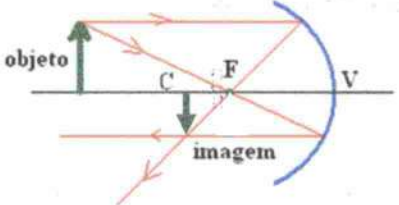
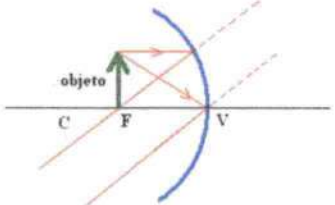
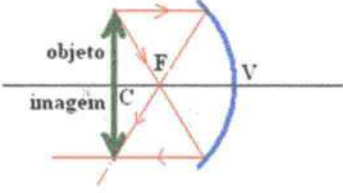
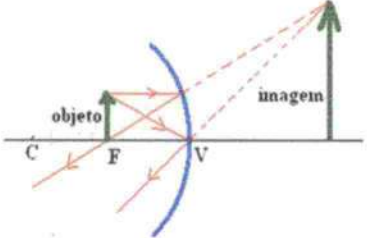
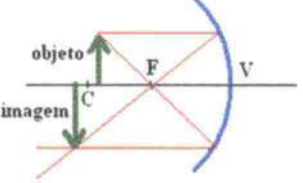




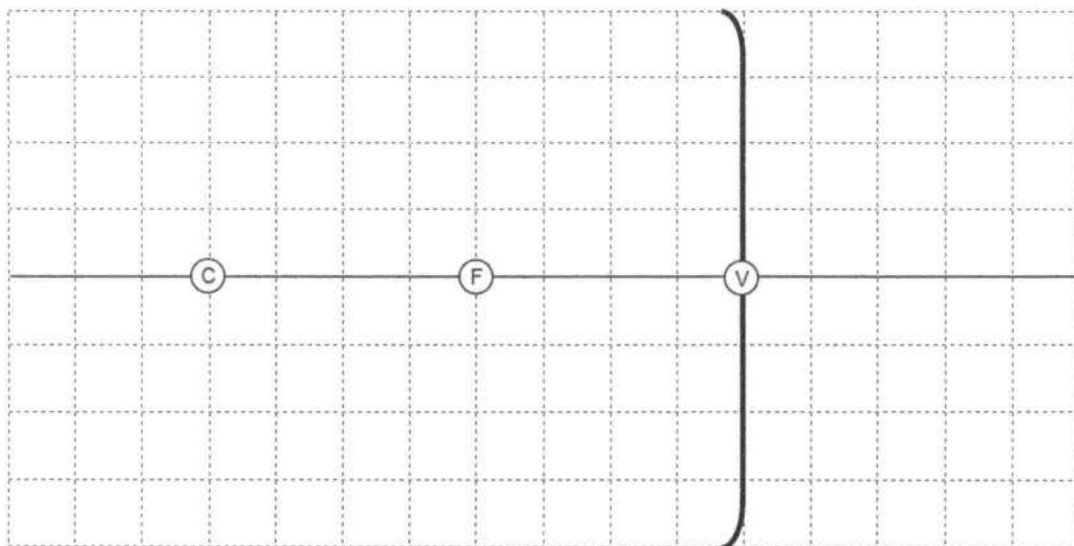
▪ Parte 2

Imagens

Formação de imagem no espelho côncavo

ESPELHO CÔNCAVO	<p>1º caso : Objeto antes do centro</p>  <p>Imagem: REAL, INVERTIDA e MENOR</p>	<p>4º caso : Objeto no foco</p>  <p>Imagem: NÃO HÁ FORMAÇÃO DE IMAGEM</p>
	<p>2º caso : Objeto no centro</p>  <p>Imagem: REAL, INVERTIDA e IGUAL</p>	<p>5º caso : Objeto entre foco e vértice</p>  <p>Imagem: VIRTUAL, DIREITA e MAIOR</p>
	<p>3º caso : Objeto entre centro e foco</p>  <p>Imagem: REAL, INVERTIDA e MAIOR</p>	

Esquema da formação de imagem no espelho côncavo





Objeto	Imagem	Características
1 – antes do centro	1' – entre o C e o Fo	Real, Inversa e Menor
2 – no centro	2' – no centro	Real, Inversa e Igual
3 – entre o C e o Fo	3' – antes do centro	Real, Inversa e Maior
4 – no foco	4' – no infinito	Imprópria
5 – entre o Fo e o V	5' – após o vértice	Virtual, direta e maior

Formação de imagem no espelho convexo

ESPELHO CONVEXO

IMAGEM: VIRTUAL, DIREITA e MENOR

Ex. : espelhos de segurança, bolas de natal, ...

Parte 3

Equações

Equações

Aumento Linear

$$A = \frac{I}{O} = -\frac{d_i}{d_o}$$

Equação dos Pontos Conjugados (Equação de Gauss)

$$\frac{1}{f_o} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

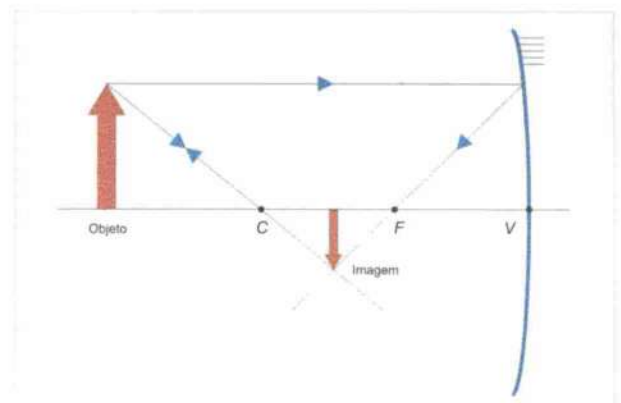
I = tamanho da imagem → *imagem direita* ($I > 0$)
imagem inversa ($I < 0$)

O = tamanho do objeto

d_i = distância da imagem ao espelho → *imagem real* ($d_i > 0$)
imagem virtual ($d_i < 0$)

d_o = distância do objeto ao espelho

f_o = distância focal → *espelho côncavo* ($f_o > 0$)
espelho convexo ($f_o < 0$)





MODELAGEM

UFRGS.

Um objeto real está colocado a 20 cm do vértice de um espelho esférico côncavo de distância focal igual a 30 cm. Nessa situação, a imagem do objeto está a cm do vértice do espelho, é e tem um tamanho igual do objeto. Qual a alternativa que completa corretamente as lacunas no período acima?

- A) 60 – direta – ao triplo
- B) 60 – direta – ao dobro
- C) 30 – invertida – à metade
- D) 60 – invertida – à metade
- E) 50 – direta – ao triplo

Como o objeto está a 20 cm de um espelho côncavo de distância focal 30 cm, concluímos que está na posição 5, portanto formará uma imagem **virtual, direta e maior** do que o objeto.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

$$\frac{1}{30} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{20}$$

$$d_i = -60 \text{ cm (imagem virtual)}$$

$$A = - (d_i/d_o) = -(-60) / 20 = 3$$

Resposta: A

▪ Parte 4

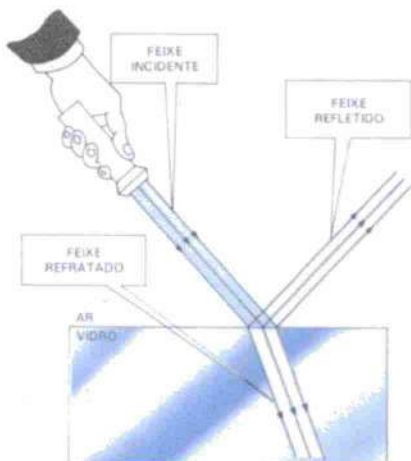
Refração

REFRAÇÃO DA LUZ

Quando um feixe de luz, propagando-se no ar, incide em um bloco de vidro, parte do feixe é refletido e parte se refrata ao penetrar no vidro.

O fenômeno da refração consiste na mudança de direção de propagação de um feixe de luz ao passar de um meio para outro. Isto só pode ocorrer quando a luz se propaga com velocidades diferentes nos dois meios.

$f = \text{constante} \rightarrow v \propto \lambda$

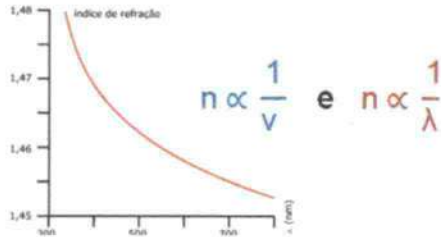




Índice de refração absoluto (n):

- Característico do **meio** e da **cor** (frequência) da luz.
- Indica a dificuldade que o meio impõe a propagação da luz. Quanto maior o índice de refração, menor o módulo da velocidade com que a luz nele se propaga.
- É definido pelo quociente entre a velocidade da luz no vácuo, c e a velocidade da luz no meio v.

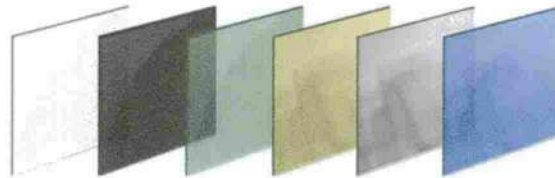
$$n = \frac{c}{v}$$



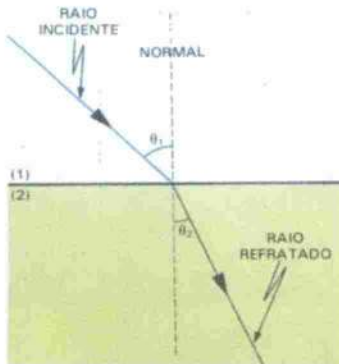
Índices de refração	
Substância	n
Gelo	1,31
Sal de cozinha	1,54
Quartzo	1,54
Zircônio	1,92
Diamante	2,42
Rutilo	2,80
Vidro	1,50
Álcool etílico	1,36
Água	1,33
Glicerina	1,47
Bissulfeto de carbono	1,63

Índice de refração relativo (n_{1,2}): é a relação entre os índices de refração absolutos de dois diferentes meios.

$$n_{1,2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

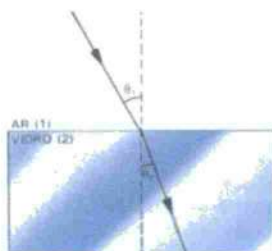


Lei de Snell – Descartes: “O produto do seno do ângulo de incidência pelo valor do índice de refração do meio onde se propaga o raio incidente é igual ao produto do seno do ângulo de refração pelo índice de refração do meio onde se propaga o raio refratado.”

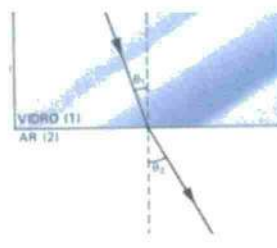


$$n_1 \cdot \text{sen } \theta_1 = n_2 \cdot \text{sen } \theta_2$$

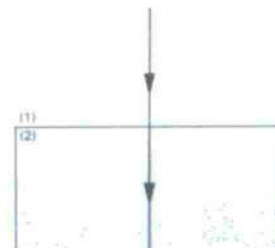
$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{2,1}$$



Refração com desvio de um meio **menos refringente** para um meio **mais refringente**



Refração com desvio de um meio **mais refringente** para um meio **menos refringente**



Refração **sem** desvio de um meio **menos refringente** para um meio **mais refringente**

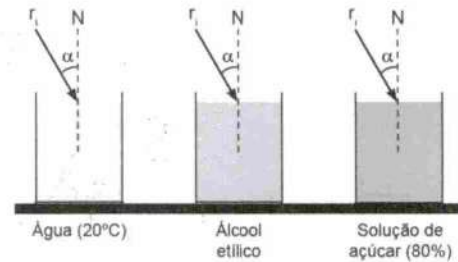


MODELAGEM

PUCRS.

INSTRUÇÃO: Para responder à questão abaixo, considere as informações a seguir.

Um feixe paralelo de luz monocromática, ao se propagar no ar, incide em três recipientes transparentes contendo substâncias com índices de refração diferentes quando medidos para essa radiação. Na figura abaixo, são representados os raios incidentes (r_i), bem como os respectivos ângulos (α) que eles formam com as normais (N) às superfícies.



Na tabela abaixo, são informados os índices de refração da radiação para as substâncias.

Meio	Índice
Água (20°C)	1,33
Álcool etílico	1,36
Solução de açúcar (80%)	1,49

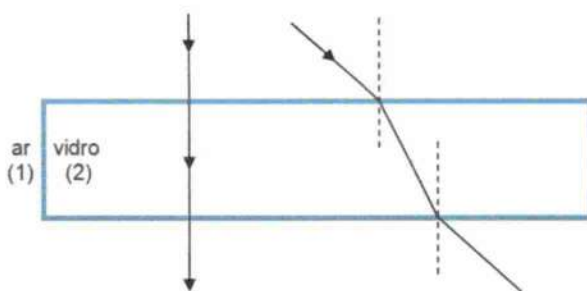
Quando a radiação é refratada pelas substâncias para a situação proposta, qual é a relação correta para os ângulos de refração (θ) da radiação nas três substâncias?

- A) $\theta_{\text{água}} = \theta_{\text{álcool etílico}} = \theta_{\text{solução de açúcar}}$
- B) $\theta_{\text{água}} > \theta_{\text{álcool etílico}} > \theta_{\text{solução de açúcar}}$
- C) $\theta_{\text{água}} < \theta_{\text{álcool etílico}} < \theta_{\text{solução de açúcar}}$
- D) $\theta_{\text{água}} > \theta_{\text{álcool etílico}} < \theta_{\text{solução de açúcar}}$
- E) $\theta_{\text{água}} < \theta_{\text{álcool etílico}} > \theta_{\text{solução de açúcar}}$

Como todos os raios são provenientes do mesmo meio (ar) e incidem com o mesmo ângulo α , podemos ser diretos na análise através da lei de Snell: Quanto **menos refringente** é o meio, **maiores são as velocidades, o comprimento de onda e o ângulo de refração**.

Resposta: C

Lâmina de faces paralelas:



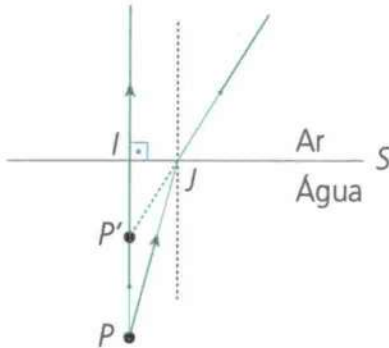
Continuidade óptica:



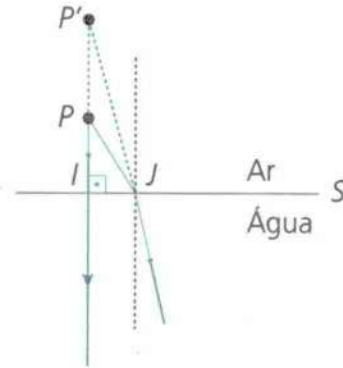
No frasco da esquerda, a parte do bastão de vidro imersa na água é visível. Já no da direita, a parte do bastão de vidro imersa no tetracloretoileno (C_2Cl_4) é invisível. Esse fenômeno ocorre porque os índices de refração do vidro que constitui o bastão e do tetracloretoileno são iguais. Os dois meios se comportam, do ponto de vista óptico, como se fossem um só, isto é, entre esses meios existe continuidade óptica.



Dioptro plano: É o sistema constituído por dois meios homogêneos e transparentes separados por uma superfície plana.

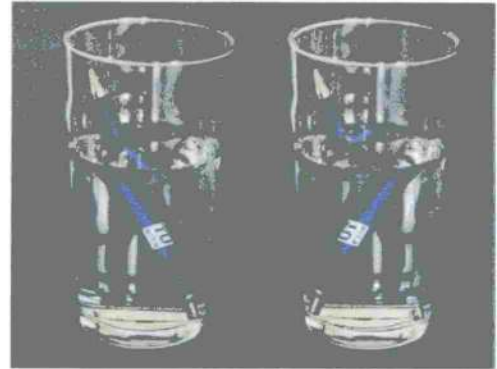


Objeto P na água. A imagem P' é virtual e está mais próxima de S .

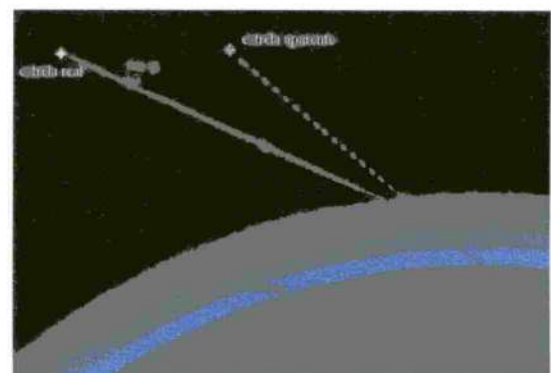
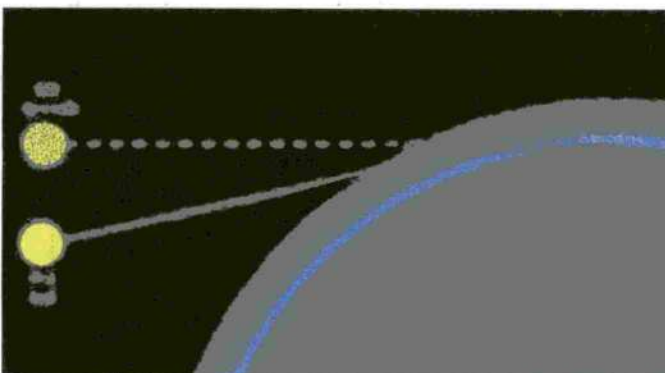


Objeto P no ar. A imagem P' é virtual e está mais afastada de S .

Fenômenos relacionados com a refração:



Refração atmosférica: Quando a luz se propaga dos astros até os olhos de uma pessoa na Terra, atravessa a atmosfera terrestre. A atmosfera tem densidade crescente a medida que estamos mais próximos da superfície da Terra onde se encontra o observador. Quando a luz se propaga do vácuo para a atmosfera, sua velocidade de propagação diminui um pouco e a direção de propagação da luz varia. É o fenômeno da refração que estamos estudando. Assim, ao atingir os olhos da pessoa, a luz proveniente de um astro, vem de uma direção mais elevada do que realmente o astro se encontra. Este efeito é mais evidente, quanto mais próximo do horizonte o astro se encontra. O Sol, quando está se pondo, pode ser visto acima da linha do horizonte cerca de 120 segundos após de já estar efetivamente abaixo da linha do horizonte.

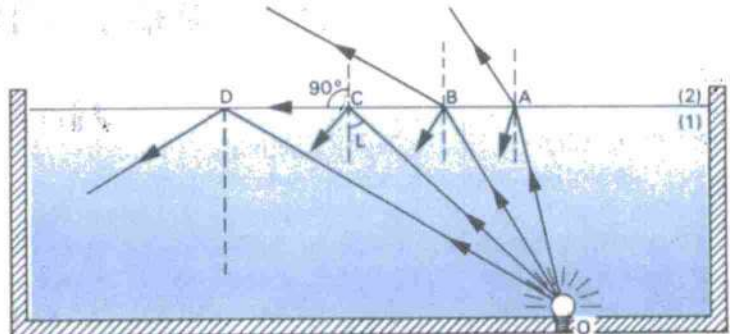




Reflexão total da luz:

Um raio luminoso, propagando-se em um meio 1 e incidindo na superfície de separação deste meio com um meio 2, tal que $n_1 > n_2$, sofrerá reflexão total se o seu **ângulo de incidência for maior do que o ângulo limite L.**

$$\text{sen } L = \frac{n_2}{n_1}$$

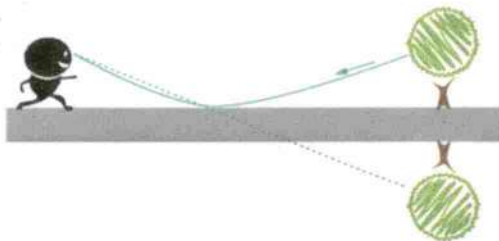


Miragem

Miragens se formam porque o índice de refração do ar varia com sua densidade e a densidade varia com a temperatura: quando a pressão é constante, quanto mais quente o ar, menor sua densidade e menor, também, seu índice de refração. Assim, um feixe de luz que atravessar regiões com diferentes temperaturas e, portanto, com diferentes índices de refração, poderá não seguir uma linha reta.

Em um dia ensolarado, o ar próximo ao asfalto quente estará mais rarefeito e, portanto, terá um índice de refração menor que o do ar mais afastado, mais frio. Um feixe de luz que se dirige ao solo passará de camadas de ar mais frias para camadas cada vez mais quentes.

Basta lembrar da lei de Snell para concluir que o raio de luz se curvará na direção do meio de maior índice de refração, no caso o ar mais frio. Essa trajetória curva na direção do ar mais frio continuará durante todo o percurso do raio de luz. Esse efeito é ilustrado pela linha verde contínua da figura, para um raio de luz que segue a direção da seta.



O observador perceberá a luz no percurso retilíneo indicado pela linha pontilhada, diferente daquele que ela realmente fez. Portanto, pensamos que a luz veio de um objeto que está abaixo do nível do chão.

Assim, se olhamos para a frente, vemos a árvore; se olhamos para o chão, vemos também a árvore, mas de ponta-cabeça. A combinação disso, em nosso cérebro, dá a impressão de que a imagem da árvore foi refletida no chão, como se houvesse uma poça de água. Ocorreu o fenômeno de reflexão total devido a luz propagar-se do meio mais para o menos refringente e incidir com o observador ao longe com ângulo maior que o limite.

A figura ilustrativa não está na proporção real: para que uma miragem como essa seja formada é necessário que o objeto esteja bem distante, várias centenas de metros adiante. A imagem formada também não é tão nítida como a figura pode sugerir, pois o ar não está parado, tanto pelo vento quanto pela convecção. Assim, a imagem adquire uma aparência instável, trêmula, simulando ainda melhor o que ocorreria se houvesse, de fato, uma poça de água.

Miragens como essa são formadas quando a temperatura do ar varia de vários graus celsius por metro, o que só ocorre em dias bem ensolarados e com solo seco, que possa se aquecer muito.

Essa miragem é a mais comum em países como o nosso, frequentemente vista nas longas retas das estradas em dias ensolarados, e são chamadas de miragens inferiores, pois são vistas abaixo da posição do objeto. Mas existem muitas outras miragens.

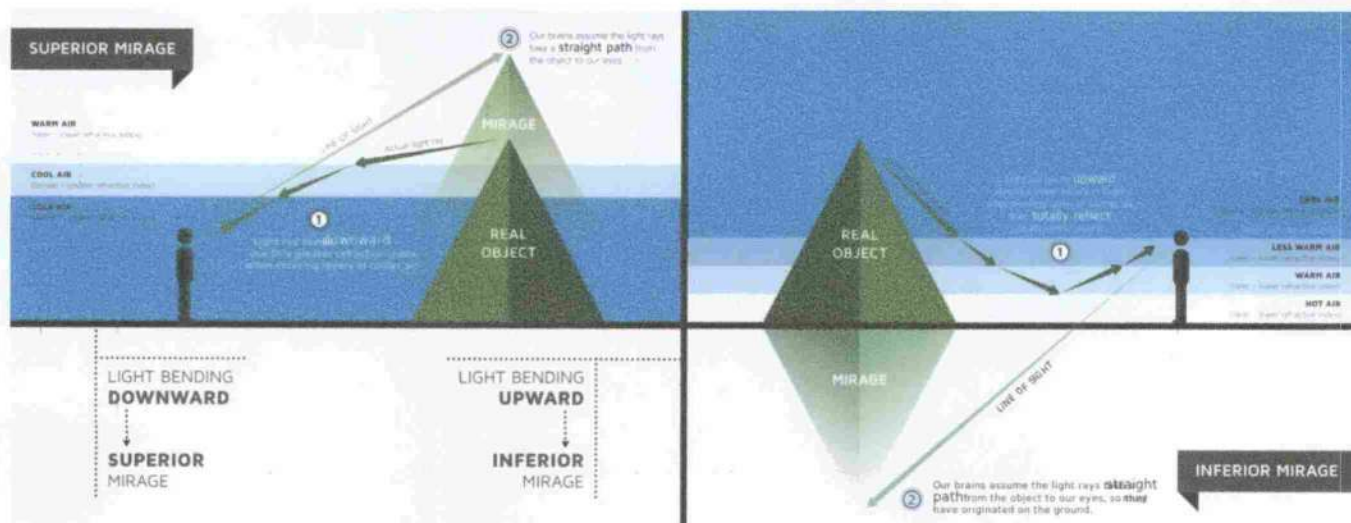


Uma delas é a miragem superior, em que um objeto escondido pela curvatura da Terra, por estar além da linha do horizonte, pode ser visto acima dele.

Miragens superiores, são formadas quando o ar próximo ao solo está mais frio que o ar nas regiões mais elevadas. Nesse caso, um raio de luz, como na miragem inferior, segue por um caminho curvo voltado para a região de maior índice de refração, portanto do ar mais frio, aquele que está mais próximo do solo.

Miragens superiores são mais raras porque normalmente a temperatura do ar na troposfera é tão menor quanto maior a altitude: usualmente, há uma redução de cerca de 1°C para cada cerca de 150 metros de ascensão. Entretanto, em certas condições, pode haver uma mudança dessa regra, chamada de inversão térmica, e a temperatura aumenta com a altitude.

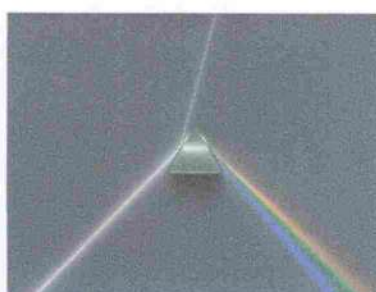
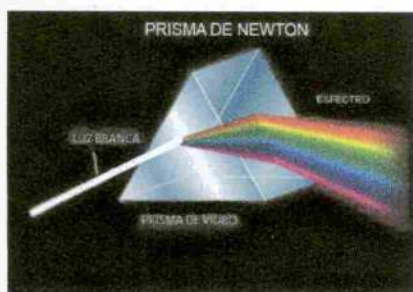
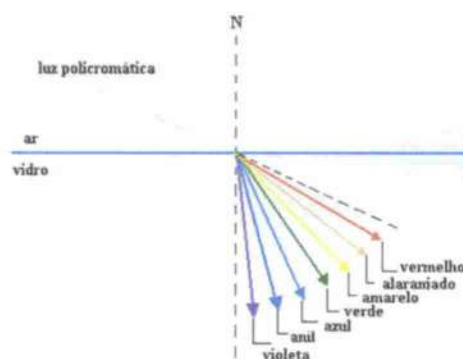
Miragens superiores ocorrem apenas em regiões muito frias, mais próximas dos polos. Essas miragens talvez estejam na origem das lendas náuticas dos navios voadores e de muitos óvnis criados, por exemplo, por luzes escondidas além do horizonte.



Dispersão da luz branca

Fenômeno no qual luz branca policromática se separa em várias cores. A luz branca é constituída pela superposição de todas as cores (VERMELHO, LARANJA, AMARELO, VERDE, AZUL e VIOLETA). Essas cores possuem diferentes índices de refração e portanto, ao sofrerem refração, sofrem diferentes desvios.

COR	f (hertz)	λ (metros)	n
Vermelho	$4,6 \times 10^{14}$	$6,5 \times 10^{-7}$	1,513
Amarelo	$5,3 \times 10^{14}$	$5,7 \times 10^{-7}$	1,517
Verde	$5,6 \times 10^{14}$	$5,4 \times 10^{-7}$	1,519
Azul	$6,3 \times 10^{14}$	$4,8 \times 10^{-7}$	1,528
Violeta	$6,7 \times 10^{14}$	$4,5 \times 10^{-7}$	1,532

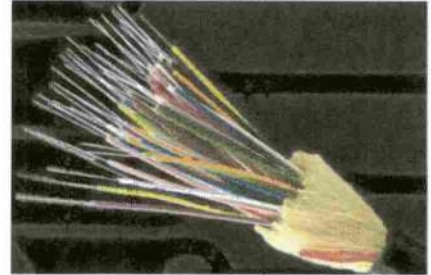




LEITURA 1

Tecnologia Fibra Óptica

O cabo de Fibra Óptica é uma tecnologia que utiliza um filamento de vidro transparente e com alto grau de pureza como meio físico. Seu diâmetro é tão fino quanto um fio de cabelo humano, sendo usado para transmitir raios de luz ao longo de grandes distâncias, permitindo carregar milhares de informações digitais sem perdas significativas.



Ao redor do filamento existem outras substâncias de menor índice de refração, que fazem com que os raios sejam refletidos internamente, minimizando assim as perdas de transmissão. Os sistemas de comunicações baseados em fibra óptica utilizam lasers ou dispositivos emissores de luz (LEDs). Além disso, as fibras ópticas são imunes a interferências eletromagnéticas e a ruídos por não irradiarem luz para fora do cabo.

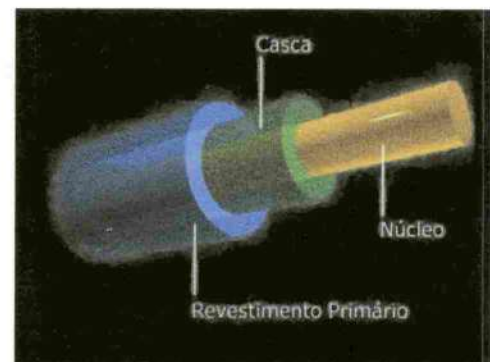
Essa tecnologia permite altíssimas taxas de transmissão, na ordem de Gbps (bilhões de bits por segundo), porém para que haja o tráfego de dados e a taxa de transmissão no meio físico de fibra óptica são necessários equipamentos denominados conversores de mídias.

Estrutura da Fibra Óptica

Núcleo: O núcleo é um fino filamento de vidro ou plástico, medido em micra ($1 \mu\text{m} = 0,000001\text{m}$), por onde passa a luz. Quanto maior o diâmetro do núcleo mais luz ele pode conduzir.

Casca: Camada que reveste o núcleo. Por possuir índice de refração menor que o núcleo ela impede que a luz seja refratada, permitindo assim que a luz chegue ao dispositivo receptor.

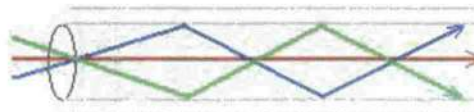
Revestimento Primário (Capa): Camada de plástico que envolve o núcleo e a casca, protegendo-os contra choques mecânicos, danos de umidades e excesso de curvatura.



Classificação das Fibras Ópticas

As fibras ópticas podem ser classificadas de dois modos: Multimodo e Monomodo. Essas categorias definem a forma como a luz se propaga no interior do núcleo:

Fibras Multimodo: As fibras multimodo possuem o diâmetro do núcleo maior do que as fibras monomodo, de modo que a luz tenha vários modos de propagação, ou seja, a luz percorre o interior da fibra óptica por diversos caminhos. Esse tipo de fibra é utilizado normalmente em curtas distâncias e oferece uma largura de banda inferior a fibra monomodo.



Fibras Monomodo: As fibras monomodo são adequadas para aplicações que envolvam grandes distâncias, embora requeiram conectores de maior precisão e dispositivos de alto custo. Nas fibras monomodo, a luz possui apenas um modo de propagação, ou seja, a luz percorre o interior do núcleo por apenas um caminho. Esse tipo de fibra é utilizado para atingir maiores distâncias e oferece uma largura de banda superior a fibra multimodo por ter menor dispersão do sinal.





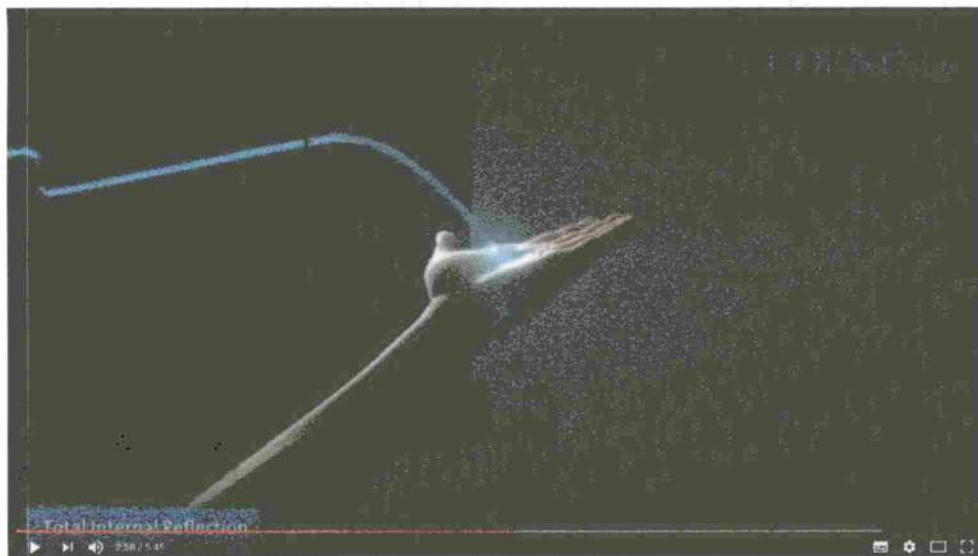
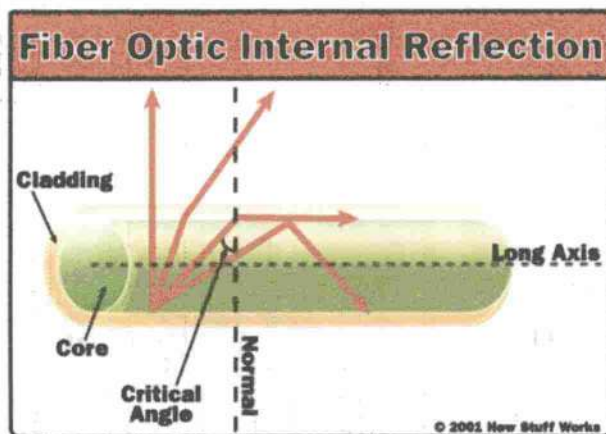
Vantagens

Em virtude das suas características, as fibras ópticas apresentam muitas vantagens sobre os sistemas elétricos:

- Dimensões reduzidas;
- Capacidade para transportar grandes quantidades de informação;
- Atenuação muito baixa, que permite grandes espaçamentos entre conversores e repetidores, com distâncias superiores a algumas dezenas de quilômetros.
- Imunidade às interferências eletromagnéticas;
- Matéria-prima muito abundante.
- Pequeno tamanho e peso.

Aplicação

Sempre que falamos ao telefone, assistimos à TV a cabo, navegamos na Internet utilizamos tecnologia associada às fibras ópticas. A figura 1.3-1 abaixo mostra aplicação aonde um provedor de serviços disponibiliza um link corporativo (LAN) de fibra monomodo de 20km.





LEITURA 2

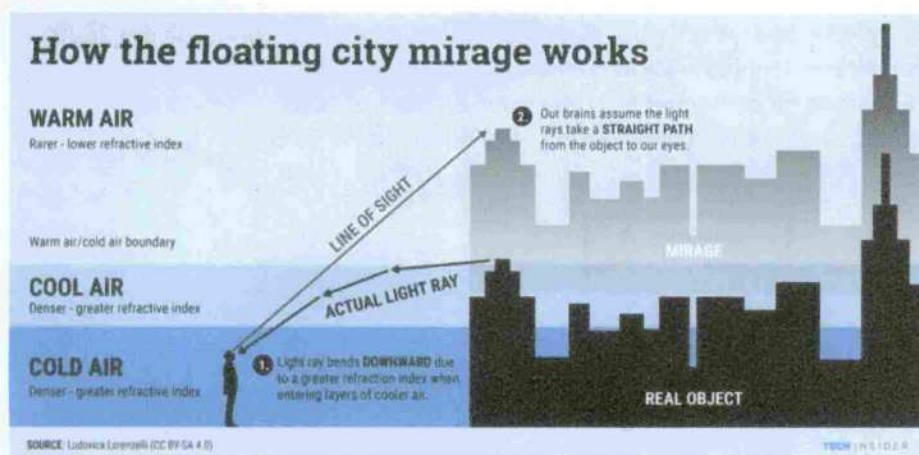
O Fenômeno Fata Morgana

Durante séculos, os marinheiros em alto-mar supostamente viam tudo, desde navios fantasmas até monstros marinhos, sereias e inclusive as lendárias Ninfas do Mar que seduziam marinheiros para a morte. Mas alguns desses contos de fadas podem ser explicados pela física, através da temperatura e pela forma como o nosso cérebro processa a visão.

O Fata Morgana é uma rara e complexa forma de miragem que pode ser vista tanto na terra como na água. Ao contrário da mais familiar miragem conhecida da água no deserto, o Fata Morgana é uma formação de miragem superior, onde pode fazer com que objetos, como navios e até mesmo cidades, pareçam flutuar no ar. Ocorre normalmente devido a uma inversão térmica. Objetos que se encontrem no horizonte como, por exemplo, ilhas, barcos ou icebergs, adquirem uma aparência alargada e elevada, similar aos “castelos de contos de fadas”. A Fata Morgana mais célebre é a que se produz no Estreito de Messina, entre a Calábria e a Sicília. Com tempo calmo, a separação regular entre o ar quente e o ar frio (mais denso) perto da superfície terrestre pode provocar refração da luz, produzindo uma imagem invertida, sobre a qual a imagem distante parece flutuar. Os efeitos Fata Morgana costumam ser visíveis de manhã, depois de uma noite fria. É comum pelas manhãs nos mares árticos, com o mar muito calmo, e é habitual nas superfícies geladas da Antártida. Os efeitos de Fata Morgana são miragens ditas superiores, diferentes das miragens inferiores, que são mais comuns e criam a ilusão de lagos de água distantes nos desertos ou em estradas como asfalto muito quente.



Essa ilusão de ótica é criada quando a camada mais densa de ar na superfície reflete a imagem de um objeto distante e baixo. Mas o nosso cérebro ainda consegue ver objetos, como se eles refletissem a luz vinda de um caminho em linha reta, de modo que o objeto pareça ser maior do que na verdade é, muitas vezes, flutuando no ar.





LEITURA 3

Arranha-céu projetado pelo arquiteto Rafael Viñoly vira forno solar e derrete carros em Londres

A construção de um arranha-céu de 180 metros de altura tem esquentado, literalmente, a cabeça dos londrinos. Projetado pelo arquiteto uruguaio Rafael Viñoly, o edifício 20 Fenchurch, apelidado de "Walkie Talk", figura uma fachada curva e revestida por vidro espelhado capaz de criar focos de calor tão fortes que chegam a queimar o tapete de uma loja e deixar marcas de derretimento em carros estacionados na região.

Por causa do seu formato, o prédio de 37 pavimentos se tornou um enorme espelho côncavo que concentra e reflete a luz do sol para a calçada, deixando um rastro de destruição pelas ruas de Londres. Testes de medição chegaram a apontar a temperatura do solo em torno de 92°C.

A polêmica tem atraído a atenção do mundo pelos inusitados relatos causados pelo calor dos reflexos. O diretor de uma empresa de ladrilhos, Martin Lindsay, deixou o seu Jaguar XJ estacionado por uma hora no lado oposto do prédio, ao retornar constatou que a lataria e o retrovisor do carro estavam derretidos. O dono vai receber uma indenização equivalente a R\$ 3,5 mil e, com o resultado do incidente, a área de 15 metros escaldantes foi interdita.

Um jornalista local provou que a alta temperatura gerada permite até fritar um ovo em plena calçada, mas, após o teste, chegou a passar mal pela exposição ao sol. Comerciantes instalados na região também revelaram os efeitos desastrosos do calor em suas mercadorias nas vitrines, cujo fenômeno chegou a queimar parte do tapete da entrada da loja e causar patologias no revestimento da rua.

O projeto do edifício 20 Fenchurch, vencedor de um concurso de arquitetura, apresenta um topo mais largo do que a base e, na cobertura, um jardim elevado com vista panorâmica de 360 graus. O conceito para o formato curvo foi uma tentativa de respeitar o caráter histórico da cidade, seguindo o contorno do rio e o traçado das ruas milenares.

Curiosamente, esse problema não é inédito para Viñoly. O projeto do hotel Vdara, inaugurado em 2009, em Las Vegas, segue o mesmo padrão de revestimento e já ganhou a fama de projetar um "raio da morte", que incide sobre o deque da piscina e produz áreas de calor intenso. Hóspedes do hotel presenciaram copos de plástico e sacolas de compras derretidas por conta do reflexo provocado pelos vidros da construção.





QUESTÕES PÓS-AULA

As **questões pós-aula** tem a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a "obrigação" de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

Fica a dica: se algum dia um "tema de casa" tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

386. ENEM. A figura mostra uma superfície refletora de formato parabólico, que tem sido utilizada como um fogão solar. Esse dispositivo é montado de tal forma que a superfície fique posicionada sempre voltada para o Sol. Neste, a panela deve ser colocada em um ponto determinado para maior eficiência do fogão.



Disponível em: <http://www.deltateta.com>. Acesso em: 30 abr. 2010.

Considerando que a panela esteja posicionada no ponto citado, a maior eficiência ocorre porque os raios solares

- A) refletidos passam por esse ponto, definido como ponto de reflexão.
- B) incidentes passam por esse ponto, definido como vértice da parábola.
- C) refletidos se concentram nesse ponto, definido como foco da parábola.
- D) incidentes se concentram nesse ponto, definido como ponto de incidência.
- E) incidentes e refletidos se interceptam nesse ponto, definido como centro de curvatura.

387. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Para que os seguranças possam controlar o movimento dos clientes, muitos estabelecimentos comerciais instalam espelhos convexos em pontos estratégicos das lojas.





A adoção desse procedimento deve-se ao fato de que esses espelhos aumentam o campo de visão do observador. Isto acontece porque a imagem de um objeto formada por esses espelhos é , e objeto.

- A) virtual – direta – menor que o
- B) virtual + invertida – maior que o
- C) virtual – invertida – igual ao
- D) real – invertida – menor que o
- E) real – direta – igual ao

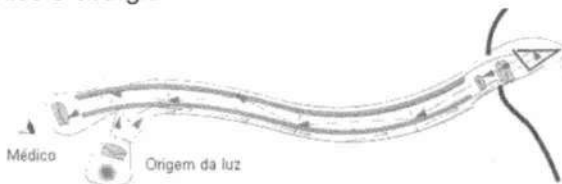
388. UFRGS. A figura mostra uma vela colocada em frente a um espelho côncavo.



Nessa situação, a imagem da vela, que pode ser localizada na posição P é

- A) virtual, direita e menor do que a vela.
- B) virtual, invertida e maior do que a vela.
- C) real, invertida e maior do que a vela.
- D) real, direita e maior do que a vela.
- E) real, direita e menor do que a vela.

389. ACAFE. O uso de fibras ópticas em aplicações médicas tem evoluído bastante desde as aplicações pioneiras do Fiberscope, onde um feixe de fibras de vidro servia basicamente para iluminar e observar órgão no interior do corpo humano. Hoje em dia, tem-se uma variedade de aplicações de sistemas sensores com fibras ópticas em diagnóstico e cirurgia.



Assinale a alternativa correta que completa as lacunas das frases a seguir.

O princípio é que quando lançado um feixe de luz numa extremidade da fibra e, pelas características ópticas do meio (fibra), esse feixe percorre a fibra por meio de _____ sucessivas. A fibra possui no mínimo duas camadas: o núcleo (filamento de vidro) e o revestimento (material eletricamente isolante). No núcleo, ocorre a transmissão da luz propriamente dita. A transmissão da luz dentro da fibra é possível graças a uma diferença de índice de _____ entre o revestimento e o núcleo, sendo que o núcleo possui sempre um índice de refração mais elevado, característica que, aliada ao ângulo de _____ do feixe de luz, possibilita o fenômeno da _____ total.



- A) refrações - refração - incidência - reflexão
- B) reflexões - refração - incidência - reflexão
- C) reflexões - incidência - refração - refração
- D) interferências - refração - incidência - reflexão

390. UFRGS. A imagem de um determinado objeto, colocado diante de um espelho esférico côncavo, aparece projetada numa tela de maneira invertida e com tamanho maior do que o do objeto. O objeto encontra-se

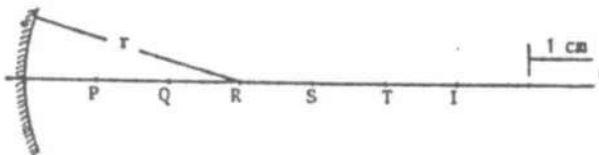


- A) no foco do espelho.
- B) no centro de curvatura do espelho.
- C) entre o foco e o centro de curvatura do espelho.
- D) entre o foco e o vértice do espelho.
- E) a uma distância do vértice do espelho que é maior do que o dobro da distância focal.

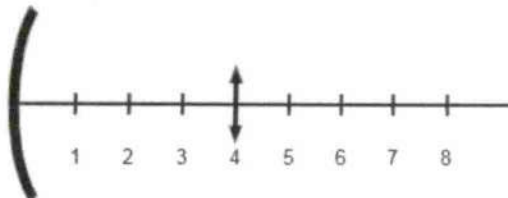
391. UFRGS. Um espelho côncavo tem um raio de curvatura igual a r , conforme indica a figura. Para projetar a imagem de um objeto sobre um anteparo colocado na posição I, em que ponto deve ser colocado o objeto?



- A) P
- B) Q
- C) R
- D) S
- E) T



392. PUCRS. A figura a seguir mostra um espelho côncavo e diversas posições sobre o seu eixo principal. Um objeto e sua imagem, produzida por este espelho, são representados pelas flechas na posição 4.



O foco do espelho está no ponto identificado pelo número

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 8

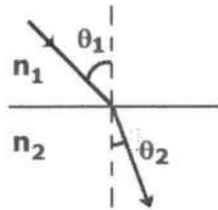


393. PUCRS. Ao observar a imagem da Lua formada por um pequeno espelho côncavo, um astrônomo amador na Terra percebe que esta imagem se forma

- A) aproximadamente no foco do espelho.
- B) aproximadamente no centro do espelho.
- C) a meia distância entre o foco e o vértice do espelho.
- D) a meia distância entre o centro e o foco do espelho.
- E) exatamente no vértice do espelho.



394. UFRGS. Um feixe de luz monocromática atravessa a interface entre dois meios transparentes com índices de refração n_1 e n_2 , respectivamente, conforme representa a figura abaixo.



Com base na figura, é correto afirmar que, ao passar do meio com n_1 para o meio com n_2 , a velocidade, a frequência e o comprimento de onda da onda, respectivamente,

- A) permanece, aumenta e diminui.
- B) permanece, diminui e aumenta.
- C) aumenta, permanece e aumenta.
- D) diminui, permanece e diminui.
- E) diminui, diminui e permanece.



395. PUCRS. Em Física, os modelos utilizados na descrição dos fenômenos da refração e da reflexão servem para explicar o funcionamento de alguns instrumentos ópticos, tais como telescópios e microscópios. Quando um feixe monocromático de luz refrata ao passar do ar ($n_{\text{ar}}=1,00$) para o interior de uma lâmina de vidro ($n_{\text{vidro}} = 1,52$), observa-se que a rapidez de propagação do feixe _____ e que a sua frequência _____. Parte dessa luz é refletida nesse processo. A rapidez da luz refletida será _____ que a da luz incidente na lâmina de vidro.

- A) não muda – diminui – a mesma
- B) diminui – aumenta – menor do
- C) diminui – não muda – a mesma
- D) aumenta – não muda – maior do
- E) aumenta – diminui – menor do





396. UPF. Conta a história que Isaac Newton, trabalhando no polimento de algumas peças de vidro, conseguiu obter um prisma triangular, o qual utilizou para a sua famosa experiência da dispersão da luz branca, ilustrada na figura a seguir.



Utilizando-se da palavra latina *spectrum*, ele descreveu o conjunto de cores que resultou dessa dispersão da luz branca ao atravessar o prisma. A explicação para o observado por Newton encontra-se associada ao fato de que cada cor que compõe o *spectrum* sofre um desvio diferente em virtude

- A) da sua polarização.
- B) da sua difusão.
- C) do seu índice de refração.
- D) da sua velocidade no vácuo.
- E) da sua interferência.

397. PUCRS. Um espelho esférico fornece uma imagem virtual e de tamanho igual à metade de um objeto real. Sendo a distância entre o objeto e a imagem 24 cm, o raio de curvatura do espelho é de



- A) 12 cm
- B) 24 cm
- C) 32 cm
- D) 36 cm
- E) 48 cm

398. UPF. Sobre o comportamento da luz em diferentes meios, são feitas as seguintes afirmações:



- I. Um feixe de luz monocromático tem frequência definida.
- II. No vácuo, os diferentes feixes de luz monocromáticos se propagam com velocidades distintas.
- III. A passagem da luz de um meio para outro, acompanhada de uma variação em sua velocidade de propagação, recebe o nome de refração da luz.

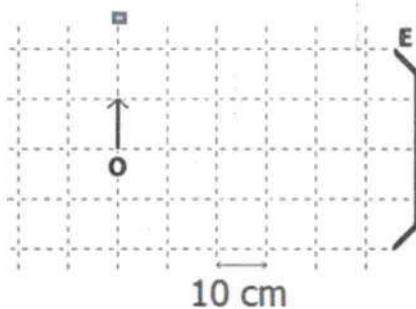


IV. O índice de refração absoluto de um meio define-se como o quociente entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz no meio em questão.

Está **correto** apenas o que se afirma em:

- A) I, II e III.
- B) I, III e IV.
- C) I e III.
- D) II e IV.
- E) III e IV.

399. UFRGS. Observe a figura abaixo.



Na figura, **E** representa um espelho esférico côncavo com distância focal de 20 cm, e **O**, um objeto extenso colocado a 60 cm do vértice do espelho.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

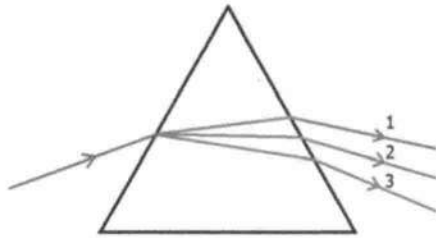
A imagem do objeto formada pelo espelho é e situa-se a do vértice do espelho.

- A) Real – direita – 15cm
- B) Real – invertida – 30 cm
- C) Virtual – direita – 15 cm
- D) Virtual – invertida – 30 cm
- E) Virtual – direita – 40 cm

Instrução: As questões abaixo referem-se ao enunciado e gráfico abaixo.

400. UFRGS. Um feixe de luz branca incide em uma das faces de um prisma de vidro imerso no ar. Após atravessar o prisma, o feixe emergente exibe um conjunto de raios de luz de diversas cores. Na figura abaixo, estão representadas apenas três raios correspondentes às cores azul, verde e vermelha.





A partir dessa configuração, os raios 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, às cores

- A) Vermelha, verde e azul.
- B) Vermelha, azul e verde.
- C) Verde, vermelha e azul.
- D) Azul, verde e vermelha.
- E) Azul, vermelha e verde.

401. UFRGS. O fenômeno físico responsável pela dispersão da luz branca, ao atravessar o prisma, é chamado

- A) Difração.
- B) Interferência.
- C) Polarização.
- D) Reflexão.
- E) Refração.

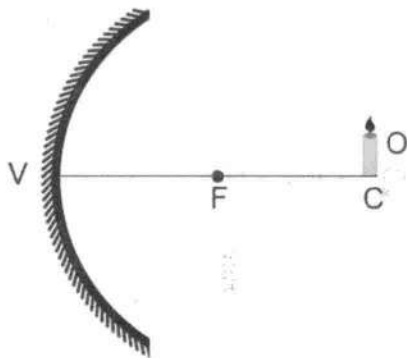


402. ULBRA. Um raio de luz, vindo do ar, tem um ângulo de incidência de 40° com a superfície de um meio **A**, assim o raio refratado tem um ângulo de 30° . O mesmo raio incidente, nas mesmas condições, ao incidir na superfície de um meio **B** gera um raio refratado de ângulo 60° . Considere: $\text{sen } 30^\circ = 1/2$; $\text{sen } 40^\circ = 16/25$; $\text{sen } 60^\circ = \sqrt{3}/2$. A razão entre o índice de refração do meio **A** e do meio **B** vale:

- A) $\sqrt{3}/2$
- B) $\sqrt{3}/3$
- C) $\sqrt{3}$
- D) $1/2$
- E) 2



403. PUCRS. Em frente a um espelho côncavo de foco principal **F** e vértice **V**, um objeto **O** está posicionado no centro de curvatura **C**, conforme mostra a figura abaixo.



Quando este objeto for aproximado do espelho, ficando entre o foco e o vértice, sua imagem posicionar-se-á

- A) no foco.
- B) no infinito.
- C) atrás do espelho.
- D) no centro de curvatura.

404.UPF. Sobre a formação da imagem em espelhos esféricos são feitas as seguintes afirmações:

I. Quando se coloca um objeto sobre o eixo principal no centro de curvatura de um espelho côncavo, forma-se uma imagem real, invertida, do mesmo tamanho que o objeto e localizada no centro de curvatura.

II. Quando se coloca um objeto sobre o eixo principal no foco de um espelho côncavo, forma-se uma imagem imprópria no infinito.

III. Em um espelho côncavo, todo raio luminoso que incide paralelamente ao seu eixo principal é refletido em direção ao foco principal do espelho.

IV. Quando um raio de luz incide no vértice de um espelho esférico, é refletido numa direção simétrica à da incidência, em relação ao eixo principal, independentemente de o espelho ser côncavo ou convexo.

Dessas afirmações:

- A) Somente I e II são corretas.
- B) Somente I, III e IV são corretas.
- C) Somente I, II e IV são corretas.
- D) Somente I, II e III são corretas.
- E) Todas são corretas.

405. Um objeto é colocado a 40 cm do vértice de um espelho esférico côncavo, de raio de curvatura igual a 30 cm. Neste caso, a distância da imagem em relação ao espelho será, em cm, igual a





- A) 12
- B) 16
- C) 20
- D) 24
- E) 30

406. 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.

407. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que aparecem.

A radiação luminosa emitida por uma lâmpada a vapor de lítio atravessa um bloco de vidro transparente, com índice de refração maior que o do ar. Ao penetrar no bloco de vidro, a radiação luminosa tem sua frequência O comprimento de onda da radiação no bloco é que no ar e sua velocidade de propagação é que no ar.

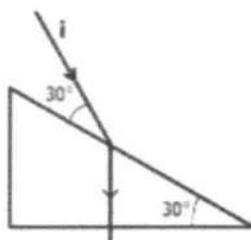


- A) alterada – maior – menor
- B) alterada – o mesmo – maior
- C) inalterada – maior – menor
- D) inalterada – menor – menor
- E) inalterada – menor – a mesma

408. UFRGS. No diagrama abaixo, i representa um raio luminoso propagando-se no ar, que incide e atravessa um bloco triangular de material transparente desconhecido. Com base na trajetória completa do raio luminoso, o índice de refração deste material desconhecido é (Dados: índice de refração do ar = 1; $\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$; $\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$).



- A) $\sqrt{3}/2$
- B) $2/\sqrt{3}$
- C) $\sqrt{3}$
- D) $\sqrt{4}/3$
- E) $2\sqrt{3}$





409. UFRGS. Um estudante, para determinar a velocidade da luz num bloco de acrílico, fez incidir um feixe de luz sobre o bloco. Os ângulos de incidência e refração medidos foram, respectivamente, 45° e 30° . Sendo c a velocidade de propagação da luz no ar, o valor obtido para a velocidade de propagação da luz no bloco é
(Dado: $\text{sen } 30^\circ = \frac{1}{2}$; $\text{sen } 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$)



- A) $\frac{c}{2}$
- B) $\frac{c}{\sqrt{2}}$
- C) c
- D) $\sqrt{2}c$
- E) $2c$

410. UFRGS. A nanotecnologia, tão presente nos nossos dias, disseminou o uso do prefixo nano (n) junto a unidades de medida. Assim, comprimentos de onda da luz visível são, modernamente, expressos em nanômetros (nm), sendo $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$. (Considere a velocidade da luz no ar igual a $3 \times 10^8 \text{ m/s}$). Um feixe de luz monocromática de comprimento de onda igual a 600 nm , propagando-se no ar, incide sobre um bloco de vidro, cujo índice de refração é 1,5. O comprimento de onda e a frequência do feixe que se propaga dentro do vidro são, respectivamente,



- A) 400 nm e $5,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- B) 400 nm e $7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- C) 600 nm e $5,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- D) 600 nm e $3,3 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- E) 900 nm e $3,3 \times 10^{14} \text{ Hz}$.

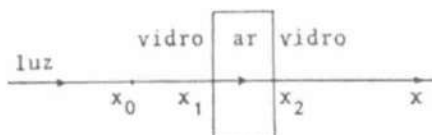
411. PUCRS. Um estudante, para analisar o fenômeno da reflexão da luz, realizou uma série de experiências nas quais fez um raio luminoso incidir num espelho plano, medindo os ângulos de incidência (i) e de reflexão (r) em relação à direção normal ao espelho. Em seguida, construiu um gráfico do ângulo de reflexão em função do ângulo de incidência numa mesma escala. O gráfico construído pelo estudante é, tomando como referência o eixo das abscissas, uma

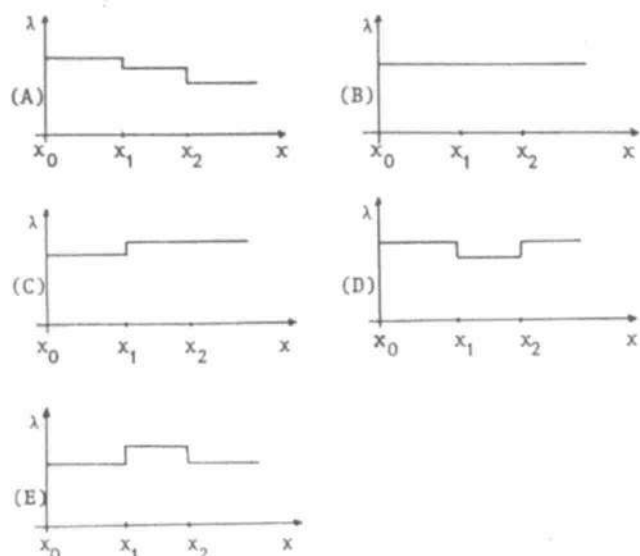


- A) reta paralela.
- B) reta inclinada a 45° .
- C) curva exponencial crescente.
- D) curva logarítmica.
- E) curva senoidal.

412) UFRGS. A figura abaixo representa um raio de luz monocromática que atravessa uma película de ar no interior de um vidro isótropo, na direção x .

Qual o gráfico que melhor representa o comprimento de onda λ desse raio de luz em função da posição x ?

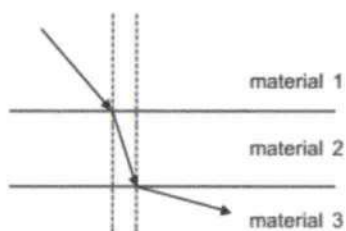




413. PUCRS. Um raio de luz monocromática atravessa três materiais distintos sobrepostos, como mostrado no esquema abaixo.

A partir desta representação, considerando os índices de refração absolutos (em relação ao vácuo, $n = 1$) desses materiais, é correto afirmar que:

- A) $n_1 > n_2 > n_3$
- B) $n_2 > n_1 > n_3$
- C) $n_3 > n_2 > n_1$
- D) $n_3 > n_1 > n_2$
- E) $n_1 > n_3 > n_2$



414. PUCRS. O efeito causado pela incidência da luz solar sobre um vidro, dando origem a um feixe colorido, é conhecido como dispersão da luz branca. Este fenômeno é resultado da refração da luz ao atravessar meios diferentes, no caso, do ar para o vidro. Na superfície de separação entre os dois meios, a luz sofre um desvio em relação à direção original de propagação desde que incida no vidro em uma direção diferente da direção normal à superfície.

A tabela abaixo informa os índices de refração de um tipo de vidro para algumas das diferentes cores que compõem a luz branca.

Cor	Índice de refração do vidro relativo ao ar
Vermelho	1,513
Amarelo	1,517
Verde	1,519
Azul	1,528
Violeta	1,532





A partir das informações e da tabela apresentadas, em relação a um raio de luz branca proveniente do ar que incide no vidro, é correto afirmar que

- A) as cores são percebidas porque o vidro apresenta aproximadamente o mesmo índice de refração para todas elas.
- B) há a predominância da luz verde porque o índice de refração do vidro para essa cor aproxima-se da média dos índices para todas as cores.
- C) a luz violeta é a que sofre menor desvio.
- D) a luz vermelha é a que sofre maior desvio.
- E) a luz azul sofre desvio maior do que a luz vermelha.

415. PUCRS. O edifício *20 Fenchurch Street*, localizado em Londres e conhecido como *Walkie Talkie*, tem causado diversos problemas para a sua vizinhança. Moradores e funcionários da região têm argumentado que, desde a sua construção, os ventos estão mais intensos nas imediações do prédio. Além disso, houve registros de carros estacionados nas proximidades do prédio que tiveram suas pinturas danificadas e suas peças derretidas por conta da reflexão da luz solar ocasionada pelo arranha-céu. Os carros foram danificados porque pelo menos uma das faces do prédio tem formato semelhante a

- A) um espelho côncavo.
- B) um espelho convexo.
- C) uma lente divergente.
- D) uma lente convergente.



416. PUCRS. A luz visível corresponde à faixa do espectro eletromagnético entre a do infravermelho e a do ultravioleta. Em qual dos conjuntos as cores estão em ordem decrescente de comprimento de onda?

- A) Verde – azul – vermelho.
- B) Amarelo – laranja – vermelho.
- C) Azul – violeta – vermelho.
- D) Vermelho – azul – violeta.
- E) Violeta – azul – verde.



417. PUCRS. As fibras óticas são muito utilizadas para guiar feixes de luz por um determinado trajeto. A estrutura básica dessas fibras é constituída por cilindros concêntricos com índices de refração diferentes, para que ocorra o fenômeno da reflexão interna total. O centro da fibra é denominado de núcleo, e a região externa é denominada de casca. Para que ocorra o fenômeno da reflexão interna total numa fibra ótica, o ângulo crítico de incidência da luz em relação à direção normal é _____, e o índice de refração do núcleo deve ser _____ índice de refração da casca. A alternativa correta que preenche a afirmativa é





- A) menor do que 90° – igual ao
- B) menor do que 90° – menor do que o
- C) igual a 90° – menor do que o
- D) menor do que 90° – maior do que o
- E) igual a 90° – maior do que o

INSTRUÇÃO: Para responder à questão abaixo, analise a figura abaixo, que mostra a obra Autorretrato, do artista holandês M.C. Escher (1898-1972).



418. PUCRS. Pode-se considerar que a esfera vista na figura se comporta como um espelho _____. A imagem conjugada pelo espelho é _____ e se encontra entre o foco e o _____ do espelho.

- A) côncavo – real – vértice
- B) convexo – real – vértice
- C) convexo – virtual – vértice
- D) convexo – virtual – centro de curvatura
- E) côncavo – virtual – centro de curvatura

419. UCPEL. Vivemos em uma atmosfera na qual se propagam ondas eletromagnéticas provenientes de variadas tecnologias criadas pelo homem como telefonia, rádio, televisão, redes transmissoras de energia elétrica, redes de internet sem fio, dentre outras. Diversos estudos sobre os possíveis efeitos dessas radiações sobre a saúde do homem estão sendo realizados e a palavra de ordem mais sensata em relação a essas tecnologias é, no momento, apenas uma: cautela. Baseado em seus estudos, assinale a alternativa verdadeira em relação aos fenômenos ondulatórios.



- A) Uma onda sonora não sofre refração, pois esse fenômeno só acontece com a luz, que é uma onda eletromagnética.
- B) Onda mecânica, como o som, necessita de um meio para se propagar. A eletromagnética, entretanto, só se propaga no vácuo.
- C) Somente a onda eletromagnética transmite energia, por isso é usada nas tecnologias descritas no enunciado dessa questão.
- D) A luz que vem do Sol é uma onda eletromagnética que, ao atravessar um prisma de vidro, sofre dispersão e se decompõe em suas cores componentes, visíveis ao olho humano.
- E) A luz se propaga com sua maior velocidade no vácuo e não é capaz de se propagar onde existe matéria. Já o som se propaga com maior velocidade em meios, onde há mais quantidade de matéria por volume.



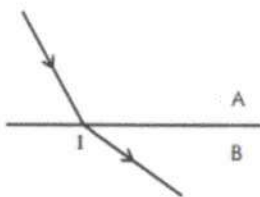
420. UCPEL. Assinale com VERDADEIRO (V) ou FALSO (F) as afirmativas abaixo.

- I. Não pode ocorrer refração sem reflexão simultânea.
- II. A reflexão total só pode ocorrer, quando a luz passa de um meio em que sua velocidade de propagação é menor para o meio em que sua velocidade de propagação é maior.
- III. Um raio de luz que incide perpendicularmente numa superfície tem ângulo de incidência nulo.
- IV. O índice de refração do vidro é maior que o da água, logo a velocidade de propagação da luz no vidro é maior que na água.
- V. Ao sofrer refração, um raio de luz monocromático muda sua frequência.

- A) V – F – F – F – V
- B) V – V – F – V – F
- C) V – V – V – F – F
- D) F – F – V – V – V
- E) V – V – V – V – V



421. UCPEL. A figura abaixo representa um raio de luz monocromático, propagando-se de um meio A para um meio B. Podemos afirmar que



- A) a velocidade de propagação no meio B é maior que no meio A.
- B) a frequência diminui no meio B.
- C) o comprimento de onda do meio B é menor que no meio A.
- D) a velocidade de propagação no meio B é igual à do meio A.
- E) o comprimento de onda no meio B é igual ao do meio A.



422. UCPEL. Considere as afirmações abaixo e analise a opção correta.

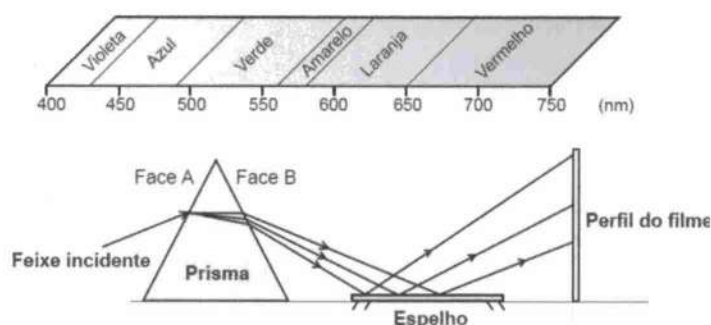
- I. Um raio de luz incide perpendicularmente em uma superfície e, portanto, seu ângulo de incidência é 90° .
- II. Quando se dá o eclipse parcial do Sol, o observador se encontra na região de sombra.
- III. Num espelho côncavo, as imagens são sempre maiores que os objetos reais.
- IV. A reflexão total só se verifica quando a luz passa de um meio em que sua velocidade de propagação é menor para o meio onde sua velocidade de propagação é maior.
- V. A convergência ou vergência de uma lente independe do meio onde está imersa.





- A) Somente a V.
- B) Somente a IV.
- C) I, II e III.
- D) III, IV e V.
- E) Todas estão corretas.

423. ENEM. A figura representa um prisma óptico, constituído de um material transparente, cujo índice de refração é crescente com a frequência da luz que sobre ele incide. Um feixe luminoso, composto por luzes vermelha, azul e verde, incide na face A, emerge na face B, e após ser refletido por um espelho, incide num filme para fotografia colorida, revelando três pontos.



Observando os pontos luminosos revelados no filme, de baixo para cima, constatam-se as seguintes cores:

- A) Vermelha, verde, azul.
- B) Verde, vermelha, azul.
- C) Azul, verde, vermelha.
- D) Verde, azul, vermelha.
- E) Azul, vermelha, verde.

424. UPF. Sobre um feixe de luz monocromático que se refrata ao incidir na superfície de separação de dois meios líquidos transparentes com índices de refração diferentes são feitas as seguintes afirmações:



- I. Quando o feixe de luz passa do meio com índice de refração maior para o de índice de refração menor, o ângulo de refração é maior que o ângulo de incidência.
- II. A reflexão total do feixe de luz incidente acontece quando ele passa de um meio com índice de refração maior para um de índice de refração menor.
- III. Quando o feixe de luz monocromático se refrata ao passar de um líquido para o outro, sua velocidade permanece inalterada.
- IV. A lei de Lenz governa o comportamento de feixes de luz que se refratam em meios líquidos transparentes com índices de refração diferentes.

Dessas afirmações são **verdadeiras** apenas:



- A) I e II
- B) II e III
- C) I, II e III
- D) I e III
- E) I, II e IV

425. ENEM. Será que uma miragem ajudou a afundar o Titanic?

O fenômeno tico conhecido como Fata Morgana pode fazer com que uma falsa parede de água apareça sobre o horizonte molhado. Quando as condices são favoráveis, a luz refletida pela água fria pode ser desviada por uma camada incomum de ar quente acima, chegando até o observador, vinda de muitos ângulos diferentes. De acordo com estudos de pesquisadores da Universidade de San Diego, uma Fata Morgana pode ter obscurecido os *icebergs* da visão da tripulao que estava a bordo do Titanic. Dessa forma, a *certa distância, o horizonte verdadeiro fica encoberto por uma nvoa escurecida, que se parece muito com águas calmas no escuro. Disponível em: <http://apod.nasa.gov>. Acesso em: 6 set. 2012 (adaptado).*



O fenômeno tico que, segundo os pesquisadores, provoca a Fata Morgana  a

- A) ressonância.
- B) refrao.
- C) difrao.
- D) reflexão
- E) difusão.

426. PUCRS. Um salão de beleza projeta instalar um espelho que aumenta 1,5 vezes o tamanho de uma pessoa posicionada em frente a ele. Para o aumento ser possível e a imagem se apresentar direita (direta), a pessoa deve se posicionar, em relao ao espelho,



- A) antes do centro de curvatura.
- B) no centro de curvatura.
- C) entre o centro de curvatura e o foco.
- D) no foco.
- E) entre o foco e o vértice do espelho.

427. UFRGS. Um feixe de luz monocromática propagando-se em um meio transparente com ndice de refrao n_1 , incide sobre a interface com um meio, também transparente, com ndice de refrao n_2 . Considerando θ_1 e θ_2 , respectivamente, os ângulos de incidência e de refrao de feixe luminoso.



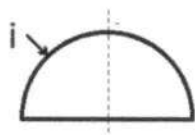
Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Haverá reflexão total do feixe incidente se _____ e se o valor do ângulo de incidência for tal que _____ .



- A) $n_1 < n_2 - \text{sen } \theta_1 < n_2/n_1$
- B) $n_1 < n_2 - \text{sen } \theta_1 > n_2/n_1$
- C) $n_1 = n_2 - \text{sen } \theta_1 = n_2/n_1$
- D) $n_1 > n_2 - \text{sen } \theta_1 < n_2/n_1$
- E) $n_1 > n_2 - \text{sen } \theta_1 > n_2/n_1$

428. UFRGS. Na figura abaixo, um raio luminoso i , propagando-se no ar, incide radialmente sobre uma placa semicircular de vidro.



Assinale a alternativa que melhor representa a trajetória dos raios r_1 e r_2 refratados, respectivamente, no vidro e no ar.

- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

429. ENEM. Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, conseqüentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível. Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?



- A) Mudou de sentido.
- B) Sofreu reflexão total.
- C) Atingiu o valor do ângulo limite.
- D) Direcionou-se para a superfície de separação.
- E) Aproximou-se da normal à superfície de separação.



430. ENEM. As miragens existem e podem induzir a 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 ao 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.



Aula 36

Óptica III

PARTE 1

Estudar a Parte 1 – P.335 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 1 se necessário
Fazer a questão 436

PARTE 2

Estudar a Parte 2 – P.337 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 2 se necessário
Fazer a Leitura 1 – P.347
Fazer as questões 431, 432, 433, 434, 435, 437, 438, 439, 440, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 452, 463, 466, 467 e 468

PARTE 3

Estudar a Parte 3 – P.340 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 3 se necessário
Fazer as questões 449 e 450

PARTE 4

Estudar a Parte 4 – P.342 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 4 se necessário
Fazer as questões 441, 451, 453, 454, 457, 459, 461 e 465

PARTE 5

Estudar a Parte 5 – P.343 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 5 se necessário
Fazer a Leitura 2 – P.349
Fazer as questões 455, 456, 458, 460, 462 e 464

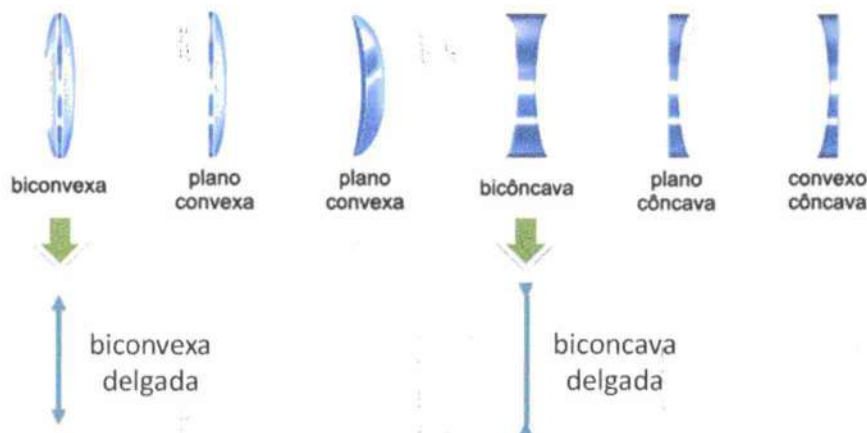


A **trilha de aprendizagem** acima indica ao aluno o **caminho do seu estudo nessa aula**. **Rever a aula e as anotações** inicialmente, antes de seguir para as questões pós-aula, é fundamental para se preparar corretamente em relação as questões que serão resolvidas. **Fazer as leituras do livro e aquelas indicadas após a aula**, bem como **vídeos indicados**, ampliam seu conhecimento sobre o assunto. Apenas **após esses passos** orientamos você a partir para as **questões pós-aula**.



LENTEs

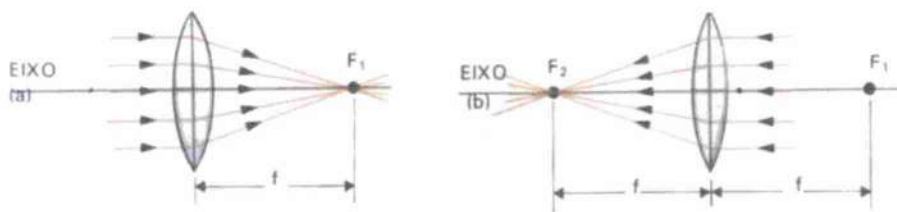
Meio transparente, limitado por faces curvas, que normalmente são esféricas.



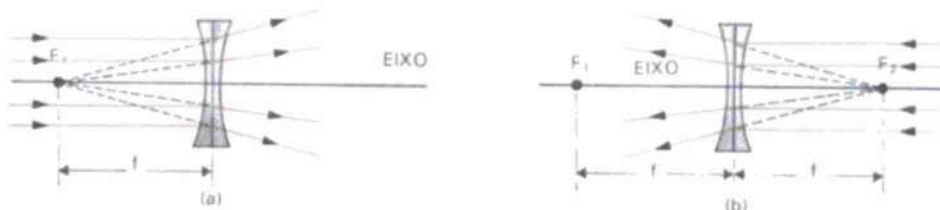
Lentes convergentes e divergentes - Considerando-se o índice de refração do meio que envolve a lente menor do que o índice de refração do material que a compõe, as lentes que apresentam as extremidades mais finas do que a parte central (como a lente biconvexa) são convergentes e as que apresentam as extremidades mais espessas do que a parte central (como a lente bicôncava) são divergentes.



Focos de uma lente convergente - raios paralelos ao eixo de uma lente convergente, após atravessá-la, convergem para o foco (F_1 em a e F_2 em b). Os raios luminosos provenientes de um foco, após atravessarem a lente, tornam-se paralelos ao eixo.

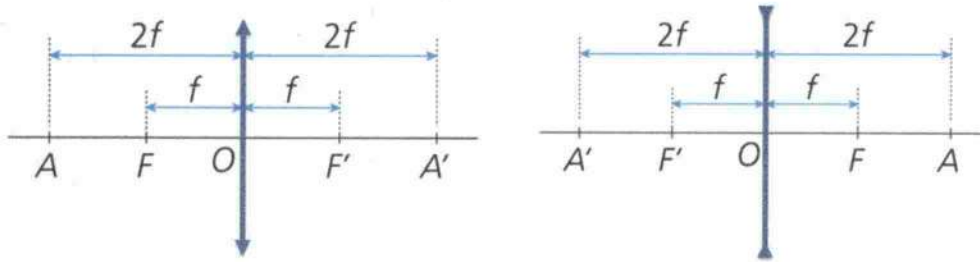


Focos de uma lente divergente - raios paralelos ao eixo de uma lente divergente, após atravessá-la, divergem, de modo que seus prolongamentos passem pelo foco (F_1 em a e F_2 em b). Raios cujos prolongamentos passam por um foco, após atravessarem a lente tornam-se paralelos ao eixo.





Elementos da lente



Focos principais

Uma lente possui um par de focos principais: foco principal objeto (**F**) e foco principal imagem (**F'**), ambos se localizam a sobre o eixo principal e são simétricos em relação à lente, ou seja, a distância **OF** é igual a distância **OF'**.

Distância focal

É a medida da distância entre um dos focos principais e o centro óptico, esta medida é caracterizada pela letra **f**.

Pontos antiprincipais

São pontos localizados a uma distância igual a **2f** do centro óptico (**O**), ou seja, a uma distância **f** de um dos focos principais (**F** ou **F'**). Esta medida é caracterizada por **A** (para o ponto antiprincipal objeto) e **A'** (para o ponto antiprincipal imagem).

Vergência

Dada uma lente esférica em determinado meio, chamamos vergência da lente (**V**) a unidade caracterizada como o inverso da distância focal, ou seja:

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

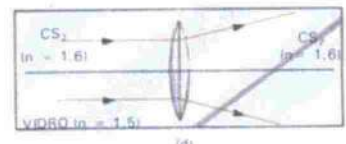
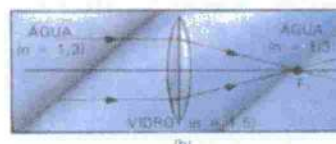
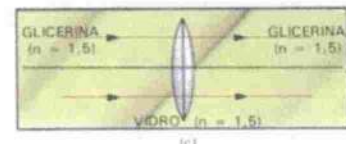
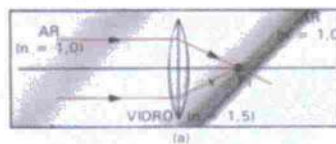
A unidade utilizada para caracterizar a vergência no Sistema Internacional de Medidas é a **dioptria**, simbolizado por **di**. Um **dioptria** equivale ao inverso de um metro, ou seja:

$$1 \text{ di} = 1 \text{ m}^{-1}$$

Quando a lente é **convergente** usa-se distância focal positiva (**f > 0**) e para uma lente **divergente** se usa distância focal negativa (**f < 0**).

Influência do meio que envolve a lente em seu foco

ÍNDICE DE REFRAÇÃO	LENTE BICONVEXA	LENTE BICÔNCAVA
$n_{\text{MEIO}} < n_{\text{LENTE}}$	Convergente	Divergente
$n_{\text{MEIO}} = n_{\text{LENTE}}$	Sem Refração	Sem Refração
$n_{\text{MEIO}} > n_{\text{LENTE}}$	Divergente	Convergente



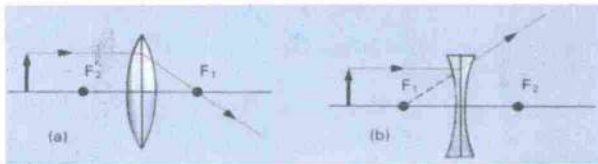


▪ **Parte 2**

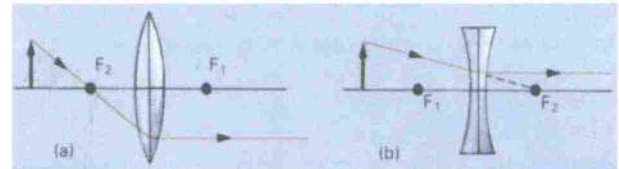
Imagens

Construção da imagem formada por uma lente

1º) Um raio luminoso que incide em uma lente convergente, paralelamente ao seu eixo, refrata-se passando pelo 1º foco F_1 . Um raio luminoso que incide em uma lente divergente, paralelamente ao seu eixo, refrata-se de tal modo que o seu prolongamento passa pelo 1º foco F_1 .



2º) Um raio luminoso que incide em uma lente convergente e cuja direção passa pelo 2º foco, F_2 , emerge da lente paralelamente ao seu eixo. Um raio luminoso que incide em uma lente divergente, de tal modo que o seu prolongamento passe pelo 2º foco, F_2 , emerge da lente paralelamente ao seu eixo.



Formação de imagem na lente convergente

1º caso : Objeto antes de $2F_o$

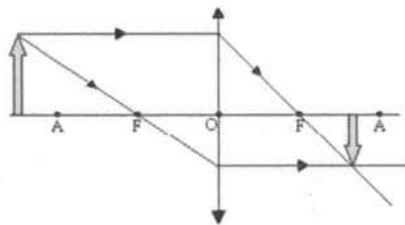


Imagem: **REAL, INVERTIDA e MENOR**

2º caso : Objeto em $2F_o$

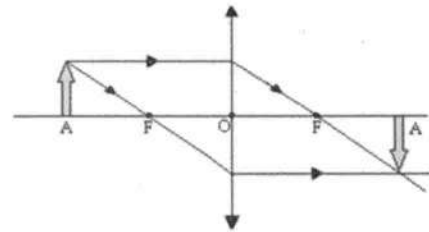


Imagem: **REAL, INVERTIDA e IGUAL**

3º caso : Objeto entre $2F_o$ e F_o

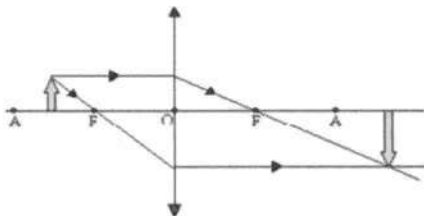


Imagem: **REAL, INVERTIDA e MAIOR**

4º caso : Objeto em F_o

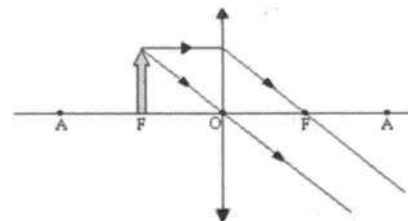


Imagem: **IMAGEM IMPRÓPRIA**

5º caso : Objeto entre F_o e o vértice

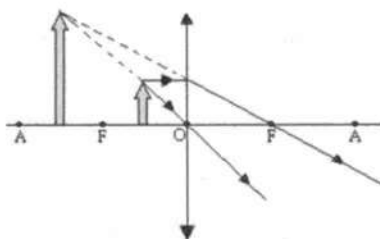
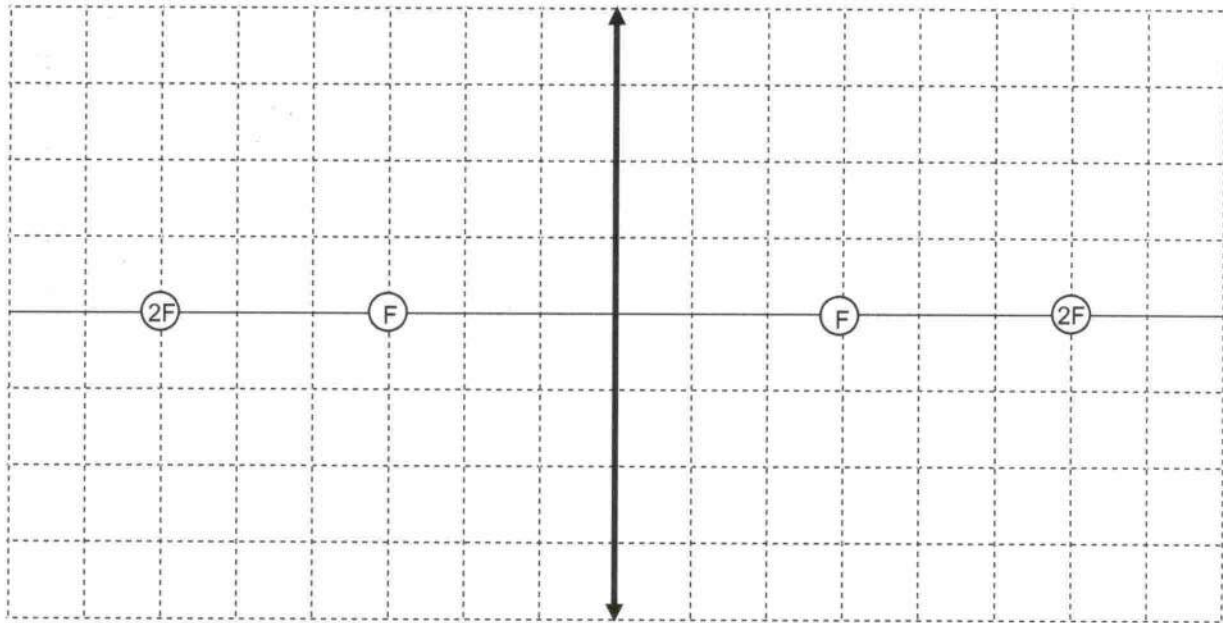


Imagem: **VIRTUAL, DIREITA e MAIOR**



ESQUEMA DA LENTE CONVERGENTE



Objeto	Imagem	Características
1 – antes de 2F	1' – entre F e 2F	Real, Invertida e Menor
2 – em 2F	2' – em 2F	Real, Invertida e Igual
3 – entre 2F e F	3' – antes de 2F	Real, Invertida e Maior
4 – no foco	4' – no infinito	Imprópria
5 – entre o F e a lente	5' – entre a lente e F	Virtual, Direita e Maior



Formação de imagem na lente divergente

LENTE DIVERGENTE

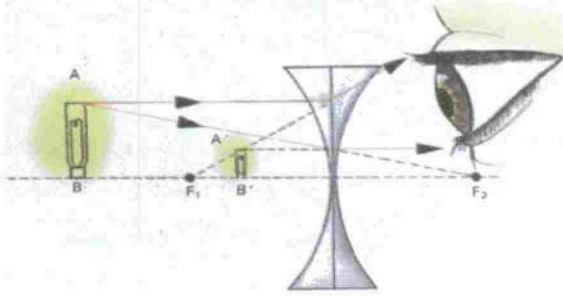


Imagem :

- virtual
- direta
- menor

Para qualquer posição do objeto perante a lente.

Ex.: "olho mágico", visor de máquina fotográfica (de filmes)



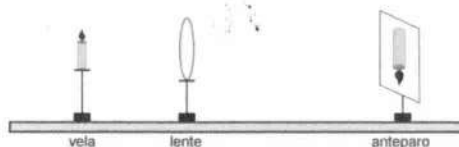


MODELAGEM

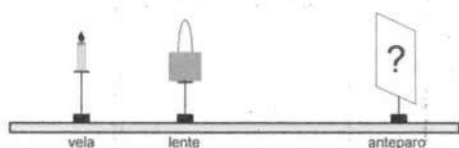
PUCRS.

INSTRUÇÃO: Para responder à questão, analise a situação em que diferentes raios luminosos emanam de um mesmo ponto de uma vela e sofrem refração ao passarem por uma lente.






Montagem 1: A vela encontra-se posicionada entre o foco e o dobro da distância focal (ponto antiprincipal) de uma lente convergente. A imagem da vela está projetada no anteparo.



Montagem 2: A metade inferior da lente foi obstruída por uma placa opaca.



Na montagem 2, a imagem projetada no anteparo será:

- A)  (Apenas a metade superior da vela é vista, e com uma intensidade luminosa menor que a da imagem formada na montagem 1.)
- B)  (Apenas a metade superior da vela é vista, e com a mesma intensidade luminosa que a da imagem formada na montagem 1.)
- C)  (Apenas a metade inferior da vela é vista, e com a mesma intensidade luminosa que a da imagem formada na montagem 1.)
- D)  (Toda a vela é vista, e com a mesma intensidade luminosa que a da imagem formada na montagem 1.)
- E)  (Toda a vela é vista, e com uma intensidade luminosa menor que a da imagem formada na montagem 1.)

O fato da lente ter sido parcialmente coberta não faz com que a mesma deixe de ser convergente, portanto, as mesmas características da imagem são mantidas. O que ocorre é que a quantidade de raios luminosos que atravessa a lente reduz, tornando a imagem menos intensa (mais fraca) no anteparo.

Resposta: E



Equações

Aumento Linear

$$A = \frac{I}{O} = -\frac{d_i}{d_o}$$

Equação dos Pontos Conjugados (Equação de Gauss)

$$\frac{1}{F_o} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

I = tamanho da imagem → *imagem direita* ($I > 0$)
imagem inversa ($I < 0$)

O = tamanho do objeto

d_i = distância da imagem a lente → *imagem real* ($d_i > 0$)
imagem virtual ($d_i < 0$)

d_o = distância do objeto a lente

F_o = distância focal → *lente convergente* ($F_o > 0$)
lente divergente ($F_o < 0$)

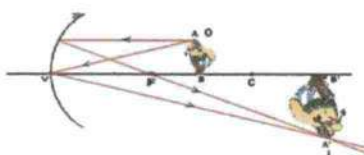
MODELAGEM

ULBRA.

Um objeto real de 12 cm de altura está a 36 cm diante de um espelho esférico, o qual lhe conjuga uma imagem ampliada em 25 % e projetada em uma tela. Em relação a esse fato, afirma-se que:

- A) o espelho é côncavo, de raio 40 cm e a imagem é virtual.
- B) o espelho é convexo, de raio 40 cm e a imagem é virtual.
- C) o espelho é côncavo, de raio 40 cm e a imagem é real.
- D) o espelho é côncavo, de raio 180 cm e a imagem é real.
- E) o espelho é convexo, de raio 180 cm e a imagem é virtual.

Como a imagem é **projetada** a mesma é real. Como seu tamanho é ampliado, concluímos se tratar da posição **3** no nosso esquema. Ou seja, o objeto está entre o centro e o foco do espelho côncavo e a **imagem real, invertida e de maior tamanho** localizada antes do centro.



$$I = 1,25 \cdot O, \text{ então } d_i = 1,25 d_o.$$

$$d_i = 1,25 \cdot 36 \\ d_i = 45 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o} \\ \frac{1}{F} = \frac{1}{45} + \frac{1}{36} \\ F = 20 \text{ cm}$$

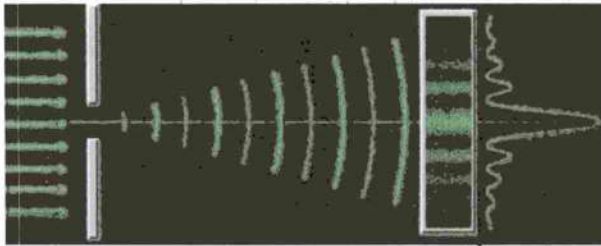
$$R = 2 \cdot F = 40 \text{ cm}$$

Resposta: C

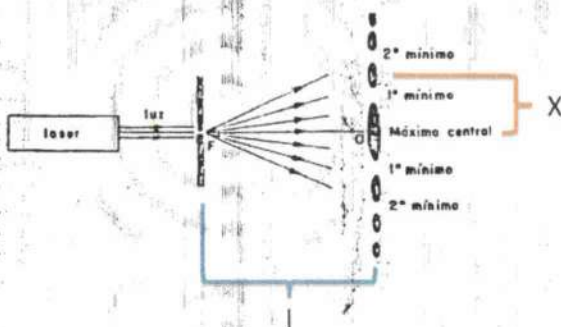
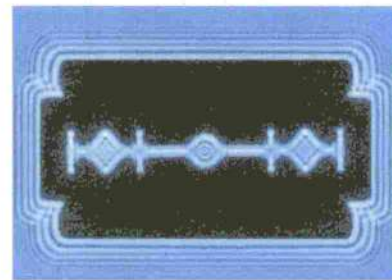
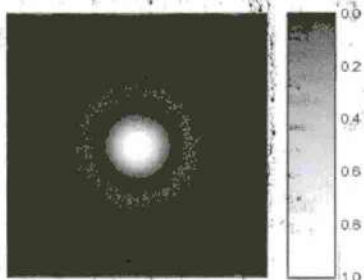


DIFRAÇÃO DA LUZ

Para que a difração de uma onda possa ser observada, o comprimento da onda deve possuir dimensões semelhantes às do orifício. Como o comprimento de onda da luz é muito reduzido ($\cong 10^{-7}$ m), a difração deve ocorrer em orifícios de reduzidas dimensões.

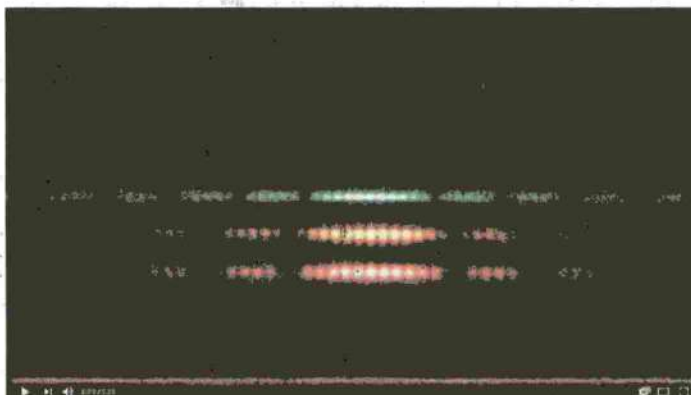


reduz fenda → aumenta difração



$$X = \frac{\lambda \cdot l}{d}$$

X - distância do 1º máximo ao máximo central
 l - distância a fonte de radiação
 d - tamanho da fenda
 λ - comprimento de onda da luz





INTERFERÊNCIA DA LUZ – EXPERIÊNCIA DE YOUNG:

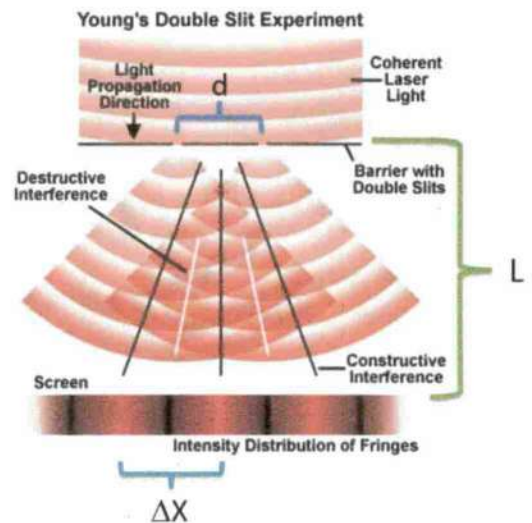
No início do século XIX, o físico e médico inglês Thomas Young (1773 - 1829) contribuiu para elucidar a natureza da luz. Young sugeriu que, em vez de um orifício muito pequeno, fossem feitos dois orifícios próximos entre si e se incidisse sobre eles luz proveniente de uma única fonte luminosa que já tivesse passado por uma fenda. Essa nova experiência mostrou que, numa tela colocada em frente, mas a certa distância dos orifícios, formavam-se áreas claras e escuras intercaladas. Ou seja, a luz de uma única fonte que já sofreu difração, ao incidir sobre os dois orifícios, fez com que eles reagissem como duas fontes de luz coerentes e em fase podendo resultar tanto em claridade quanto em escuridão.

Adepto da teoria ondulatória da luz, Young realizou uma experiência que só podia ser interpretada considerando a ideia de que a luz era uma onda. Assim, a presença dos dois orifícios provocava a difração da luz incidente nas duas áreas. A luz difratada por um dos orifícios interferia na outra e, portanto, o que se via na tela era o resultado dessa interferência: quando era construtiva, surgia na tela uma região luminosa, as ondas se reforçavam e a amplitude era soma; quando destrutiva, aparecia uma região escura, as ondas se cancelavam total ou parcialmente e a amplitude resultante era a diferença das amplitudes. Além disso, quando duas ondas interferem, naquele instante, a onda resultante muda somente sua amplitude.

- Interferência construtiva - linhas ventrais - regiões claras na figura
- Interferência destrutiva - linhas nodais - regiões escuras na figura
- A luminosidade das franjas de interferência não é uniforme (região central ⇒ claros e escuros mais intensos)

- Equação : $\Delta X = L \frac{\lambda}{d}$

L - distância fonte - anteparo
 λ - comprimento de onda
 d - distância entre as fendas

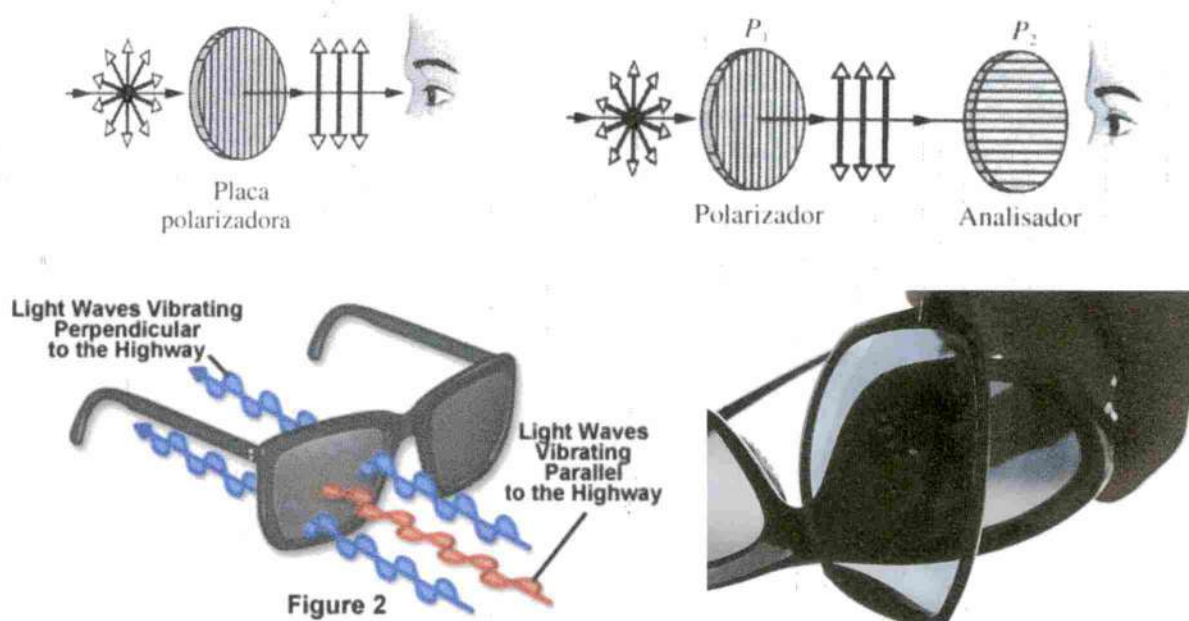




POLARIZAÇÃO DA LUZ

A polarização da luz mostra o seu caráter ondulatório. Alguns cristais têm a propriedade de **polarizar** a luz: só deixam passar a parte da onda que oscila num determinado plano. A luz que atravessa um filtro polarizador oscila num único plano, normalmente a maioria dos polarizadores lineares elimina a direção do campo elétrico da onda eletromagnética.

Se colocarmos um segundo filtro polarizador a seguir ao primeiro, e os planos de polarização dos dois filtros coincidirem, a luz atravessará os dois filtros, ficando polarizada nesse plano. Mas se os planos dos dois filtros forem perpendiculares, nenhuma parte da luz polarizada pelo primeiro filtro conseguirá passar através do segundo (não se conseguirá ver nenhuma imagem através dos filtros).

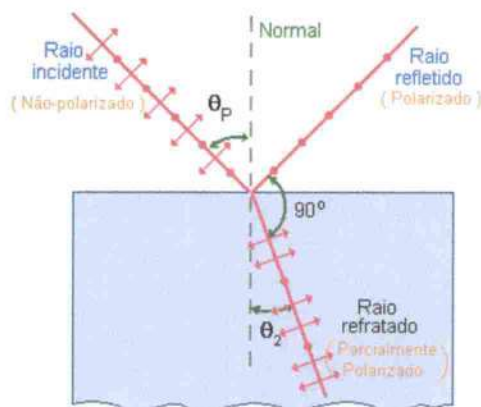


• Lei de Brewster - polarização por reflexão

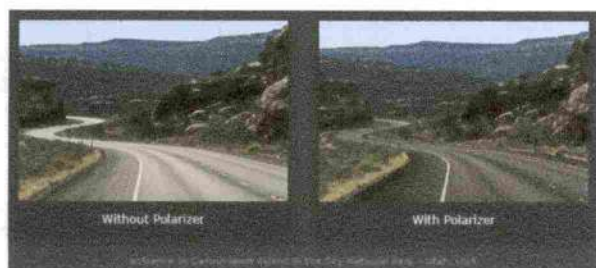
Existem vários métodos com os quais se pode "selecionar", totalmente ou em parte, as vibrações em uma determinada direção de um feixe de luz natural. Um deles é o processo da **reflexão**. Quando a luz natural atinge uma superfície refletora, verifica-se que existe uma reflexão preferencial para as ondas em que o vetor campo elétrico vibra perpendicularmente ao plano de incidência (o plano de incidência é o que contém o raio incidente e a normal à superfície). A incidência *normal* é uma exceção, pois todas as direções de polarização são igualmente refletidas. Para um certo ângulo particular de incidência, conhecido como **ângulo de polarização** (θ_p), nenhuma luz é refletida, exceto aquela para a qual o vetor elétrico é perpendicular ao plano de incidência. Esse é o caso ilustrado na figura.

Quando a luz incide no ângulo de polarização, *nenhuma* das componentes paralelas ao plano de incidência é refletida, isto é, cada uma destas é 100% transmitida no feixe *refratado*. Das componentes perpendiculares ao plano de incidência, cerca de 15% são refletidas, se a superfície refletora for o vidro. A fração refletida depende do índice de refração do material. Então, a luz **refletida** é fraca e **totalmente** polarizada linearmente. A luz *refratada* é uma mistura das componentes paralelas, que foram todas refratadas, e dos restantes 85% das componentes perpendiculares. É, assim, forte, mas **apenas parcialmente** polarizada.

Em ângulos de incidência diferentes do de polarização, algumas das componentes paralelas ao plano de incidência são refletidas, de modo que, exceto para o ângulo de polarização, a luz refletida não é completamente polarizada linearmente.



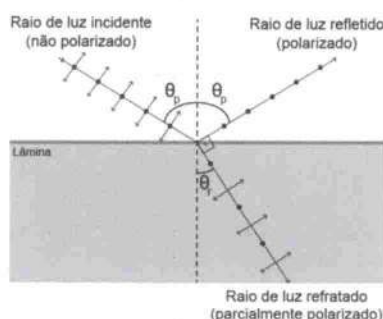
$$\text{tg } \theta_p = \frac{n_2}{n_1}$$



MODELAGEM

ENEM.

A fotografia feita sob luz polarizada é usada por dermatologistas para diagnósticos. Isso permite ver detalhes da superfície da pele que não são visíveis com o reflexo da luz branca comum. Para se obter luz polarizada, pode-se utilizar a luz transmitida por um polaroide ou a luz refletida por uma superfície na condição de Brewster, como mostra a figura. Nessa situação, o feixe de luz refratada forma um ângulo de 90° com o feixe da luz refletida, fenômeno conhecido como Lei de Brewster. Nesse caso, o ângulo de incidência θ_p , também chamado de ângulo de polarização, e o ângulo de refração θ_r estão em conformidade com a Lei de Snell.



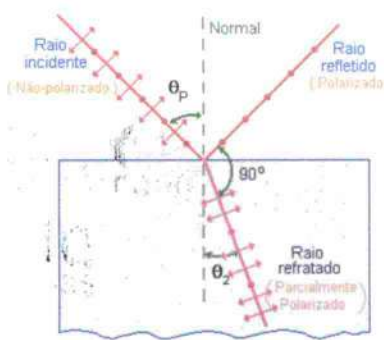
Dado:

$$\text{sen } 30^\circ = \text{cos } 60^\circ = \frac{1}{2}$$

$$\text{sen } 60^\circ = \text{cos } 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Considere um feixe de luz não polarizada proveniente de um meio com índice de refração igual a 1, que incide sobre uma lâmina e faz um ângulo de refração θ_r de 30° . Nessa situação, qual deve ser o índice de refração da lâmina para que o feixe refletido seja polarizado?

- A) $\sqrt{3}$
- B) $\sqrt{3}/3$
- C) 2
- D) $1/2$
- E) $\sqrt{3}/2$

$$\text{tg } \theta_p = \frac{n_2}{n_1}$$

Como o ângulo de refração é 30° e sabemos que entre os raios refletido e refratado, quando ocorre polarização total da luz por reflexão, ocorre 90° , concluímos que o ângulo de refração, igual ao de incidência deve ser de 60° .

$$\text{tg } \theta_p = n_2 / n_1$$

$$\text{tg } 60^\circ = n_2 / 1$$

$$n_2 = \sqrt{3}$$

Resposta: A

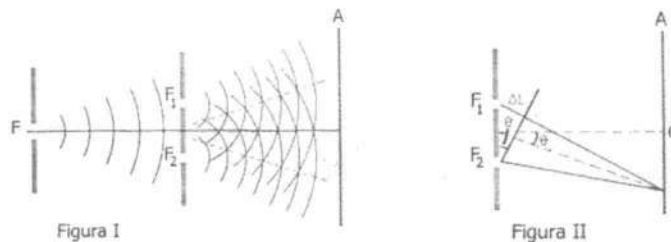


MODELAGEM

UFRGS.

A figura I, abaixo, representa esquematicamente o experimento de Young. A luz emitida pela fonte F, ao passar por dois orifícios, dá origem as duas fontes de luz F_1 e F_2 , idênticas, produzindo um padrão de interferência no anteparo A. São franjas de interferência, composta de faixas claras e escuras, decorrentes da superposição de ondas que chegam no anteparo.

A figura II, abaixo, representa dois raios de luz que atingem o anteparo no ponto P. A onda oriunda do orifício F_1 , percorre uma distância maior que a onda proveniente do orifício F_2 . A diferença entre as duas distâncias é ΔL .



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem. Se, no ponto P, há uma franja escura, a diferença ΔL deve ser igual a um número _____ de comprimentos de onda.

No ponto central O, forma-se uma franja _____ decorrentes da interferência _____ das ondas.

- A) inteiro – escura – destrutiva
- B) inteiro – escura – construtiva
- C) inteiro – clara – construtiva
- D) semi-inteiro – escura – destrutiva
- E) semi-inteiro – clara – construtiva



LEITURA 1

O olho humano

Córnea - É transparente, situada na parte anterior do olho, transmite e foca a luz para dentro do olho.

Íris - Responsável pela coloração dos olhos. A íris ajuda a regular a quantidade de luz que entra para dentro do olho.

Pupila - Região central e escura da íris. O diâmetro da pupila determina a quantidade de luz que entra para dentro do olho. O tamanho da pupila varia de acordo com a quantidade de luz no ambiente.

Cristalino - Lente transparente dentro do olho, que ajuda a focalizar a luz para dentro do olho, mais especificamente na retina.

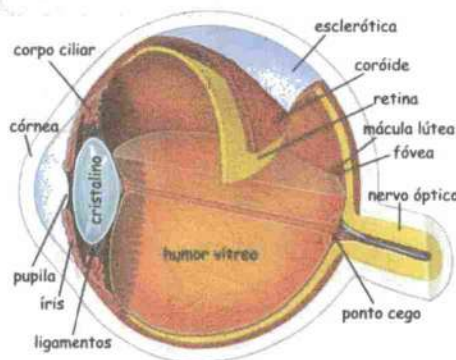
Esclera - é a parte branca que reveste o olho.

Retina - É um tecido do sistema nervoso que está situado para parte posterior do olho. A retina percebe a luz e produz estímulos que são transmitidos através do nervo óptico até o cérebro.

Macula - É uma região pequena da retina, que contém células especiais sensíveis a luz. É responsável pela percepção de detalhes finos da visão.

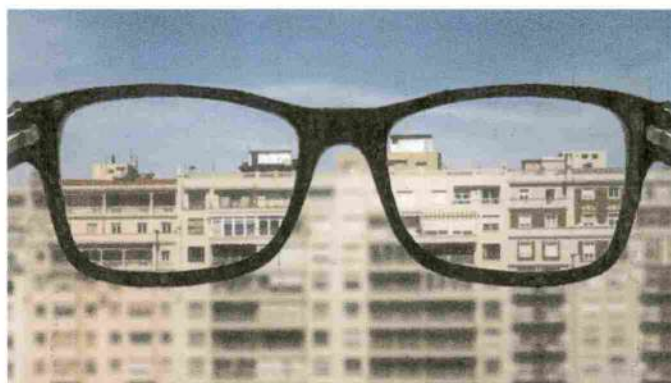
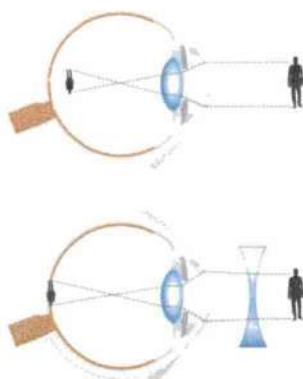
Nervo Óptico - O nervo óptico conecta o olho ao cérebro. O nervo transporta os impulsos formados pela retina até o cérebro, que interpreta as imagens.

Vítreo - É claro e transparente, parecido com um gelatina, que preenche o conteúdo do olho.



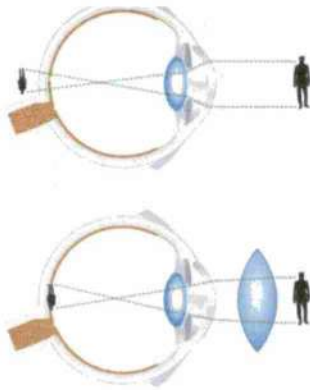
CORREÇÃO de ANORMALIDADES no OLHO HUMANO:

1) **Miopia**: O olho míope é mais alongado que o olho normal, em consequência disso, a imagem de uma objeto situado a longa distância se forma antes da retina. A correção é feita com uma **lente divergente**, pois a imagem se forma antes da retina porque o cristalino está com uma convergência maior que a necessária. Com a junção de uma **lente divergente**, a convergência do sistema lente-cristalino diminui e a visão é corrigida.

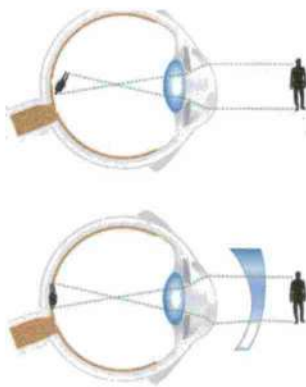




2) **Hipermetropia**: É o inverso da miopia, pois o olho é menos alongado que o normal e, conseqüentemente, a imagem se forma depois da retina, perdendo sua nitidez. A correção é feita com uso de uma **lente convergente**, pois somada ao cristalino, dá a convergência necessária para que a imagem se forme sobre a retina.



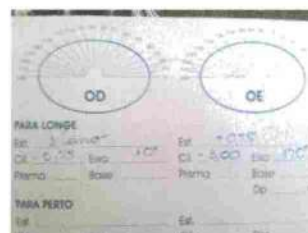
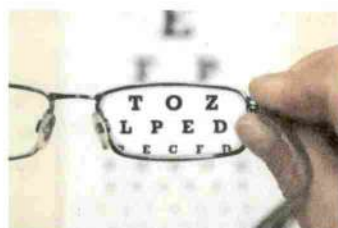
3) **Astigmatismo**: Defeito causado por falta de esfericidade da córnea. A correção é feita com auxílio de **lentes cilíndricas**. As pessoa astigmatas veem os objetos sem nitidez, como se estivessem superpostos, com pequena sombra lateral.



4) **Presbiopia ou "vista cansada"**: Defeito comum em pessoas idosas e ocorre por falta de acomodação do cristalino. Correção feita com emprego de **lentes convergentes**



Quando a lente é **convergente** usa-se distância focal positiva ($F > 0$) e para uma lente **divergente** se usa distância focal negativa ($F < 0$).





LEITURA 2

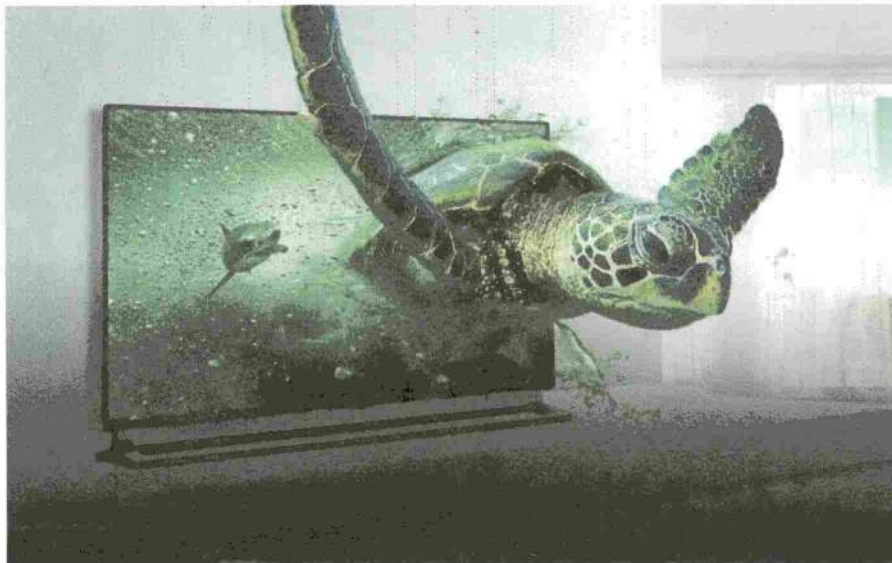
TELEVISÃO 3D – COMO FUNCIONA?

Há algum tempo a tecnologia 3D era bastante cara e restrita à algumas pessoas. Quando foi ao mercado era o principal diferencial e atrativo das televisões. Hoje, depois de alguns anos, o custo para adquirir o aparelho já diminuiu muito, mas isso não fez com que a função se tornasse prioridade entre os brasileiros, a maioria ainda prefere o acesso à internet e aplicativos.

A tecnologia 3D pode aparecer em diversos tamanhos de tela, das menores, a tão procurada **32 polegadas**, até mesmo as maiores telonas – que lembram o cinema. Porém seu custo é um pouco mais elevado que nas telas normais.

Você sabe como funciona essa tecnologia? Como será possível ver em uma tela plana uma imitação da realidade, que nos oferece profundidade e a sensação que objetos estão emergindo e se aproximando? Hoje vamos matar sua curiosidade e explicar o efeito! Ele é bastante simples e se assemelha com o que acontece com nossos olhos e cérebro.

COMO FUNCIONA O 3D?



A tecnologia usadas no cinemas é a mesma usada na tela da sua casa. É um efeito que chamamos estereoscópico. São duas imagens sobrepostas, uma para o olho direito e a outra para o olho esquerdo, o que faz com que o seu cérebro processe como se fosse duas perspectivas diferentes. A televisão vem acompanhada com um par de óculos e pode ser passiva ou ativa.

Apenas lembre-se de escolher um modelo com **conversor digital** integrado na hora de comprar, pois o sinal analógico vai ter sua transmissão cortada. Mas caso tenha um aparelho mais antigo, é possível comprar a peça a parte.

Nos aparelhos com tecnologia 3D passiva o óculos é bastante simples, similar àqueles do cinema. Não é necessário uma tecnologia a parte, como nos modelos ativos. Ela é uma opção um pouco mais barata, já que a emissão de imagens é a mesma frequência para a emissão de imagens 2D. Ou seja não é preciso mudar muita coisa, ela continua sendo quase uma **tv led** normal.

Na ativa é preciso um óculos com baterias, que bloqueia a visão dos olhos de forma alternada. Enquanto o olho direito enxerga, o esquerdo está bloqueado e vice versa. O material utilizado é o cristal líquido e é preciso conectá-lo à reprodução através do Bluetooth para que funcione adequadamente.

Os televisores 3D ativos são um pouco mais superiores e mais caros. Isso porque além da conexão Bluetooth é preciso atualizar as imagens com uma frequência maior. Assim, muitas das vezes os aparelhos acompanham somente dois óculos, mas depois é possível adquirir mais pares separadamente. Porém o preço dos óculos pode ser um pouco elevado também.



O grande bloqueio da tecnologia 3D é a obrigatoriedade do uso de óculos. Já é possível reproduzir imagens em 3 dimensões sem o acessório, mas apenas em telas menores, como no caso do Nintendo 3DS. Porém ainda há o desafio de fazer com que as pessoas nos mais diversos ângulos consigam acompanhar a imagem com qualidade. Pois nos estudos realizados, pessoas fora do ponto ideal podem enxergar as imagens distorcidas.

Luneta astronômica

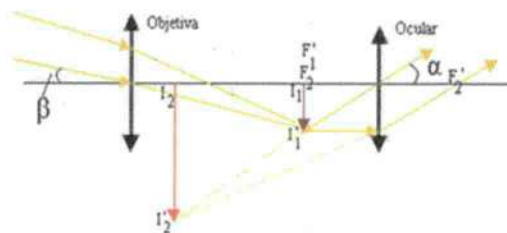
Quando estudamos Física devemos sempre tentar levar suas aplicações para o cotidiano a fim de torná-la mais simples e de fácil entendimento. Podemos dizer que os mais variados exemplos práticos do nosso cotidiano envolvem a Física. Por exemplo, no estudo de lentes, vimos uma aplicação bastante importante, que é o uso das lentes a fim de corrigir defeitos na visão.



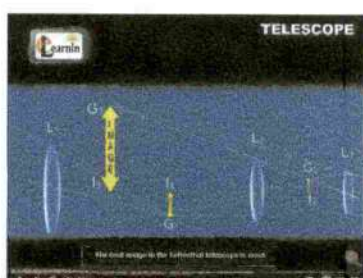
Outro exemplo básico de aplicação dos conceitos físicos no cotidiano está ligado ao que chamamos de *instrumentos ópticos*, que nada mais são do que uma combinação de dispositivos ópticos como, por exemplo, prismas, espelhos e lentes. Você já deve, em diversas ocasiões, ter se deparado com pelo menos um instrumento óptico. Vejamos, você já ouviu falar da máquina fotográfica? E da lente de aumento? Se respondeu que sim, você já viu ou ouviu falar em instrumentos ópticos. Neste artigo conheceremos um pouco mais sobre a luneta astronômica.

Chamamos de **luneta astronômica** todo instrumento óptico que tem por finalidade realizar observações de astros (planetas) e estrelas. Podemos dizer que a luneta astronômica possui o mesmo princípio de funcionamento do microscópio composto. A diferença básica entre eles é que a lente objetiva é uma lente muito maior cuja distância focal está na ordem de metros, enquanto que a lente ocular possui distância focal na ordem de centímetros.

Como sabemos que o objeto a ser visto em uma luneta astronômica está muito distante dela, a lente objetiva da luneta conjuga uma imagem real e invertida no seu plano focal. A imagem que a lente objetiva conjuga serve de objeto real para a lente ocular (lente próxima do olho), que desempenha o papel de lupa, acarretando, portanto, uma imagem final virtual, direita e ampliada em relação à primeira imagem formada.



Ao invés de um aumento linear, a luneta astronômica apresenta o aumento angular ou aumento visual cujo símbolo representativo é a letra (G). Ela apresenta o aumento angular pelo fato de a imagem real do objeto observado ser muito maior do que a imagem final que se obtém com seu uso. Sendo assim, podemos concluir que a luneta tem por finalidade aproximar a imagem de um objeto que se encontra distante.



CONTEÚDO



QUESTÕES PÓS-AULA

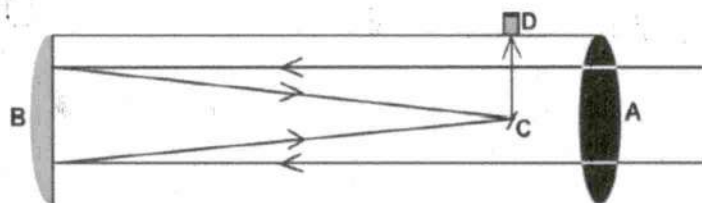
As **questões pós-aula** tem a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a “obrigação” de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

Fica a dica: se algum dia um “tema de casa” tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

431. ENEM. A figura seguinte representa, esquematicamente, um telescópio refletor:



A luz emitida por um astro penetra no telescópio pelo orifício na posição A, reflete no espelho parabólico localizado na posição B, é novamente refletida pelo espelho C em direção às lentes localizadas na ocular do telescópio (local onde o observador aproxima o olho) na posição D. Essa lente forma uma imagem real e maior do objeto observado, um pouco à frente de D. Por isso, o observador não deve encostar seus olhos na lente para enxergar essa imagem.

Considerando uma situação em que apenas uma lente é colocada na posição D, qual o tipo de espelho utilizado e qual o tipo de lente utilizada nas posições B e D respectivamente?

- A) Convexo e bifocal.
- B) Convexo e divergente.
- C) Côncavo e convergente.
- D) Côncavo e divergente.
- E) Plano e convergente.

432. ENEM. Indivíduos míopes têm dificuldade de enxergar objetos distantes. Para correção desse problema com lentes, o oftalmologista deve medir a distância máxima que o indivíduo pode enxergar nitidamente, que corresponde à distância focal da lente. A vergência (V) de uma lente é numericamente igual ao inverso da distância focal (f), dada em metros ($V = 1/f$). A vergência é medida em dioptria (di), comumente denominada de graus de uma lente. Se a distância máxima a que o indivíduo míope enxerga nitidamente for 50 cm, para corrigir o problema, o oftalmologista receitará lentes de vergência





- A) -2,00 di.
- B) -0,02 di.
- C) 0,02 di.
- D) 0,20 di.
- E) 2,00 di.

433. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas no fim do enunciado que segue, na ordem em que aparecem. O olho humano é um sofisticado instrumento óptico. Todo o globo ocular equivale a um sistema de lentes capaz de focalizar, na retina, imagens de objetos localizados desde distâncias muito grandes até distâncias mínimas de cerca de 25 cm.



O olho humano pode apresentar pequenos defeitos, como a miopia e a hipermetropia, que podem ser corrigidos com o uso de lentes externas. Quando raios de luz paralelos incidem sobre um olho míope, eles são focalizados antes da retina, enquanto a focalização ocorre após a retina, no caso de um olho hipermetrope.

Portanto, o globo ocular humano equivale a um sistema de lentes As lentes corretivas para um olho míope e para um olho hipermetrope devem ser, respectivamente, e

- A) convergentes – divergente – divergente
- B) convergentes – divergente – convergente
- C) convergentes – convergente – divergente
- D) divergentes – divergente – convergente
- E) divergentes – convergente – divergente

434. UFRGS. Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas no período abaixo, sobre lentes divergentes.



Uma lente divergente de vidro, imersa no ar, forma uma imagem de um objeto real. À medida que se afasta esse objeto dessa lente divergente, o tamanho da imagem

- A) real – aumenta
- B) virtual – aumenta
- C) real – diminui
- D) virtual – diminui
- E) real – permanece constante

435. UFRGS. Um objeto real (O) está colocado diante de uma lente convergente (L) imersa no ar. A imagem desse objeto se forma atrás da lente, na posição P, assinalada na figura.





Quando se afasta o objeto da lente (posição R), a imagem se aproxima da lente (posição Q). Comparando-se as imagens formadas em P e Q, verifica-se que

- A) o tamanho da imagem em P é maior do que em Q.
- B) os tamanhos são iguais.
- C) ambas são virtuais.
- D) a imagem em Q é real e em P é virtual.
- E) a imagem em P é invertida e em Q é direita.

436. UFRGS. Considere uma lente com índice de refração igual a 1,5 imersa completamente em um meio cujo índice de refração pode ser considerado igual 1. Um feixe luminoso de raios paralelos incide sobre a lente e converge para um ponto P situado sobre o eixo principal da lente. Sendo a lente mantida em sua posição e substituindo o meio no qual ela se encontra imersa, são feitas as seguintes afirmações a respeito do experimento.

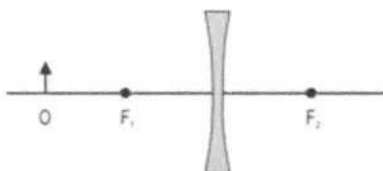


- I - Em um meio com índice de refração igual ao da lente, o feixe luminoso converge para o mesmo ponto P.
- II - Em um meio com índice de refração menor do que o da lente, porém maior do que 1, o feixe luminoso converge para um ponto P' mais afastado da lente do que o ponto P.
- III - Em um meio com índice de refração maior do que o da lente, o feixe luminoso diverge ao atravessar a lente.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.

437. UFRGS. A figura abaixo representa um objeto real O colocado diante de uma lente delgada de vidro, com pontos focais F_1 e F_2 . O sistema todo está imerso no ar.

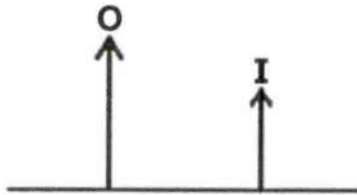


Nessas condições, a imagem do objeto fornecida pela lente é

- A) real, invertida e menor que o objeto.
- B) real, invertida e maior que o objeto.
- C) real, direta e maior que o objeto.
- D) virtual, direta e menor que o objeto.
- E) virtual, direta e maior que o objeto.



438. UFRGS. Na figura abaixo, **O** representa um objeto real e **I** sua imagem virtual formada por uma lente esférica.



Assinale a alternativa que preenche as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Com base nessa figura, é correto afirmar que a lente é e está posicionada

- A) convergente – à direita de **I**
- B) convergente – entre **O** e **I**
- C) divergente – à direita de **I**
- D) divergente – entre **O** e **I**
- E) divergente – à esquerda de **O**

439. PUCRS. Instrumentos ópticos podem permitir a observação da imagem de um objeto em condições mais favoráveis do que a observação a olho nu. Há 400 anos, Galileo Galilei usou uma luneta para observar o céu, o que o ajudou a reforçar a tese de que a Terra não era o centro do universo. No nosso cotidiano, é comum usarmos uma lupa para observarmos detalhes de um objeto ou fazermos a leitura de uma bula de remédios, por exemplo. Sobre a lupa, afirma-se:



- I. O princípio de seu funcionamento baseia-se nas propriedades reflexivas das lentes curvas e no fato de possuir uma distância focal pequena, de alguns centímetros.
- II. A imagem que ela fornece é obtida por uma lente biconvexa, sendo sempre virtual e direita.
- III. Ela utiliza um espelho esférico côncavo e fornece uma imagem direita se estiver próxima do objeto.

Está/Estão correta(s) apenas a(s) afirmativa(s):

- A) I.
- B) II.
- C) III.
- D) I e II.
- E) I e III.

440. PUCRS. Em relação a fenômenos ópticos e suas aplicações, é correto afirmar:

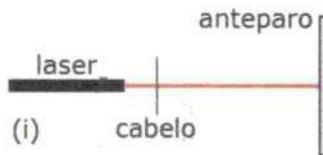


- A) A refração da luz é o fenômeno pelo qual, ao passar de um meio para outro, a velocidade da luz permanece a mesma, ainda que sua direção de propagação sofra uma mudança.

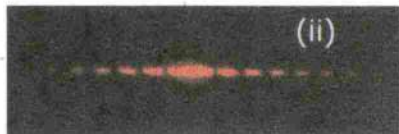


- B) A imagem real ou virtual de um objeto, obtida por meio de espelhos planos ou esféricos, provém da reflexão da luz por esses espelhos.
- C) A imagem formada por um espelho plano é sempre real.
- D) As fibras ópticas são aplicações tecnológicas da reflexão total, fenômeno pelo qual a luz passa de um meio menos refringente para outro mais refringente.
- E) Defeitos de visão como a miopia e a hipermetropia, nos quais a imagem é formada, no primeiro caso, antes da retina e, no segundo, depois da retina, são corrigidos com lentes convergentes e divergentes, respectivamente.

441. UFRGS. Um fio de cabelo intercepta um feixe de laser e atinge um anteparo, conforme representa a figura (i) abaixo.



Nessa situação, forma-se sobre o anteparo uma imagem que contém regiões iluminadas intercaladas, cujas intensidades diminuem a partir da região central, conforme mostra a figura (ii) abaixo.



O fenômeno óptico que explica o padrão da imagem formada pela luz é a

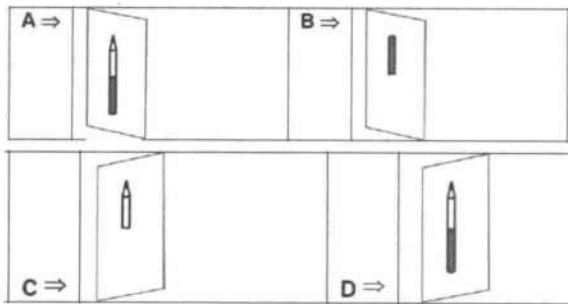
- A) difração.
- B) dispersão.
- C) polarização.
- D) reflexão.
- E) refração.

442. ACADE. A partir da meia idade a consulta ao médico oftalmologista se faz necessária, pois os músculos ciliares vão perdendo a elasticidade, aparecendo a presbiopia. Para corrigir, o médico irá receitar óculos com lentes convergentes que deslocam as imagens um pouco mais para frente da retina do olho. Usando-se este óculos com lente convergente pode-se, então, observar um lápis como uma imagem real e invertida em um anteparo conforme o esquema a seguir. (iremos analisar somente por uma das lentes)





A alternativa **correta** que mostra como será a imagem formada nesse caso é:



443. ENEM. A maioria das pessoas fica com a visão embaçada ao abrir os olhos debaixo d'água. Mas há uma exceção: o povo moken, que habita a costa da Tailândia. Essa característica se deve principalmente à adaptabilidade do olho e à plasticidade do cérebro, o que significa que você também, com algum treinamento, poderia enxergar relativamente bem debaixo d'água. Estudos mostraram que as pupilas de olhos de indivíduos moken sofrem redução significativa debaixo d'água, o que faz com que os raios luminosos incidam quase paralelamente ao eixo óptico da pupila.

GISLÉN, A. et al. Visual Training Improves Underwater Vision in Children.

Vision Research, n. 46, 2006 (adaptado).

A acuidade visual associada à redução das pupilas é fisicamente explicada pela diminuição

- A) da intensidade luminosa incidente na retina.
- B) da difração dos feixes luminosos que atravessam a pupila.
- C) da intensidade dos feixes luminosos em uma direção por polarização.
- D) do desvio dos feixes luminosos refratados no interior do olho.
- E) das reflexões dos feixes luminosos no interior do olho.

444. UCPEL. Considere as afirmativas abaixo e assinale com VERDADEIRO (V) ou FALSO (F).

- I. A imagem projetada na tela do cinema é virtual.
- II. Os espelhos retrovisores usados nos veículos podem ser planos ou côncavos.
- III. Uma lente de convergência 5 dioptrias é aquela de distância focal igual a 5 cm.
- IV. Um lente biconvexa de vidro em ar é uma lente divergente.
- V. A imagem que um espelho convexo conjuga a um objeto real é sempre virtual.

- A) V – F – F – F – V
- B) V – V – F – V – F
- C) F – F – F – F – V
- D) F – F – V – V – V
- E) V – V – V – V – V





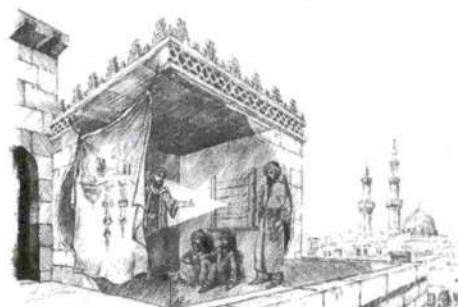
445. Na receita de um oftalmologista está descrito: $-2,0$ graus, que é conceituado como o número de graus necessário para a correção de um tipo de defeito visual.

O sinal que precede o número será negativo ($-$), se a lente a ser utilizada for divergente, ou positivo ($+$), se a lente for convergente. Sendo assim, para o caso descrito, descubra qual o defeito de visão da pessoa para a qual a receita foi prescrita e qual o valor da distância focal da lente que essa pessoa irá usar.



- A) Miopia e o valor da distância focal é de $0,5$ cm.
- B) Hipermetropia e o valor da distância focal é de $0,5$ cm.
- C) Vista cansada e o valor da distância focal é de 50 cm.
- D) Miopia e o valor da distância focal é de $0,5$ m.
- E) Hipermetropia e o valor da distância focal é de $0,5$ m.

446. ENEM. Entre os anos de 1028 e 1038, Alhazen (Ibn al-Haytham; 965-1040 d.C.) escreveu sua principal obra, o *Livro da Óptica*, que, com base em experimentos, explicava o funcionamento da visão e outros aspectos da ótica, por exemplo, o funcionamento da câmara escura. O livro foi traduzido e incorporado aos conhecimentos científicos ocidentais pelos europeus. Na figura, retirada dessa obra, é representada a imagem invertida de edificações em um tecido utilizado como anteparo.



ZEWAIL, A. H. Micrographia of the twenty-first century: from camera obscura to 40 microscopy. Philosophical Transactions of the Royal Society A, v. 368, 2010 (adaptado).

Se fizermos uma analogia entre ilusão e o olho humano, o tecido corresponde ao (à)

- A) íris.
- B) retina.
- C) pupila.
- D) córnea.
- E) cristalino.

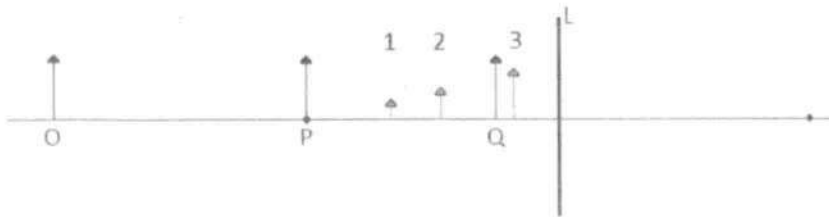
447. UPF. Na madrugada do dia 15 de abril de 2014, os olhares dos latino-americanos voltaram-se para o céu, no qual era possível observar o alinhamento entre Sol, Terra e Lua, formando o eclipse lunar conhecido por "Lua Vermelha". Astrônomos e observadores amadores direcionaram telescópios para visualizar o fenômeno. Considerando a utilização de um telescópio do tipo refletor, é **correto** afirmar que a imagem final do objeto estelar que se apresenta aos olhos do observador tem as seguintes características:





- A) real e invertida.
- B) real e direita.
- C) virtual e invertida.
- D) virtual e direita.
- E) virtual e maior.

448. UFRGS. Na figura abaixo, O, P e Q representam três diferentes posições de um objeto real, e L é uma lente, imersa no ar, cuja distância focal coincide com a distância da posição P à lente. As setas 1, 2 e 3 representam imagens do objeto, formadas pela lente.

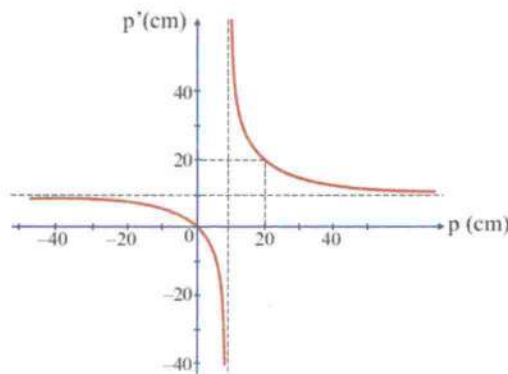


Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A lente L é , e as imagens do objeto quando colocado nas posições O, P e Q são, respectivamente,

- A) convergente - 1, 2 e 3
- B) divergente - 1, 2 e 3
- C) convergente - 2, 3 e 1
- D) divergente - 3, 2 e 1
- E) convergente - 3, 2 e 1

449. Em um experimento didático de óptica geométrica, o professor apresenta aos seus alunos o diagrama da posição da imagem conjugada por uma lente esférica delgada, determinada por sua coordenada p' , em função da posição do objeto, determinada por sua coordenada p , ambas medidas em relação ao centro óptico da lente.



Analise as afirmações.

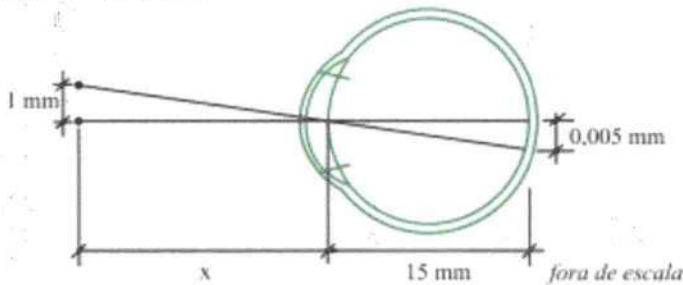
- I. A convergência da lente utilizada é 5 di.
- II. A lente utilizada produz imagens reais de objetos colocados entre 0 e 10 cm de seu centro óptico.
- III. A imagem conjugada pela lente a um objeto linear colocado a 50 cm de seu centro óptico será invertida e terá $\frac{1}{4}$ da altura do objeto.



Está correto apenas o contido em

- A) II.
- B) III.
- C) I e II.
- D) I e III.
- E) II e III.

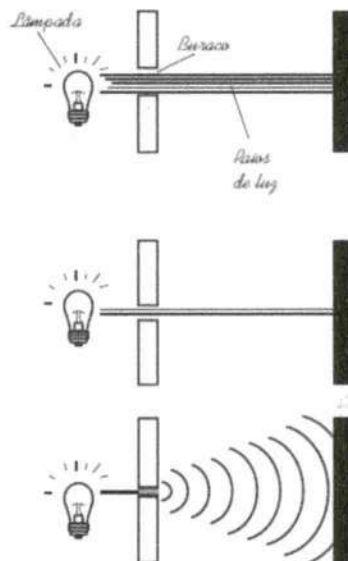
450. Para que alguém, com o olho normal, possa distinguir um ponto separado de outro, é necessário que as imagens desses pontos, que são projetadas em sua retina, estejam separadas uma da outra a uma distância de 0,005 mm.



Adotando-se um modelo muito simplificado do olho humano no qual ele possa ser considerado uma esfera cujo diâmetro médio é igual a 15 mm, a maior distância x , em metros, que dois pontos luminosos, distantes 1 mm um do outro, podem estar do observador, para que este os perceba separados, é

- A) 1.
- B) 2.
- C) 3.
- D) 4.
- E) 5.

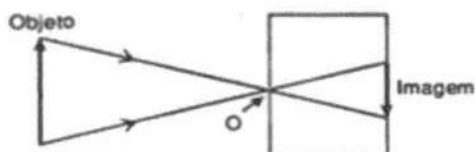
451. ENEM. Ao diminuir o tamanho de um orifício atravessado por um feixe de luz, passa menos luz por intervalo de tempo, e próximo da situação de completo fechamento do orifício, verifica-se que a luz apresenta um comportamento como o ilustrado nas figuras. Sabe-se que o som, dentro de suas particularidades, também pode se comportar dessa forma. Em qual das situações a seguir está representado o fenômeno descrito no texto?





- A) Ao se esconder atrás de um muro, um menino ouve a conversa de seus colegas.
- B) Ao gritar diante de um desfiladeiro, uma pessoa ouve a repetição do seu próprio grito.
- C) Ao encostar o ouvido no chão, um homem percebe o som de uma locomotiva antes de ouvi-lo pelo ar.
- D) Ao ouvir uma ambulância se aproximando, uma pessoa percebe o som mais agudo do que quando aquela se afasta.
- E) Ao emitir uma nota musical muito aguda, uma cantora de ópera faz com que uma taça de cristal se despedace.

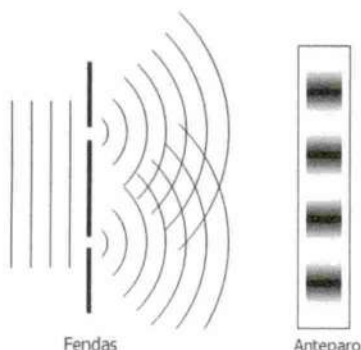
452. UFRGS. Uma câmera fotográfica caseira pode ser construída a partir de uma caixa escura, com um minúsculo orifício (O, na figura) em um dos lados, e uma folha de papel fotográfico no lado interno oposto ao orifício. A imagem de um objeto é formada, segundo o diagrama abaixo.



O fenômeno ilustrado ocorre porque

- A) a luz apresenta ângulos de incidência e de reflexão iguais.
- B) a direção da luz é variada quando passa através de uma pequena abertura.
- C) a luz produz uma imagem virtual.
- D) a luz viaja em linha reta.
- E) a luz contorna obstáculos.

453. UFRGS. Em um experimento de interferência, similar ao experimento de Young, duas fendas idênticas são iluminadas por uma fonte coerente monocromática. O padrão de franjas claras e escuras é projetado em um anteparo distante, conforme mostra a figura abaixo.



Sobre este experimento são feitas as seguintes afirmações.

- I - A separação entre as franjas no anteparo aumenta se a distância entre as fendas aumenta.
- II - A separação entre as franjas no anteparo aumenta se a distância entre o anteparo e as fendas aumenta.

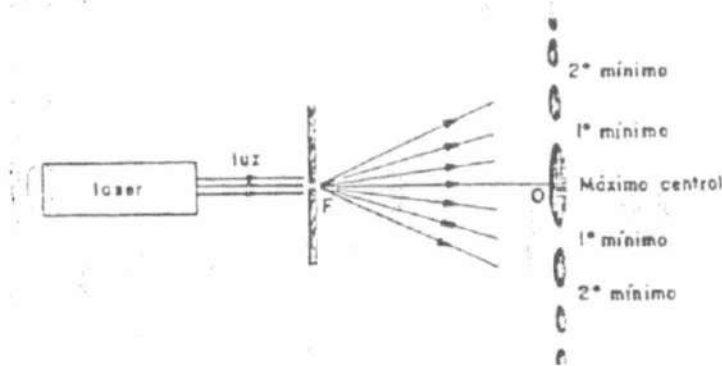


III - A separação entre as franjas no anteparo aumenta se o comprimento de onda da fonte aumenta.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.

454. UFRGS. Faz-se incidir luz monocromática coerente sobre um obstáculo com uma fenda estreita F , conforme mostra a figura.



À direita do obstáculo, se origina uma figura de difração com intensidade não uniforme, podendo ser distinguidos diversos mínimos de intensidade e um máximo de intensidade central em torno da posição O . Diminuindo a largura da fenda F , a distância entre um determinado mínimo e a posição O , e a largura do máximo central, . Selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas na frase acima.

- A) aumenta – aumenta
- B) diminui – diminui
- C) diminui – aumenta
- D) permanece constante – diminui
- E) permanece constante – permanece constante

455. UFRGS. Associe os fenômenos (coluna da direita) com as situações em que eles podem ocorrer (coluna da esquerda).



- 1 – Reflexão da luz numa superfície de vidro lisa
- 2 – Eco
- 3 – Passagem da luz do Sol por um orifício pequeno
- 4 – Passagem da luz do Sol de um prisma de vidro para o ar
- 5 – Onda estacionária produzida em um tubo de órgão

- () Polarização
- () Interferência
- () Refração



A relação numérica, de cima para baixo, da coluna da direita, que estabelece a seqüência de associações corretas é

- A) 2 – 5 – 3
- B) 3 – 4 – 1
- C) 1 – 5 – 4
- D) 1 – 2 – 4
- E) 3 – 2 – 5

456. UFRGS. Em um experimento com um feixe luz vermelha não polarizada que incide na superfície de uma lâmina de vidro plana e lisa, parte da luz é refletida, e a restante é refratada quando entra no vidro. Analisando a luz refletida e refratada pelo vidro, um estudante fez as seguintes afirmações:



I – O grau de polarização linear (ou plana) da luz refletida depende do ângulo de incidência da luz.

II – Há um ângulo de incidência para o qual a luz refletida é completamente planopolarizada.

III – Há um ângulo de incidência para o qual a luz refratada é completamente planopolarizada.

Quais as afirmações corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas III.
- C) Apenas I e II.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.

457. UFRGS. Um bonito efeito de cor pode ser observado quando a luz solar incide sobre finas películas de óleo ou água.

Ocorre que, quando um feixe de luz incide sobre a película, ele sofre duas reflexões, uma na superfície anterior e outra na superfície posterior. Assim, esses raios de luz refletidos percorrem diferentes caminhos, e sua superposição resulta em reforço de alguns comprimentos de onda e aniquilação de outros, dando origem às cores observadas. O fenômeno responsável por esse efeito é a

- A) difração
- B) interferência
- C) polarização
- D) reflexão total
- E) refração

458. UFRGS. Associe cada descrição (coluna da direita) com o nome pelo qual o fenômeno é conhecido (coluna da esquerda).

- 1 – Difração
- 2 – Dispersão
- 3 – Polarização





() Luz monocromática que passa por uma pequena fenda, propaga-se em muitas direções e forma uma figura de intensidade luminosa variável.

() Quando um feixe de luz incide na superfície de uma lâmina de vidro plana e lisa, para um determinado ângulo de incidência a parte da luz que é refletida se propaga com o campo elétrico dessa radiação oscilando em uma única direção.

A relação numérica, de cima para baixo, da coluna da direita, que estabelece a sequência de associações corretas é

- A) 1 – 2
- B) 1 – 3
- C) 2 – 1
- D) 2 – 3
- E) 3 – 2

459. UFRGS. Identifique cada descrição (coluna da direita) de acordo com o nome pelo qual o fenômeno é conhecido (coluna da esquerda).

1. Difração
2. Dispersão
3. Interferência



() Luz, como a do Sol, ao se transmitir de um meio transparente para outro, pode dar origem a vários raios refratados de cores diferentes.

() Ondas luminosas, (coerentes) provenientes de duas fontes superpõem-se formando uma figura de intensidade variável (franjas claras e escuras).

A relação numérica, de cima para baixo, da coluna da direita, que estabelece a sequência de associações corretas é

- A) 1 – 2
- B) 1 – 3
- C) 2 – 1
- D) 2 – 3
- E) 3 – 1

460. UFRGS. Analise cada uma das seguintes afirmações relacionadas com o fenômeno de polarização indicando se é verdadeira (V) ou falsa (F).

- () Ondas eletromagnéticas podem ser polarizadas.
- () Quando ocorre o fenômeno físico conhecido como eco, as ondas sonoras refletidas estão polarizadas.
- () O grau de polarização linear (ou plana) da luz refletida na superfície de uma lâmina de vidro plana e lisa depende do ângulo de incidência da luz.

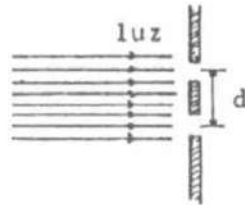




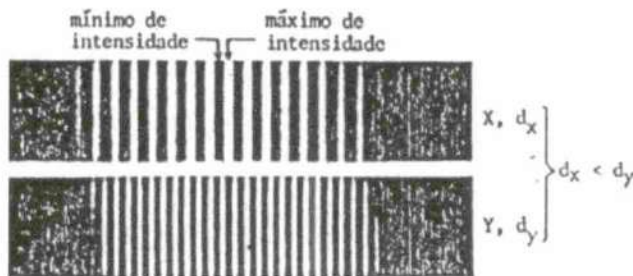
Quais são, pela ordem, as indicações corretas?

- A) F – F – V
- B) F – V – F
- C) F – V – V
- D) V – F – F
- E) V – F – V

461. UFRGS. Faz-se incidir luz monocromática coerente sobre um obstáculo com duas fendas estreitas (fenda dupla), distanciadas de d , conforme mostra a figura 1. O meio à direita e à esquerda das fendas é o mesmo.



Nessa situação, à direita do obstáculo se origina uma figura de interferência com intensidade não uniforme, podendo ser distinguidos diversos mínimos e máximos de intensidade luminosas. Nessas condições, para duas distâncias diferentes, d_x e d_y , originaram-se as figuras de intensidade luminosas X e Y, respectivamente, conforme mostra a figura 2.



Com base nessas informações e figuras, pode-se afirmar que

- A) a energia transportada pelas ondas luminosas propaga-se igualmente em todas as direções à direita do obstáculo.
- B) a frequência da luz aumenta ao passar pelas fendas.
- C) aumentando-se a distância entre as fendas, diminui o comprimento de onda da luz.
- D) a distância entre máximos e mínimos de intensidade depende da distância entre as fendas.
- E) aumentando-se a distância entre as fendas, aumenta a largura dos máximos de intensidade

462. PUCRS. Quando ocorre contaminação da água parada pela mistura de óleo, sabe-se que a maior parte do óleo concentra-se numa película na superfície livre. É comum perceber-se a presença deste óleo pela visão de franjas coloridas. Essas franjas são formadas devido a fenômenos ondulatórios envolvendo a luz na película de óleo. Os fenômenos são, respectivamente,





- A) difração, reflexão e polarização.
- B) refração, reflexão e interferência.
- C) difração, refração e interferência.
- D) dispersão, reflexão e polarização.
- E) interferência, polarização e reflexão.

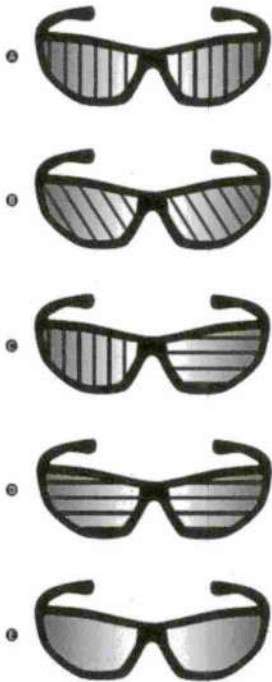
463. UCPEL. As imagens impressionantes das competições olímpicas que pudemos acompanhar pela televisão se devem ao aperfeiçoamento tecnológico das câmeras utilizadas nas transmissões e muito é devido à tecnologia digital. Entretanto, a entrada da luz nos dispositivos se dá através de uma lente. Assinale a alternativa correta abaixo.



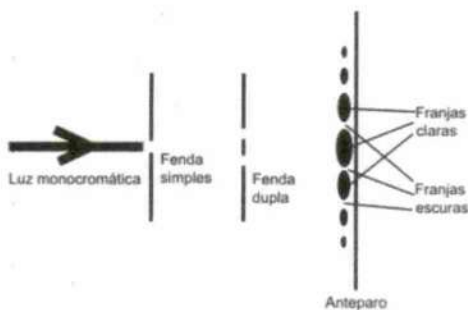
- A) Uma lente é um dispositivo que direciona a luz devido ao fenômeno da interferência que acontece quando a luz, uma onda eletromecânica, atravessa meios de mesmos índices de refração. Entretanto, considerando a ótica geométrica, se a incidência do raio luminoso em um ponto da superfície que separa os meios se der com um ângulo de 90° em relação a um plano tangente à superfície nesse ponto, o raio luminoso não é desviado.
- B) Uma lente é um dispositivo que direciona a luz devido ao fenômeno da interferência que acontece quando a luz, uma onda eletromecânica, atravessa meios de mesmos índices de refração. Entretanto, considerando a ótica geométrica, se a incidência do raio luminoso em um ponto da superfície que separa os meios se der com um ângulo de 90° em relação a um plano tangente à superfície nesse ponto, o raio luminoso não é desviado, mas refletido com o dobro da intensidade.
- C) Uma lente é um dispositivo que direciona a luz devido ao fenômeno da superposição que acontece quando a luz, uma onda eletromagnética, atravessa meios de mesmos ou diferentes índices de refração. Entretanto, considerando a ótica geométrica, se a incidência do raio luminoso em um ponto da superfície que separa os meios se der com um ângulo de 180° em relação a um plano tangente à superfície nesse ponto, o raio luminoso além de desviado terá sua intensidade aumentada.
- D) Uma lente é um dispositivo que direciona a luz devido ao fenômeno da reflexão que acontece quando a luz, uma onda eletromagnética, atravessa meios de diferentes índices de refração. Entretanto, considerando a ótica geométrica, se a incidência do raio luminoso em um ponto da superfície que separa os meios se der com um ângulo de 0° em relação a um plano tangente à superfície nesse ponto, o raio luminoso não é desviado.
- E) Uma lente é um dispositivo que direciona a luz devido ao fenômeno da refração que acontece quando a luz, uma onda eletromagnética, atravessa meios de diferentes índices de refração. Entretanto, considerando a ótica geométrica, se a incidência do raio luminoso em um ponto da superfície que separa os meios se der com um ângulo de 90° em relação a um plano tangente à superfície nesse ponto, o raio luminoso não é desviado de sua direção original.



464. ENEM. Nas rodovias, é comum motoristas terem a visão ofuscada ao receberem a luz refletida na água empoçada no asfalto. Sabe-se que essa luz adquire polarização horizontal. Para solucionar esse problema, há a possibilidade de o motorista utilizar óculos de lentes constituídas por filtros polarizadores. As linhas nas lentes dos óculos representam o eixo de polarização dessas lentes. Quais são as lentes que solucionam o problema descrito?



465. ENEM. O debate a respeito da natureza da luz perdurou por séculos, oscilando entre a teoria corpuscular e a teoria ondulatória. No início do século XIX, Thomas Young, com a finalidade de auxiliar na discussão, realizou o experimento apresentado de forma simplificada na figura. Nele, um feixe de luz monocromática passa por dois anteparos com fendas muito pequenas. No primeiro anteparo há uma fenda e no segundo, duas fendas. Após passar pelo segundo conjunto de fendas, a luz forma um padrão com franjas claras e escuras.



SELVA, F. W. O. A evolução da teoria ondulatória da luz e os livros didáticos. Revista Brasileira de Ensino de Física, n. 1, 2007 (adaptado).

Com esse experimento, Young forneceu fortes argumentos para uma interpretação a respeito da natureza da luz, baseada em uma teoria

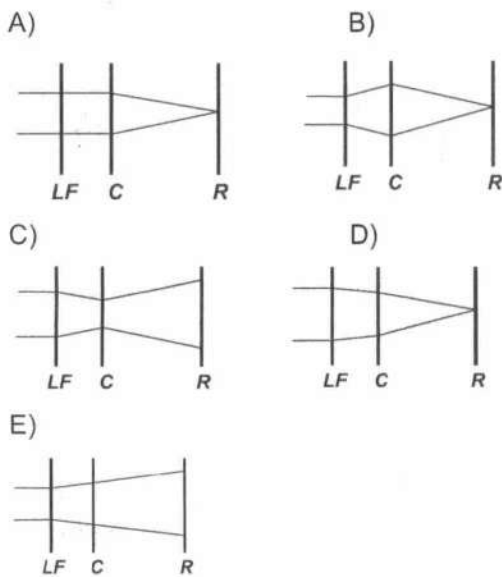


- A) corpuscular, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer dispersão e refração.
- B) corpuscular, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer dispersão e reflexão.
- C) ondulatória, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer difração e polarização.
- D) ondulatória, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer interferência e reflexão.
- E) ondulatória, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer difração e interferência.

466. ENEM. O avanço tecnológico da medicina propicia o desenvolvimento de tratamento para diversas doenças, como as relacionadas à visão. As correções que utilizam *laser* para o tratamento da miopia são consideradas seguras até 12 dioptrias, dependendo da espessura e curvatura da córnea. Para valores de dioptria superiores a esse, o implante de lentes intraoculares é mais indicado. Essas lentes, conhecidas como lentes fálicas (L_F), são implantadas junto à córnea, antecedendo o cristalino (C), sem que esse precise ser removido, formando a imagem correta sobre a retina (R).



O comportamento de um feixe de luz incidindo no olho que possui um implante de lentes fálicas para correção do problema de visão apresentado é esquematizado por



467. UFRGS. Muitas pessoas não enxergam nitidamente objetos em decorrência de deformação no globo ocular ou de acomodação defeituosa do cristalino.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Para algumas pessoas a imagem de um objeto forma-se à frente da retina, conforme ilustrado na figura 1 abaixo. Esse *defeito de visão* é chamado de _____, e sua correção é feita com lentes _____.



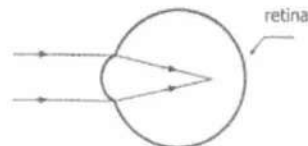


Figura I

Em outras pessoas, os raios luminosos são interceptados pela retina antes de se formar a imagem, conforme representado na figura II abaixo. Esse *defeito de visão* é chamado de _____, e sua correção é feita com lentes _____.

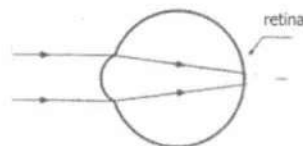


Figura II

- A) presbiopia – divergentes – hipermetropia – convergentes
- B) presbiopia – divergentes – miopia – convergentes
- C) hipermetropia – convergentes – presbiopia – divergentes
- D) miopia – convergentes – hipermetropia – divergentes
- E) miopia – divergentes – hipermetropia – convergentes

468. UFSC. Em 2017, Carlos Mastrangelo, da Universidade de Utah, nos EUA, divulgou seus estudos sobre a criação de óculos formados por lentes líquidas, para fazer o foco automático. Seu objetivo foi resolver o problema de quem tem presbiopia e miopia, por exemplo, para não precisar trocar de óculos. Mastrangelo conta que os óculos possuem uma câmera infravermelha entre as lentes que serve para identificar a distância entre o rosto do usuário e o objeto que ele está olhando e, assim, fazer o foco correto.



Sobre o assunto abordado e com base no exposto acima, é correto afirmar que:

- 01. o defeito da visão chamado hipermetropia provoca o mesmo efeito que a miopia, ou seja, o indivíduo tem dificuldades em enxergar objetos próximos.
- 02. uma das formas de ajustar o foco da lente é alterando sua curvatura.



04. o fenômeno óptico que explica o funcionamento de uma lente é a refração.

08. para determinar a distância, a câmera acoplada aos óculos utiliza a onda de calor liberada pelos objetos.

16. uma causa do defeito da visão chamado presbiopia está relacionada com um globo ocular mais achatado.

32. a lente utilizada para corrigir o defeito da visão chamado miopia é a lente convergente.

64. em um olho hipermetrope a imagem é formada após a retina.





Aula 37

Física Moderna I

PARTE 1

Estudar a Parte 1 – P.370 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 1 se necessário
Fazer as questões 491 e 493

PARTE 2

Estudar a Parte 2 – P.373 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 2 se necessário
Fazer as questões 472, 474, 477, 482, 486 e 487

PARTE 3

Estudar a Parte 3 – P.373 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 3 se necessário
Fazer as questões 470, 471, 473, 475, 476, 479, 485, 489 e 492

PARTE 4

Estudar a Parte 4 – P.375 (teoria e anotações)
Rever videoaula Parte 4 se necessário
Fazer a Leitura – P.383
Fazer as questões 469, 483 e 488

PARTE 5

Estudar a Parte 5 – P.376 (teoria, anotações e modelagens)
Rever videoaula Parte 5 se necessário
Fazer as questões 478, 480, 481, 484 e 490



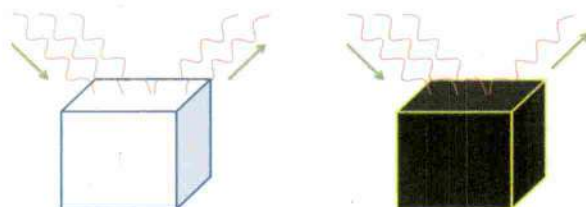
A **trilha de aprendizagem** acima indica ao aluno o **caminho do seu estudo nessa aula**. **Rever a aula e as anotações** inicialmente, antes de seguir para as questões pós-aula, é fundamental para se preparar corretamente em relação as questões que serão resolvidas. **Fazer as leituras do livro e aquelas indicadas após a aula**, bem como **vídeos indicados**, ampliam seu conhecimento sobre o assunto. Apenas **após esses passos** orientamos você a partir para as **questões pós-aula**.



RADIAÇÃO DE CORPO NEGRO

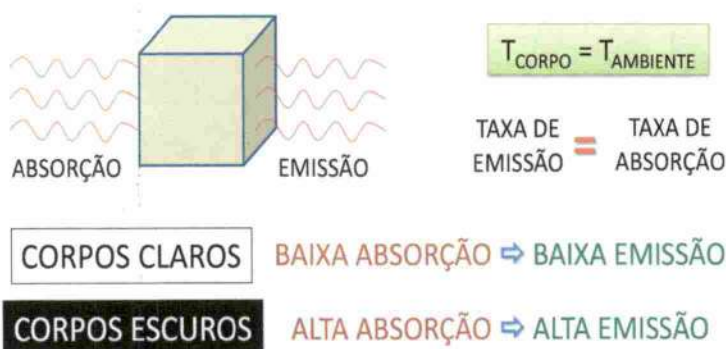
Foi o estudo da radiação térmica emitida por corpos opacos que forneceu os primeiros indícios da natureza quântica da radiação. Quando uma radiação incide em um corpo opaco, parte é refletida e parte é absorvida.

Os corpos de cor clara refletem a maior parte da radiação visível incidente, enquanto os corpos escuros absorvem a maior parte da radiação.



A radiação absorvida pelo corpo aumenta a energia cinética dos átomos que o constituem, fazendo-os oscilar mais vigorosamente em torno da posição de equilíbrio. Como a temperatura de um corpo é determinada pela energia cinética média dos átomos, a absorção de radiação faz a temperatura do corpo aumentar. Acontece que os átomos contêm partículas carregadas (os elétrons) que são aceleradas pelas oscilações; assim, de acordo com a teoria eletromagnética, os átomos emitem radiação, o que reduz a energia cinética dos átomos e portanto diminui a temperatura.

Quando a taxa de absorção é igual à taxa de emissão, a temperatura permanece constante e dizemos que o corpo se encontra em equilíbrio térmico com o ambiente. Assim, um material que é um bom absorvedor de radiação é também um bom emissor.



A radiação eletromagnética emitida nessas circunstâncias é chamada de radiação térmica. Em temperaturas moderadas (abaixo de 600°C), a radiação térmica emitida pelos corpos não é visível; a maior parte da energia está concentrada em comprimentos de onda muito maiores que os da luz visível. Quando um corpo é aquecido, a quantidade de radiação térmica emitida aumenta e a energia irradiada se estende a comprimentos de onda cada vez menores. Entre 600°C e 700°C, existe energia suficiente no espectro visível para que o corpo comece a brilhar com luz própria vermelho escura. Em temperaturas mais elevadas, o objeto brilha com luz vermelho-clara ou mesmo branca.

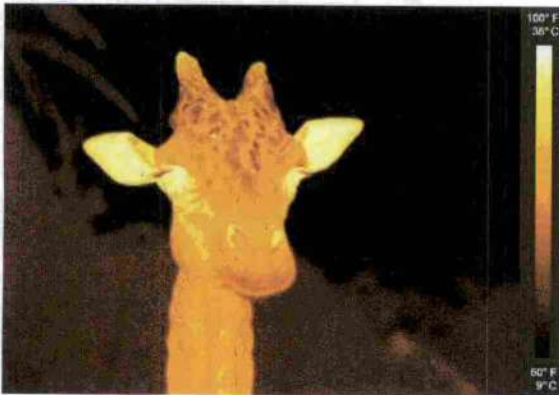
Sabia-se há bastante tempo que esta composição espectral (quais comprimentos de onda estão presentes na luz emitida) só depende da temperatura, sendo a mesma para diferentes materiais.



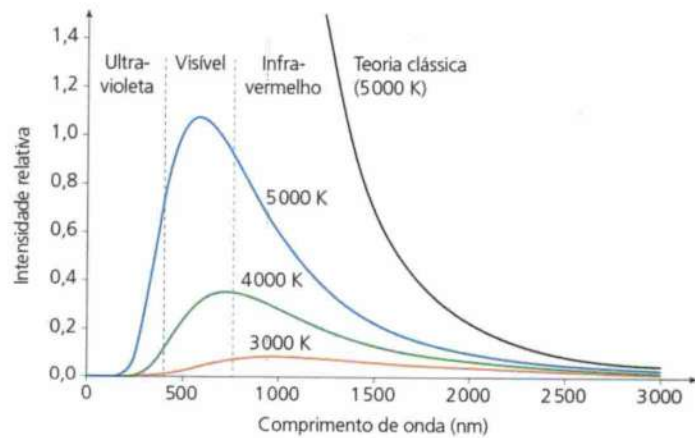
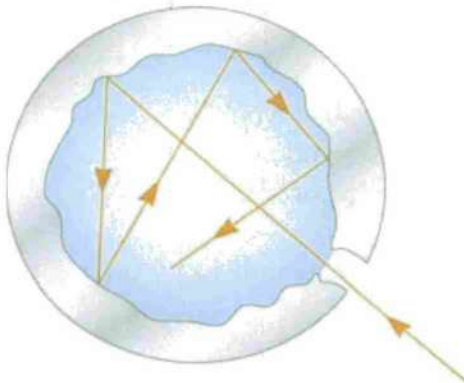
Um corpo à temperatura ambiente emite radiação eletromagnética principalmente na região do infravermelho.



CONTEÚDO



Um corpo que absorve toda a radiação incidente é chamado de corpo negro ideal.



▪ **Parte 2**

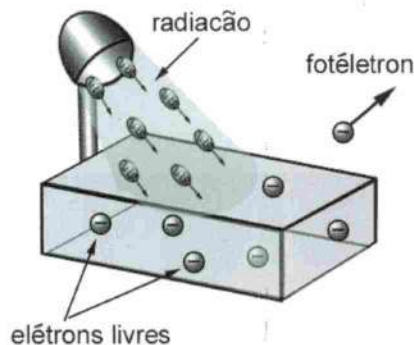
Efeito Fotoelétrico

O EFEITO FOTOELÉTRICO

O físico alemão *Heinrich Hertz*, em **1887**, trabalhando na produção de ondas eletromagnéticas, observou que a faísca entre dois terminais se produzia muito mais facilmente quando os mesmos eram iluminados com luz ultravioleta. Um ano mais tarde *Wilhelm Halbwacys* observou que uma placa de zinco carregada negativamente se descarregava ao ser irradiada com luz ultravioleta, mas se a placa fosse carregada positivamente a carga se conservava. Uma placa neutra, iluminada pela mesma luz, se tornava positiva.



Após os estudos e experiências de outros físicos, entre eles *Joseph Thomsom*, *Phillip Lenard*, *Julius Elster* e *Hans Geitel*, ficou demonstrado que o fenômeno descoberto por Hertz tinha a sua origem na propriedade que certos corpos metálicos possuem de liberarem elétrons quando iluminados.



Ao fenômeno da emissão ou liberação de elétrons por um metal pela ação da luz, dá-se a designação de **efeito fotoelétrico**.

Os elétrons são designados por **fotoelétrons** e a substância que libera elétrons é dita **fotosensível**. O fenômeno se mostra mais acentuado para as radiações de maior frequência, como as ondas ultravioletas e para alguns metais como alumínio, cobre, sódio, potássio e césio.

Em **1905**, *Albert Einstein*, para explicar o efeito fotoelétrico, fez uso do conceito de **quantum de energia**, já usado antes dele por *Max Planck*, explicando a distribuição de energia entre vários comprimentos de onda de radiações.

De acordo com a teoria de *Planck*, quando uma radiação é emitida ou absorvida por um corpo, a energia é emitida ou absorvida, segundo um número inteiro de quanta; um quantum de energia é dado por :

$$E = h \cdot f$$

onde: h é a CONSTANTE DE PLANCK ($h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s)
 f é a frequência da radiação (Hz).

O quantum de energia luminosa recebe o nome de fóton.

IMPORTANTE !!!!!!!

- 1 Segundo EINSTEIN, a **energia total de um fóton** é transmitida a **um elétron** do metal.
- 2 Intensidade luminosa (I) :
 - ↪ medida em $J/m^2.s$
 - ↪ Indica a energia luminosa que incide, a cada unidade de área, na unidade de tempo. Dessa forma, o número de fótons que incide é obtido dividindo-se a energia incidente pela energia de um fóton ($E = h \cdot f$).
 - ↪ A intensidade luminosa reduz com o aumento da distância à fonte luminosa.



 **MODELAGEM**

UFRGS.

A intensidade luminosa é a quantidade de energia que a luz transporta por unidade de área transversal à sua direção de propagação e por unidade de tempo. De acordo com Einstein, a luz é constituída por partículas, denominadas fótons, cuja energia é proporcional à sua frequência. Luz monocromática com frequência de 6×10^{14} Hz e intensidade de $0,2 \text{ J/m}^2 \cdot \text{s}$ incide perpendicularmente sobre uma superfície de área igual a 1 cm^2 . Qual o número aproximado de fótons que atinge a superfície em um intervalo de tempo de 1 segundo? (Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$)

- A) 3×10^{11}
- B) 8×10^{12}
- C) 5×10^{13}
- D) 4×10^{14}
- E) 6×10^{15}

$$E = h \cdot f = 6,63 \times 10^{-34} \cdot 6 \times 10^{14} = 40 \times 10^{-20} \text{ J} = 4 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$I = 0,2 \text{ J/m}^2 \cdot \text{s} \cdot 1 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ s} = 2 \times 10^{-5} \text{ J}$$

$$4 \times 10^{-19} \text{ J} - 1 \text{ fóton}$$

$$2 \times 10^{-5} \text{ J} - x$$

$$x = 5 \times 10^{13} \text{ fótons}$$

Resposta: C

▪ **Parte 3**

Leis

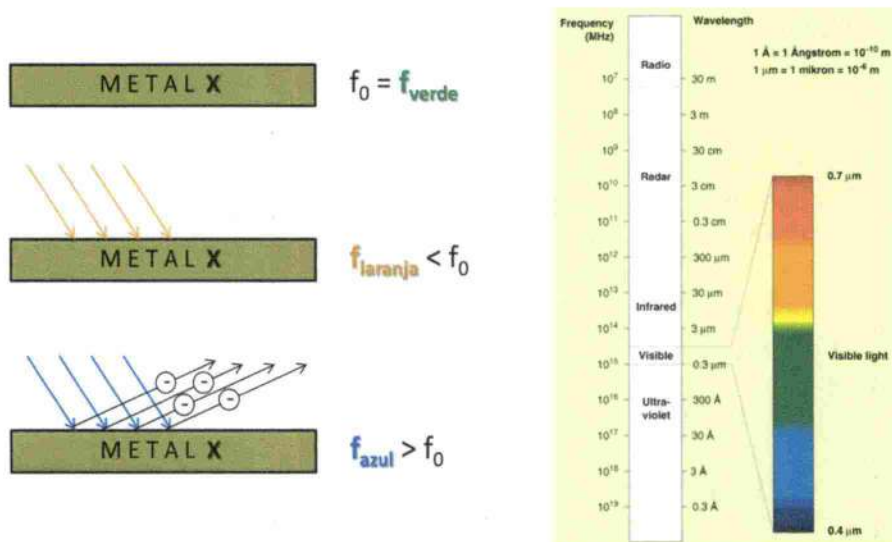
LEIS DO EFEITO FOTOELÉTRICO.

I) Para cada material existe uma energia mínima para o elétron escapar do metal, vencendo os choques com os átomos vizinhos e a atração elétrica dos núcleos desses átomos. A energia mínima necessária para um elétron escapar do metal corresponde a um trabalho ϕ , denominado função trabalho do metal. Esse valor é característico para cada metal.

$$\phi = h \cdot f_0$$

A frequência que determina essa energia mínima do fóton é chamada de **frequência limiar** ou **frequência de corte (f_0)**.

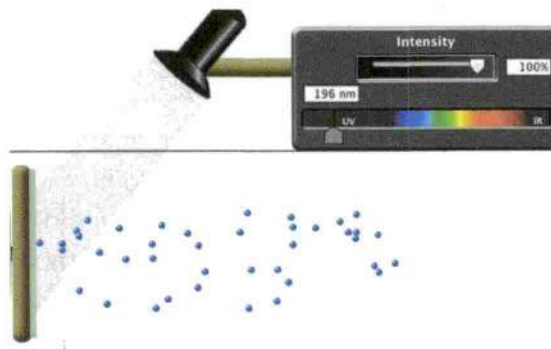
- O comprimento de onda correspondente à frequência limiar é chamada de **comprimento de onda limiar λ_0** .
- Para frequências menores que a frequência limiar não há liberação de elétrons mesmo que a luz tenha grande intensidade.
- o elétron-volt (eV) é uma unidade de energia: **$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$**



II) O número de elétrons liberados por segundo (corrente fotoelétrica) é diretamente proporcional à intensidade da luz.

Lembre-se que a intensidade luminosa (I) é medida em $J/m^2.s$, indicando, dessa forma, o número de **fótons** que incide, a cada unidade de área, na unidade de tempo.

→ Após o início do efeito fotoelétrico, a frequência não intervém na corrente fotoelétrica.



III) Quando o elétron superficial recebe um fóton com energia $h.f$ maior do que a função trabalho, esse excesso de energia é conservado pelo elétron na forma de energia cinética de emissão (E_C).

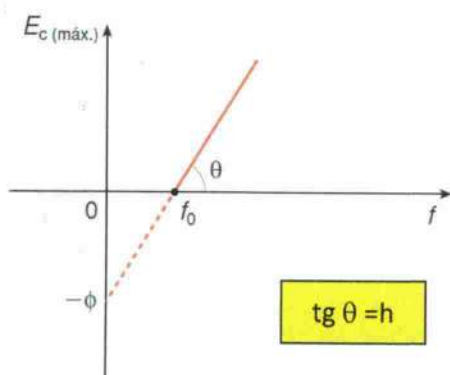
$$E_C = \frac{m.v^2}{2} = h.f - \phi$$



→ Essa energia cinética é considerada a máxima energia de emissão, pois elétrons mais internos serão emitidos com menor energia cinética, uma vez que sofrerão maior perda de energia ao atravessar o metal.

→ Se a intensidade luminosa aumentar, aumenta o número de fotoelétrons, sem que aumente a energia cinética de cada um.

Gráfico $E_{C(\text{máx.})} \times f$



Parte 4

Dualidade

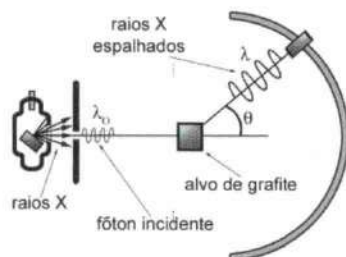
DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA

Na física clássica, certos fenômenos são descritos em termos de um modelo ondulatório e outros, em termos de um modelo corpuscular. Por exemplo, o fenômeno de propagação do som em um gás é entendido em termos de um modelo ondulatório enquanto que o fenômeno de pressão do gás sobre qualquer superfície é entendido em termos de um modelo corpuscular (teoria cinética). Na física quântica, os dois modelos são necessários para descrever qualquer ente físico (partícula), embora não nas mesmas circunstâncias. Por exemplo, no caso da radiação eletromagnética, o fenômeno de polarização só pode ser entendido em termos de um modelo ondulatório enquanto que o efeito fotoelétrico e o efeito Compton só podem ser entendidos em termos de um modelo corpuscular.

Os objetos são compostos de substâncias que se apresentam aos sentidos humanos numa grande variedade de formas, texturas, cores, etc., e parecem ter uma estrutura contínua. Na realidade, as substâncias são compostas de unidades distintas, agrupadas de muitas maneiras diferentes. As unidades básicas das substâncias são chamadas, convencionalmente, de partículas, o que não implica que não tenham nenhum tipo de estrutura interna. Por outro lado, como os objetos se apresentam aos sentidos humanos com tamanhos, formas e localizações definidos, existe a tendência de extrapolar tais propriedades inclusive às partículas fundamentais (prótons, nêutrons, elétrons, etc.). As experiências de física moderna não fundamentam essa extrapolação. Atualmente, o termo partícula é aplicado a entes físicos que têm propriedades como massa, carga elétrica, etc., que na física clássica são usualmente atribuídas ao que ali se chama de partícula, e propriedades como comprimento de onda e frequência, que na física clássica são usualmente atribuídas ao que ali se chama de onda.

Efeito Compton

Denomina-se efeito Compton ao espalhamento de fótons por elétrons livres, em homenagem a Arthur Compton. Ele concluiu a possibilidade de interpretar o espalhamento da radiação eletromagnética como resultado da interação de um único fóton com um único elétron livre (ou com energia de ligação desprezível). Para atingir esta conclusão, Compton supôs a conservação de momento linear e energia relativística do sistema fóton+elétron, chegando a uma relação entre os comprimentos de onda do fóton incidente e do fóton espalhado em função do ângulo de espalhamento, verificada através de dados experimentais. A fórmula para o momento linear p do fóton foi obtida a partir da relação entre momento e energia relativística para uma partícula sem massa de repouso.



$$p = \frac{h}{\lambda}$$

Hipótese de de Broglie - Ondas de matéria

Em determinados fenômenos a luz se comporta como se tivesse natureza ondulatória e em outros com natureza de partícula.

Se a luz apresenta natureza dual, uma partícula pode comportar-se de modo semelhante, apresentando também propriedades ondulatórias.

O comprimento de onda λ de uma **partícula** em função de sua quantidade de movimento é dado por :

$$p = \frac{h}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{h}{m.v}$$

▪ Parte 5

Estrutura Atômica

Estrutura Atômica

Alguns filósofos da Grécia Antiga já admitiam que toda e qualquer matéria seria formada por minúsculas partículas indivisíveis, que foram denominados átomos (a palavra átomo, em grego, significa indivisível).

No entanto, foi somente em **1803** que o cientista inglês **John Dalton**, com base em inúmeras experiências, conseguiu provar cientificamente a ideia de átomo. Surgia então a teoria atômica clássica da matéria. Segundo essa teoria, quando olhamos, por exemplo, para um grãozinho de ferro, devemos imaginá-lo como sendo formado por um aglomerado de um número enorme de átomos.

Em **1903**, o cientista inglês **Joseph J. Thomson**, baseado em experiências realizadas com gases e que mostraram que a matéria era formada por cargas elétricas positivas e negativas, modificou o modelo atômico de Dalton. Segundo Thomson, o átomo seria uma esfera maciça e positiva com as cargas negativas distribuídas, ao acaso, na esfera. A quantidade de cargas positivas e negativas seriam iguais e dessa forma o átomo seria eletricamente neutro. O modelo proposto por Thomson ficou conhecido como "pudim com passas".

Em **1911**, o cientista neozelandês **Ernest Rutherford**, utilizando os fenômenos radiativos no estudo da estrutura atômica, descobriu que o átomo não seria uma esfera maciça, mas sim formada por uma região central, chamada núcleo atômico, e uma região externa ao núcleo, chamada eletrosfera. No núcleo atômico estariam as partículas positivas, os prótons, e na eletrosfera as partículas negativas, os elétrons.

A experiência de Rutherford mostrou que no núcleo atômico além do próton deveria existir uma outra partícula. Esta foi descoberta em 1932 pelo cientista inglês James Chadwick e recebeu o nome de nêutron.

Prótons, elétrons e nêutrons são as principais partículas presentes num átomo. Elas são chamadas partículas elementares ou subatômicas e suas principais características são :



Partícula	Massa (grama)	Massa relativa	Carga elétrica (coulomb)	Carga relativa
Próton (p^+)	$1,7 \cdot 10^{-24}$	1	$+1,6 \cdot 10^{-19}$	+1
Nêutron (n^0)	$1,7 \cdot 10^{-24}$	1	0	0
Elétron (e^-)	$9,1 \cdot 10^{-28}$	1/1840	$-1,6 \cdot 10^{-19}$	-1

Observe que as partículas presentes no núcleo atômico apresentam a mesma massa e que essa é praticamente 2.000 vezes maior do que a massa do elétron. A massa de um átomo está praticamente concentrada numa região extremamente pequena do átomo: o núcleo atômico. A quantidade atômica de prótons e elétrons presentes num átomo é a mesma, o que faz com que ele seja eletricamente neutro.

Em 1913, o físico dinamarquês Niels Bohr, ao estudar espectros de emissão de certas substâncias, modificou o modelo de Rutherford.

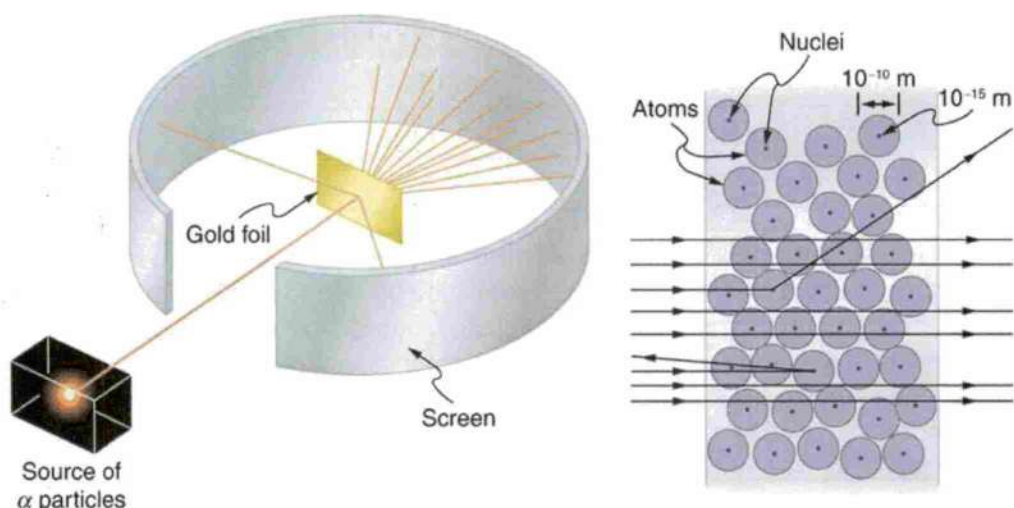
O Modelo Nuclear de Rutherford

No final do século XIX, os cientistas sabiam que o átomo tinha um diâmetro da ordem de 10^{-10} m, era eletricamente neutro e continha elétrons, partículas muito mais leves que o átomo como um todo; o problema era encontrar um modelo que, além de satisfazer a todos esses requisitos, fosse compatível com as fórmulas de Balmer e de Rydberg. Inicialmente, o modelo mais promissor para o átomo parecia ser o de J. J. Thomson, que se mostrara capaz de explicar várias reações químicas. Neste modelo, os elétrons estavam embebidos em um fluido que continha a maior parte da massa do átomo e possuía cargas positivas suficientes para torná-lo eletricamente neutro. Thomson buscava configurações que fossem estáveis e cujos modos normais de vibração correspondessem às frequências observadas nos espectros de emissão. Um dos problemas deste tipo de modelo é que forças eletrostáticas não são suficientes para manter um sistema em equilíbrio estático; assim, as cargas atômicas teriam que estar em movimento, e em movimento acelerado, já que se mantinham no interior do átomo. Ora, de acordo com a teoria eletromagnética, cargas aceleradas emitem radiação, portanto o átomo teria que irradiar energia continuamente, o que não é observado na prática.

Mesmo deixando de lado esta dificuldade, a verdade é que Thomson não conseguiu encontrar nenhuma configuração de cargas cujos modos normais de vibração reproduzissem as frequências dos espectros observados.

O modelo de Thomson começou a cair em descrédito depois de uma série de experimentos realizados por Ernest Rutherford e seus alunos H. W. Geiger e E. Marsden. Rutherford estava investigando a radioatividade natural e havia descoberto que o urânio emitia pelo menos dois tipos de partículas, que chamou de α e β . Através de um experimento semelhante ao de J. J. Thomson, verificou que a razão q/m para as partículas α era duas vezes menor do que para o próton. Suspeitando que as partículas α não passassem de átomos de hélio duplamente ionizados, Rutherford e seus colaboradores, em um experimento que se tornou clássico, deixaram uma amostra de uma substância radioativa (o rádio) se desintegrar, emitindo partículas α , em uma câmara previamente evacuada; em seguida, submeteram o conteúdo da câmara a uma descarga elétrica e observaram as linhas do espectro do hélio. Percebendo que as partículas α , por possuírem alta energia e uma massa relativamente elevada, seriam um ótimo instrumento para "sondar" o interior de outros átomos, Rutherford iniciou uma série de experimentos com este objetivo.

Nesses novos experimentos, um feixe fino de partículas α incidia em uma tela de sulfeto de zinco, que emitia cintilações luminosas ao ser atingida pelas partículas. A distribuição de cintilações na tela era observada quando várias folhas finas de metal eram colocadas entre ela e a fonte. A maioria das partículas α não sofria nenhum tipo de deflexão ou era defletida de um ângulo muito pequeno, da ordem de 1° . Inesperadamente, porém, o ângulo de deflexão para umas poucas partículas α era bem grande, chegando a mais de 90° . Se o átomo fosse uma esfera positivamente carregada de 10^{-10} m de raio na qual os elétrons estavam embebidos, como no modelo de Thomson, o choque de uma partícula α com um átomo poderia resultar apenas em uma pequena deflexão, mesmo que a partícula α penetrasse profundamente no átomo.



O Modelo do Átomo de Bohr

A Física clássica revelou possuir outras deficiências para descrever certos fenômenos. Uma delas diz respeito ao movimento dos elétrons no átomo. Segundo a teoria de Maxwell, todas as cargas aceleradas irradiam ondas eletromagnéticas. Os elétrons, ao girar em torno do núcleo, estão sujeitos à aceleração centrípeta e, portanto, deveriam irradiar ondas eletromagnéticas às custas da energia do átomo. A medida que essa energia fosse diminuindo, os elétrons deveriam se aproximar cada vez mais do núcleo, até chocar-se contra ele.

No entanto, como os átomos são estáveis e esse fenômeno catastrófico não ocorre, deve-se concluir que os elétrons dos átomos não obedecem às leis do Eletromagnetismo e portanto, embora acelerados, não emitem radiações. Com base nessa hipótese, que não encontra justificativa alguma na teoria clássica, o físico dinamarquês Niels Bohr, em 1913, propôs o modelo atômico que leva seu nome.

Segundo o modelo de Bohr, os elétrons de um átomo, submetidos à ação da força atrativa de Coulomb exercida pelo núcleo, movem-se em torno dele em órbitas semelhantes às dos planetas em torno do Sol, mas sem emitir radiações. A analogia com o Sistema Solar não é porém completa, já que, no caso do movimento dos elétrons em torno do núcleo, existem duas condições limitativas:

- 1 - Um elétron não pode percorrer em torno do núcleo uma órbita qualquer, mas apenas determinadas órbitas. Quando o elétron se encontra numa dessas órbitas, o átomo apresenta uma energia bem-definida.
- 2 - Em cada órbita, podem se mover no máximo dois elétrons (princípio de Pauli ou princípio da exclusão).

Vamos considerar o átomo de hidrogênio, que é o mais simples por conter, além do núcleo, um único elétron. **Esse elétron pode percorrer apenas algumas órbitas. A cada uma delas corresponde uma energia (negativa) bem-determinada**, que é igual à soma da energia cinética do elétron com a energia potencial elétrica do sistema elétron + núcleo. **A energia do átomo é tanto maior (ou seja, tanto menos negativa) quanto mais distante do núcleo estiver localizada a órbita que o elétron percorre.** A razão principal desse aumento consiste no fato de que a energia potencial cresce (torna-se menos negativa) à medida que o elétron se afasta do núcleo.

Em geral, para um átomo qualquer, quando os elétrons percorrem órbitas situadas o mais próximo possível do núcleo (e obedecendo ao princípio de Pauli), a energia do átomo é mínima. Nesse caso, dizemos que o átomo se encontra no estado fundamental. Os estados de maior energia, nos quais um ou mais elétrons percorrem órbitas mais externas, são chamados estados excitados.



Diagrama de Níveis de Energia

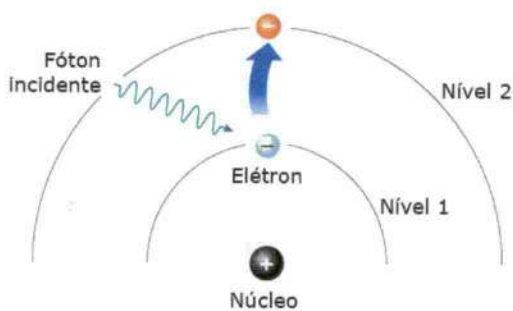
No modelo de Bohr, sempre que um átomo de hidrogênio passa de um estado estacionário para outro, ele emite ou absorve radiação eletromagnética (ou um fóton) com frequência :

$$f = \frac{\Delta E}{h}$$

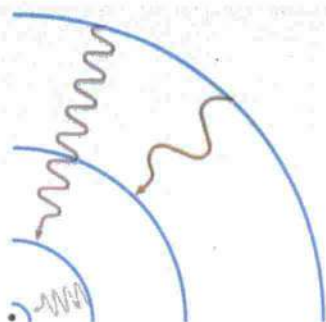
onde ΔE representa o módulo da diferença $E_F - E_i$ entre a energia do átomo no estado final E_F e a energia do átomo no estado inicial E_i . Se :

- $E_i > E_F$, um fóton com energia $h.f$ é **emitido** pelo átomo
- $E_i < E_F$, um fóton com a mesma energia é **absorvido**.

Recebendo energia (térmica, elétrica ou luminosa) do exterior, o elétron salta de uma órbita mais interna para outra mais externa; a quantidade de energia recebida é, porém, bem definida (um quantum de energia)



Pelo contrário, ao "voltar" de uma órbita mais externa para outra mais interna, o elétron emite um quantum de energia, na forma de luz de cor bem definida ou outra radiação Eletromagnética, como ultravioleta ou raios X (daí o nome de fóton que é dado para esse quantum de energia)

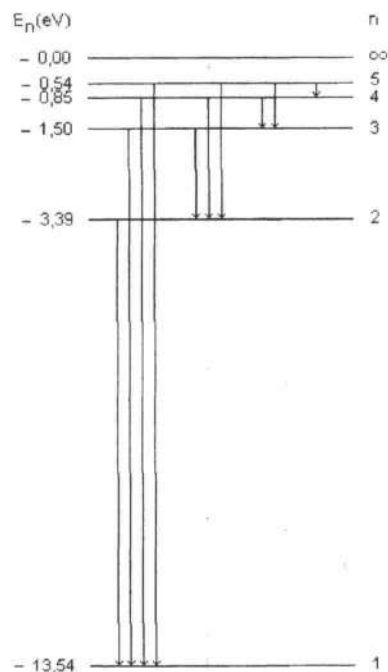


Quanto maior é o salto energético que o elétron realiza ao deslocar-se de uma órbita externa a outra mais interna, tanto maior é a frequência do fóton emitido. No desenho, estão representadas algumas dentre as órbitas mais internas de um átomo de hidrogênio. No salto da 4ª à 2ª órbita, o fóton emitido tem uma frequência que corresponde à cor violeta; da 4ª à 3ª a frequência do fóton corresponde ao infravermelho; da 2ª à 1ª, ao ultravioleta.

O diagrama de níveis de energia é uma ajuda importante para a compreensão dos processos de emissão e de absorção de energia pelo átomo. Para o átomo de hidrogênio, o diagrama de níveis de energia é mostrado na figura a seguir.



A dimensão vertical é usada para representar o valor da energia do estado estacionário. A cada estado estacionário se associa uma linha horizontal. A separação entre duas linhas horizontais é proporcional a sua diferença de energia. A energia potencial eletrostática do átomo foi tomada como nula a uma separação infinita entre o elétron e o próton, de modo que os estados estacionários em que esse elétron e esse próton estão ligados com uma separação finita, constituindo um átomo de hidrogênio, têm energias negativas. Como todos os estados estacionários do átomo de hidrogênio têm energias negativas, a linha superior do diagrama de níveis de energia representa o estado de energia zero ($n = \infty$), correspondente ao próton e o elétron separados de uma distância infinita, ou seja, correspondente ao átomo ionizado. A linha inferior representa o estado de menor energia, isto é, o estado no qual o elétron ocupa a primeira órbita de Bohr ($n = 1$, $E_1 = -13,54$ eV). Esse estado é chamado estado fundamental do átomo de hidrogênio. Os estados estacionários correspondentes às energias E_2 , E_3 , E_4 e E_5 também estão representados. Os outros (infinitos) estados estacionários, cujas energias são maiores que E_5 e menores que zero, não são mostrados.



Devido à forma desse diagrama, em que os estados estacionários são representados por linhas horizontais desenhadas em diferentes alturas conforme suas energias, isto é, em diferentes níveis horizontais, a expressão nível de energia se tornou sinônima da expressão energia de estado estacionário e, também, da expressão órbita estacionária. Como níveis com n maiores têm maior energia, a transição de um estado de n maior para um estado de n menor vem acompanhada da emissão de um fóton, enquanto que a transição de um estado de n menor para um estado de n maior vem acompanhada da absorção de um fóton. É uma prática comum indicar as transições atômicas com flechas (verticais) no diagrama de níveis, do nível inicial ao final.

Raios espectrais



Hidrogênio



Neônio



Hélio



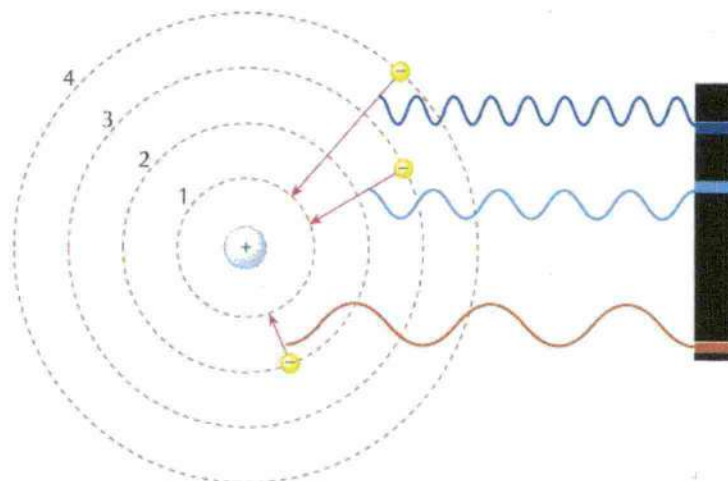
Mercúrio

MODELAGEM

UFRGS.

Um átomo instável perde energia emitindo alguma forma de radiação. Quando a perda de energia ocorre devido a transições na eletrosfera do átomo, pode acontecer a emissão de

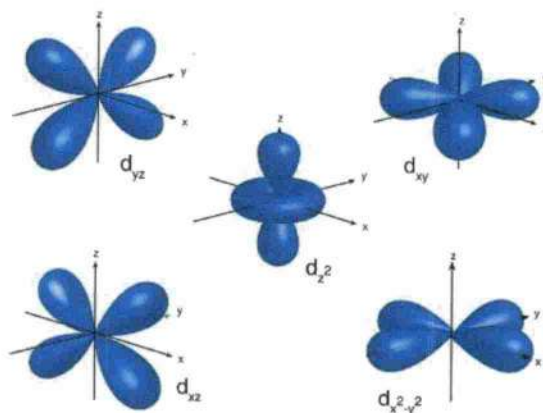
- A) pósitrons.
- B) luz visível.
- C) partículas alfa.
- D) radiação beta.
- E) radiação gama.



Resposta: B

Modelo de Sommerfeld – 1916 (modelo de orbitais)

- **A todo elétron em movimento está associada uma onda característica.** (Princípio da Dualidade ou de De Broglie)
- **Não é possível calcular a posição e a velocidade de um elétron, num mesmo instante.** (Princípio da Incerteza ou de Heisenberg)
- **ORBITAL** é a região do espaço onde é máxima a possibilidade de encontrar um determinado elétron.





ANOTAÇÕES

Lined writing area for notes.

Vertical text on the right edge of the page, possibly a page number or identifier, appearing as "2022/2023" and "LIVRO 3".



LEITURA

O genial cientista Albert Einstein

Antes de apresentarmos alguns dos trabalhos elaborados por Albert Einstein, é interessante estabelecermos o panorama da física no final do século passado e início deste século. Aquilo que hoje se denomina física moderna surge com algumas experiências cujos resultados não puderam ser explicados nem pela mecânica newtoniana, nem pela teoria eletromagnética de Maxwell. Várias das experiências que propiciaram a ruptura com o que hoje se denomina física clássica tiveram origem nos estudos que Faraday realizou por volta de 1830, referentes a descargas elétricas em gases rarefeitos. Todavia, fenômenos estranhos e inexplicados só foram observados depois de 1870. O efeito fotoelétrico foi descoberto por Hertz em 1887; as raias espectrais do hidrogênio começaram a ser observadas por Balmer em 1885; os raios X foram descobertos por Röntgen em 1895; Becquerel observa, em 1896, fenômenos que resultaram na descoberta da radioatividade; em 1897 Pierre e Marie Curie descobrem o elemento radioativo rádio. Ao lado desses resultados absolutamente inusitados, deve-se salientar a importância dos estudos referentes às radiações emitidas pelos materiais aquecidos, uma linha de pesquisa que girava em torno do problema da radiação de corpo negro, cujo enigma desafiou a inteligência humana durante muito tempo, particularmente na segunda metade do século passado. A ruptura com o conhecimento clássico e o surgimento da física moderna se dá inicialmente com a realização dessas experiências nas duas últimas décadas do século passado; as tentativas para entendê-los originaram a teoria quântica.

Por volta de 1900, o professor da Universidade de Berlim, Max Planck, propõe, na sequência de uma série de trabalhos, o modelo de absorção e emissão discreta de radiação, introduzindo uma constante universal, hoje denominada constante de Planck. Cinco anos depois Einstein utiliza a teoria de Planck e explica o efeito fotoelétrico. Neste mesmo ano de 1905 ele publica mais quatro artigos sobre os quais falaremos mais abaixo. Entre 1911 e 1913, Niels Bohr, um jovem dinamarquês em estágio de pós-doutorado nas Universidades de Cambridge e Manchester, desenvolve o primeiro modelo atômico da era moderna, obtendo enorme sucesso na explicação do espectro discreto do átomo de hidrogênio; era o início da teoria quântica. Assim, sob um ângulo personalista podemos dizer que a revolução em curso é sustentada pelo tripé Planck-Einstein-Bohr.

Einstein é popularmente conhecido como o pai da teoria da relatividade, mas recebeu o Prêmio Nobel especialmente pela descoberta da lei do efeito fotoelétrico, fato pouco conhecido pelo grande público. Além dessas duas áreas de conhecimento, Einstein tem contribuições importantes em várias outras áreas da física. Seu primeiro artigo científico foi publicado em 1901, na *Annalen der Physik*, sobre as "consequências do efeito da capilaridade", um problema de termodinâmica. Continua nessa linha de trabalho até 1905, publicando dois artigos em 1902, um em 1903 e outro em 1904, todos na *Annalen der Physik*. Depois vêm os magníficos trabalhos de 1905, para muitos, o *annus mirabilis* da sua vida científica.

O primeiro artigo deste ano miraculoso foi publicado com o título "Über einen die Erzeugung und Umwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Standpunkt" ("Sobre um ponto de vista heurístico concernente à geração e transformação da luz"). Entre os cinco, este foi o único considerado revolucionário pelo próprio Einstein. Em carta ao amigo Conrad Habicht, Einstein comenta: "(...) O artigo trata da radiação e das propriedades energéticas da luz e é muito revolucionário, como você verá(...)". É neste artigo que Einstein formula a lei do efeito fotoelétrico, fazendo uso da constante de Planck para definir o quantum de energia do fóton, uma partícula associada à luz. Sob vários aspectos esse trabalho ocupa um lugar de destaque na história da física. Em primeiro lugar ele retoma a interpretação corpuscular da luz, uma ideia defendida por Isaac Newton e que fora abandonada depois dos efeitos de interferência observados por Thomas Young em 1801. Depois, há uma ironia nessa história. O triunfo da teoria ondulatória da luz teve seu auge com o estabelecimento das equações de Maxwell, em 1861, segundo as quais a luz era identificada com as ondas eletromagnéticas. A existência das ondas eletromagnéticas foi comprovada em 1887 através de experimentos realizados por Heinrich Hertz. Ao mesmo tempo em que gerou ondas de rádio ("ondas hertzianas"), Hertz observou que a incidência de luz sobre um objeto metálico provocava uma corrente elétrica; estava descoberto o efeito fotoelétrico!

O segundo artigo, "Eine neue Bestimmung der Moleküldimensionen" ("Sobre uma nova determinação das dimensões moleculares"), foi aceito, no mesmo ano, como tese de doutoramento na Universidade de Zurique. Nas



palavras do próprio Einstein, o artigo tratava da "determinação do tamanho exato de átomos a partir da difusão e da viscosidade em soluções diluídas de substâncias neutras".

O terceiro artigo, "Über die von der molekulartheoretischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen" ("Sobre o movimento de partículas suspensas em fluidos em repouso, como postulado pela teoria molecular do calor"), trata do movimento Browniano, descrito pela primeira vez em 1828, pelo botânico Robert Brown ao observar que o pólen de diversas plantas dispersavam-se na água sob a forma de um grande número de pequenas partículas, as quais apresentavam um movimento aleatório (Einstein, 1956).

O quarto artigo, "Zur Elektrodynamik bewegter Körper" ("Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento") era, segundo Einstein, "apenas um esboço grosseiro" sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento, usando uma modificação da teoria do espaço e tempo. Este "esboço" contém o primeiro trabalho sobre a teoria da relatividade restrita.

No quinto artigo, "Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?" ("A inércia de um corpo depende da sua energia?") Einstein propõe sua famosa equação $E = mc^2$. Na carta enviada a Conrad Habicht, Einstein comenta: "Ocorreu-me mais uma consequência do artigo sobre a eletrodinâmica (dos corpos em movimento). O princípio da relatividade, em conjunção com as equações de Maxwell, requer que a massa seja uma medida direta da energia contida num corpo; luz transporta massa com ela." Concluindo que a hipótese poderia ser testada em corpos nos quais o "conteúdo energético é variável em grau elevado, por exemplo sais de rádio", Einstein mostra que não está seguro: "O argumento é divertido e sedutor, mas por tudo que conheço o Senhor pode estar rindo de tudo isso e pregando uma peça em mim".

Além do inegável valor científico desses trabalhos, há um interessante contexto de natureza psico-social na elaboração dos mesmos. Trata-se da mais refinada e autônoma produção intelectual, realizada por um técnico do Departamento de Patentes de Berna, sem título de doutor e rejeitado pela comunidade acadêmica.

A partir de 1905 Einstein inicia uma frenética produtividade, com uma média superior a 5 artigos por ano. Esta média diminuiu consideravelmente depois que ele ganhou o Prêmio Nobel, em 1921. Depois dos trabalhos publicados no *annus mirabilis*, sua contribuição mais importante apareceu num artigo de revisão (1907) intitulado: "Über das Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen" ("Sobre o princípio da relatividade e as conclusões tiradas dele"). Neste artigo ele introduz as primeiras idéias sobre a teoria da relatividade geral, cuja versão na forma que hoje a conhecemos só foi aparecer em 1915, na seqüência de vários artigos publicados ao longo de oito anos.

Vale lembrar, como curiosidade, que Feuer desenvolve uma argumentação segundo a qual impulsos emotivos conduziram Einstein até a denominação teoria da relatividade. Ele chama a atenção para o fato de que o escritor contemporâneo preferido de Einstein era Thorstein Veblen, que tinha uma teoria sobre o relativismo histórico. Uma assertiva originada nos trabalhos de Marx, e usada por Veblen, estabelece que as leis econômicas não são universalmente verdadeiras, mas são relativas a determinado sistema social. Para reforçar parcialmente o ponto de vista de Feuer, é interessante observar que em artigo comemorativo ao septuagésimo aniversário de Einstein, Sommerfeld destaca a má escolha do nome teoria da relatividade, chamando a atenção para o fato de que no primeiro trabalho de Einstein, "Sobre a Eletrodinâmica dos Corpos em Movimento", o conceito central é a independência das leis naturais do ponto de vista do observador, e não a percepção relativa de comprimento e duração. Em 1928, o próprio Einstein reconheceu que "princípio da covariância" teria sido uma denominação mais apropriada que "teoria da relatividade". Teriam o ambiente sócio-cultural e o *zeitgeist* da sua geração o influenciado nesse sentido? Feuer tenta convencer-nos que sim. O caráter emocional do termo "relatividade" foi tão forte a ponto de justificar a denominação, ainda mais artificial, de "teoria da relatividade geral", ao invés de "teoria da gravitação".

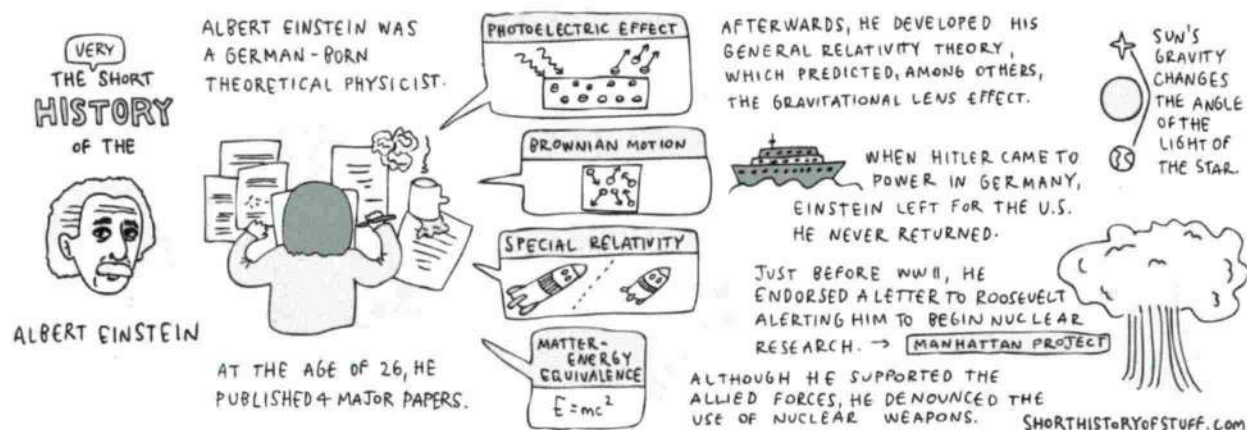
Portanto, a teoria da relatividade geral trata de questões gravitacionais e cosmológicas, entre as quais uma teve enorme repercussão, tanto no meio científico, como no grande público, através da cobertura jornalística. Refiro-me à previsão de Einstein, apresentada em artigo de 1911 ("Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes" - Sobre o efeito da gravidade na propagação da luz), segundo a qual o campo gravitacional deveria provocar a curvatura da luz. Sendo de pouca intensidade, o efeito só poderia ser detectado com a observação de luz passando nas proximidades de um corpo muito massivo. Durante o eclipse solar de 1919, observações realizadas em Sobral, no Ceará, comprovaram a teoria de Einstein.



O respeito adquirido pela importância da sua produção intelectual transformaram-no, em menos de cinco anos, de jovem marginalizado pela intelligentsia, em scholar disputado para proferir conferências em eventos de prestígio e para trabalhar em renomados centros de pesquisa. Em 1909 recebe o primeiro doutoramento honoris causa, pela Universidade de Genebra (nos anos seguintes Einstein recebeu dezenas de honrarias semelhantes). Neste mesmo ano é nomeado Professor Assistente na Universidade de Zurique. Em 1911 o imperador Francis Joseph assina um decreto nomeando Einstein Professor Catedrático na Universidade Karl-Ferdinand, em Praga. Em 1912 transfere-se para a ETH. Em 1913, aos 34 anos, Einstein recebe, talvez, sua primeira grande consagração. Planck visita-o em Zurique para fazer um convite irrecusável: ser membro da Real Academia de Ciências da Prússia, e diretor do departamento de pesquisa do Instituto Kaiser Wilhelm em Berlim. Logo depois, em 1916, publica o artigo "Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie" (Fundamentos da teoria da relatividade geral), e em 1921 ganha o Prêmio Nobel de física.

Depois da relatividade geral Einstein investe numa área de trabalho sem grande sucesso. Trata-se da sua teoria do campo unificado, uma síntese da gravitação, do eletromagnetismo e da teoria quântica, cujo primeiro trabalho ("Beweis für die Nichtexistenz eines überall regulären zentrisch symmetrischen Feldes nach der Feldtheorie von Kaluza" - Prova da não existência de um campo central simétrico universalmente regular de acordo com a teoria de campo de Kaluza) foi realizado com J. Grommer e publicado em 1923 na Scripta Mathematica et Physica, da Universidade de Jerusalém. Decepcionado com os seguidos insucessos ele escreve, em 1954, ao amigo Michele Besso: "Admito como perfeitamente possível que a física pode não estar fundamentada na noção de campo, isto é, em elementos contínuos. Então não restará nada da minha obra - incluindo a teoria da gravitação -, e também praticamente nada da física moderna".

Um mês antes da sua morte escreveu: "Parece duvidoso que uma teoria de campos possa explicar a estrutura atomística da matéria e a radiação, bem como os fenômenos quânticos. Muitos físicos responderão com um convicto não porque crêem que o problema quântico foi resolvido, em princípio, por outros meios. Todavia, aconteça o que acontecer, resta-nos o consolador ensinamento de Lessing: a aspiração à verdade é mais preciosa do que sua posse garantida.". Fonte: <http://www.if.ufrgs.br/einstein/genio.html>





QUESTÕES PÓS-AULA

As **questões pós-aula** têm a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a "obrigação" de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

Fica a dica: se algum dia um "tema de casa" tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

INSTRUÇÃO: Para responder à questão 469, analise o texto e os dados a seguir.

469. PUCRS. A matéria apresenta um comportamento dualístico, ou seja, pode se comportar como onda ou como partícula.

Uma partícula em movimento apresenta um comprimento de onda associado a ela, o qual é descrito por $\lambda = h/p$, onde p é o módulo do seu momento linear, e h é a constante de Planck.

Considere as seguintes partículas movendo-se livremente no espaço e suas respectivas massas e velocidades:

Partícula 1 – massa m e velocidade v

Partícula 2 – massa m e velocidade $2v$

Partícula 3 – massa $2m$ e velocidade $2v$

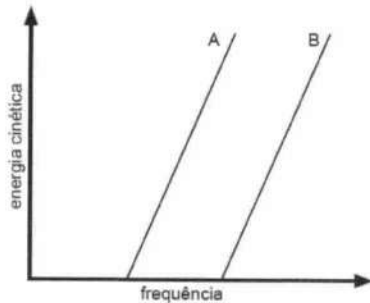
Os comprimentos de onda associados às partículas estão relacionados de tal modo que

- A) $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$
- B) $\lambda_1 = \lambda_2 < \lambda_3$
- C) $\lambda_1 < \lambda_2 = \lambda_3$
- D) $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$
- E) $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$



470. PUCRS. Os primeiros estudos detalhados sobre o efeito fotoelétrico foram realizados por Philipp Lenard. A explicação para o fenômeno, no entanto, só foi possível quando Einstein, baseado na teoria da quantização de Planck, propôs que toda radiação eletromagnética é constituída por quanta (plural de quantum) de energia, os fótons. De acordo com essa teoria, a energia de cada fóton é dada por $E = hf$, onde h representa a constante de Planck e f representa a frequência da radiação. O gráfico a seguir mostra a energia cinética máxima dos elétrons ejetados em função da frequência da radiação (luz) incidente para dois materiais diferentes, A e B.





De acordo com as informações apresentadas no texto e no gráfico, é correto afirmar que

- A) o número de fótons necessário para produzir efeito fotoelétrico no material A é maior do que no material B.
- B) a velocidade dos fótons necessária para produzir efeito fotoelétrico no material A é maior do que no material B.
- C) a energia mínima dos fótons necessária para produzir efeito fotoelétrico no material A é menor do que no material B.
- D) a energia cinética máxima dos elétrons ejetados do material A é igual à do material B, desde que a frequência da luz incidente seja a mesma.
- E) a energia cinética máxima dos elétrons ejetados de ambos os materiais independe da energia dos fótons incidentes.

INSTRUÇÃO: Resolver a questão 471 com base no texto e nas afirmativas.

471. PUCRS. No Instituto do Cérebro da PUCRS, isótopos radioativos que emitem pósitrons são utilizados para mapear as funções cerebrais.

O pósitron é a antipartícula do elétron. Elétrons e pósitrons são partículas que têm massas iguais e cargas elétricas de módulo também igual, mas com sinais contrários: o elétron é negativo e o pósitron é positivo. Essas partículas constituem o que é conhecido como um par matéria e antimatéria, as quais se aniquilam quando se encontram, gerando dois fótons gama. Se, no instante da aniquilação, o par estiver com velocidade desprezível em relação à da luz, os fótons terão energias iguais e, por conservação de momento linear, serão emitidos na mesma direção, porém em sentidos contrários. Neste caso, a energia desses fótons é dada pela relação $E = mc^2$, onde m é a massa da partícula e $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ é a velocidade da luz no vácuo.



Num exame médico denominado Tomografia por Emissão de Pósitrons (*PET – Positron Emission Tomography*), esses fótons, os quais têm a mesma direção mas sentidos contrários, são rastreados e permitem a formação da imagem do cérebro. Num exame típico, a aniquilação de pósitrons e elétrons resulta numa perda de massa total de $2,0 \times 10^{-26} \text{ kg}$ a cada segundo. Em relação ao processo de aniquilação descrito acima, afirma-se:



I. A energia emitida na forma de fótons a cada segundo, devida à aniquilação dos pósitrons e elétrons, é $1,8 \times 10^{-9} \text{ J}$.

II. Ocorre conservação da energia, já que a energia associada à massa do par elétron-pósitron se transforma inteiramente na energia dos fótons.

III. Não ocorre conservação da carga, já que a carga elétrica do par elétron-pósitron não é nula, enquanto a carga elétrica dos fótons o é.

Está / Estão correta(s) a(s) afirmativa(s)

- A) I, apenas.
- B) II, apenas.
- C) III, apenas.
- D) I e II, apenas.
- E) I, II e III.

472. UFRGS. Um apontador laser emite uma radiação de comprimento de onda igual a 600 nm, isto é, $600 \times 10^{-9} \text{ m}$. São dadas a velocidade da luz no ar, $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$, e a constante de Planck, $6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$. Os valores que melhor representam a frequência da radiação e a energia de cada fóton são, respectivamente,



- (A) 50 Hz e $3,3 \times 10^{-32} \text{ J}$.
- (B) 50 Hz e $1,32 \times 10^{-35} \text{ J}$.
- (C) 180 Hz e $1,2 \times 10^{-31} \text{ J}$.
- (D) $5,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ e $1,8 \times 10^{-20} \text{ J}$.
- (E) $5,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ e $3,3 \times 10^{-19} \text{ J}$.

INSTRUÇÃO: Para responder à questão 473, leia as informações a seguir.

473. PUCRS. A Física Médica é uma área da Física voltada ao estudo das aplicações da Física na Medicina. Estas aplicações incluem, entre outras, a obtenção de imagens do corpo que auxiliam no diagnóstico de doenças. Um dos equipamentos utilizados para obter essas imagens é o aparelho de raios X. A produção dos raios X ocorre no tubo de raios X, o qual consiste basicamente de uma ampola evacuada que contém dois terminais elétricos, um positivo e um negativo. Os elétrons liberados por um filamento no terminal negativo são acelerados em direção a um alvo metálico no terminal positivo por uma tensão aplicada entre esses terminais. Ao chegarem ao alvo, os elétrons são bruscamente freados e sua energia cinética é convertida em radiação infravermelha e raios X.



Em relação ao descrito acima, afirma-se:



I. A energia cinética adquirida pelos elétrons é diretamente proporcional à tensão aplicada entre os terminais positivo e negativo do tubo de raios X.

II. O trabalho realizado sobre os elétrons é inversamente proporcional ao campo elétrico existente no tubo de raios X.

III. Se toda a energia cinética de um determinado elétron for convertida em um único fóton de raios X, esse fóton terá uma frequência f igual a E/h , onde E é a energia cinética do elétron e h é a constante de Planck.

IV. Em relação ao espectro eletromagnético, as radiações produzidas (radiação infravermelha e raios X) têm frequências superiores às da luz visível.

Estão corretas apenas as afirmativas

- A) I e III.
- B) I e IV.
- C) II e IV.
- D) I, II e III.
- E) II, III e IV.

474. UFRGS. No texto abaixo, Richard Feynman, Prêmio Nobel de Física de 1965, ilustra os conhecimentos sobre a luz no início do século XX: *"Naquela época, a luz era uma onda nas segundas, quartas e sextas-feiras, e um conjunto de partículas nas terças, quintas e sábados. Sobrava o domingo para refletir sobre a questão!"* Fonte: QED-The Strange Theory of Light and Matter. Princeton University Press, 1985.



Assinale com V (verdadeiro) ou F (falso) as afirmações abaixo.

- () As "partículas" que Feynman menciona são os fótons.
- () A grandeza característica da onda que permite calcular a energia dessas "partículas" é sua frequência, através da relação $E = h.f$.
- () Uma experiência que coloca em evidência o comportamento ondulatório da luz é o efeito fotoelétrico.
- () O caráter corpuscular da luz é evidenciado por experiências de interferência e de difração.

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

- A) F – V – F – F.
- B) F – F – V – V.
- C) V – V – F – V.
- D) V – F – V – F.
- E) V – V – F – F.



475. UFRGS. Em 1905, Einstein propôs uma teoria simples e revolucionária para explicar o efeito fotoelétrico, a qual considera que a luz é constituída por partículas sem massa, chamadas de fótons. Cada fóton carrega uma energia dada por $h \cdot f$, onde $h = 4,1 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$ é a constante de Planck, e f é a frequência da luz. Einstein relacionou a energia cinética, E , com que o elétron emerge da superfície do material, à frequência da luz incidente sobre ele e à função trabalho, W , através da equação $E = hf - W$. A função trabalho W corresponde à energia necessária para um elétron ser ejetado do material.

Em uma experiência realizada com os elementos Potássio (K), Chumbo (Pb) e Platina (Pt), deseja-se obter o efeito fotoelétrico fazendo incidir radiação eletromagnética de mesma frequência sobre cada um desses elementos. Dado que os valores da função trabalho para esses elementos são $W_K = 2,1 \text{ eV}$, $W_{Pb} = 4,1 \text{ eV}$ e $W_{Pt} = 6,3 \text{ eV}$, é correto afirmar que o efeito fotoelétrico será observado, nos três elementos, na frequência

- A) $1,2 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- B) $3,1 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- C) $5,4 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- D) $1,0 \times 10^{15} \text{ Hz}$.
- E) $1,6 \times 10^{15} \text{ Hz}$.



476. ULBRA. A respeito do efeito fotoelétrico, pode-se afirmar que:

- I – quanto maior o comprimento de onda da luz incidente maior o número de elétrons ejetados da superfície de um metal.
- II – a velocidade máxima dos elétrons emitidos de uma superfície metálica depende da frequência da luz incidente e da função trabalho.
- III – a energia dos fótons da luz incidente é transferida para os elétrons no metal de forma quantizada.

Sendo assim, a alternativa correta é:

- A) apenas a afirmativa II é verdadeira.
- B) apenas as afirmativas I e III são verdadeiras.
- C) apenas as afirmativas I e II são verdadeiras.
- D) apenas a afirmativa III é verdadeira.
- E) apenas as afirmativas II e III são verdadeiras.



477. UFRGS. Considere as seguintes afirmações sobre o efeito fotoelétrico.

- I - O efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons por uma superfície metálica atingida por radiação eletromagnética.
- II - O efeito fotoelétrico pode ser explicado satisfatoriamente com a adoção de um modelo corpuscular para a luz.



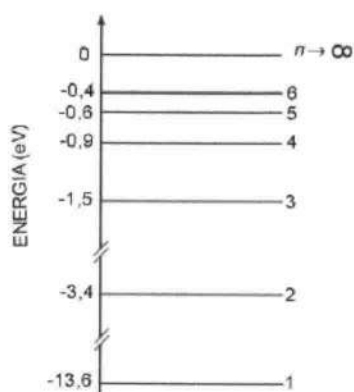


III - Uma superfície metálica fotossensível somente emite fotoelétrons quando a frequência da luz incidente nessa superfície excede um certo valor mínimo, que depende do metal.

Quais estão corretas ?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas I e II.
- D) Apenas I e III.
- E) I, II e III.

478. UFRGS. O diagrama abaixo representa alguns níveis de energia do átomo de hidrogênio.



Átomos de hidrogênio, inicialmente no estado fundamental, começam a ser incididos continuamente por radiações eletromagnéticas de diferentes energias E_i : $E_1=2,3$ eV, $E_2=1,9$ eV e $E_3=10,2$ eV. Quais destas radiações serão absorvidas pelos átomos de H, sem causar ionização?

- A) Apenas E_1 .
- B) Apenas E_2 .
- C) Apenas E_1 e E_2 .
- D) Apenas E_2 e E_3 .
- E) E_1 , E_2 e E_3 .

479. UFRGS. No efeito fotoelétrico ocorre a variação da quantidade de elétrons emitidos por unidade de tempo e da sua energia quando há variação de certas grandezas características da luz incidente na fotocélula.

Associe as variações descritas na coluna da direita com as grandezas da luz incidente, mencionadas na coluna da esquerda.

- | | |
|---------------|--|
| 1.Frequência | () variação da energia dos elétrons emitidos |
| 2.Velocidade | () variação do número de elétrons emitidos por unidade de tempo |
| 3.Intensidade | |





A relação numérica, de cima para baixo, da coluna da direita, que estabelece a sequência de associações corretas é

- A) 1 – 2
- B) 1 – 3
- C) 2 – 1
- D) 2 – 3
- E) 3 – 1

480. UFRGS. Neste ano de 2013, comemora-se o centenário da publicação do modelo atômico de Bohr, uma das bases da moderna teoria quântica. A respeito desse modelo, são feitas as seguintes afirmações.

I - Os elétrons movem-se em torno do núcleo em órbitas circunferenciais, sob influência da atração coulombiana, e satisfazem as leis de Newton.

II - Emissão ou absorção de radiação ocorre apenas quando o elétron faz uma transição entre órbitas permitidas.

III - Nem todas as órbitas são permitidas, apenas aquelas nas quais a energia é um múltiplo inteiro de uma quantidade fundamental.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas I e II.
- C) Apenas I e III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.

481. UFRGS. Um átomo de hidrogênio tem sua energia quantizada em níveis de energia (E_n), cujo valor genérico é dado pela expressão $E_n = -E_0 / n^2$, sendo n igual a 1, 2, 3, ... e E_0 igual à energia do estado fundamental (que corresponde a $n = 1$). Supondo-se que o átomo passe do estado fundamental para o terceiro nível excitado ($n = 4$), a energia do fóton necessário pra provocar essa transição é

- A) $\frac{1}{16} E_0$
- B) $\frac{1}{4} E_0$
- C) $\frac{1}{2} E_0$
- D) $\frac{15}{16} E_0$
- E) $\frac{17}{16} E_0$





482. UFRGS. “De acordo com a teoria formulada em 1900 pelo físico alemão Max Planck, a matéria emite ou absorve energia eletromagnética de maneira _____, emitindo ou absorvendo _____, cuja energia é proporcional à _____ da radiação eletromagnética envolvida nessa troca de energia”.



Assinale a alternativa que, pela ordem, preenche corretamente as lacunas.

- A) contínua – quanta – amplitude
- B) descontínua – prótons – frequência
- C) descontínua – fótons – frequência
- D) contínua – elétrons – intensidade
- E) contínua – nêutrons – amplitude

483. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto.



Segundo a interpretação vigente, a radiação eletromagnética tem uma natureza bastante complexa. Em fenômenos como interferência e difração, por exemplo, ela apresenta um comportamento _____. Em processos de emissão e absorção, por outro lado, ela pode apresentar comportamento _____, sendo, nesses casos, descrita por “pacotes de energia” (fótons) que se movem no vácuo com velocidade $c \cong 300.000$ km/s e têm massa _____.

- A) ondulatório – ondulatório – nula
- B) ondulatório – corpuscular – nula
- C) corpuscular – ondulatório – diferente de zero
- D) corpuscular – corpuscular – nula
- E) ondulatório – corpuscular – diferente de zero

484. UFRGS. No início do século XX, as teorias clássicas da física - como o eletromagnetismo de Maxwell e a mecânica de Newton - não conduziam a uma explicação satisfatória para a dinâmica do átomo. Nessa época, duas descobertas históricas tiveram lugar : o experimento de Rutherford demonstrou a existência do núcleo atômico, e a interpretação de Einstein para o efeito fotoelétrico revelou a natureza corpuscular da interação da luz com a matéria. Em 1913, incorporando o resultado dessas descobertas, Bohr propôs um modelo atômico que obteve grande sucesso, embora não respeitasse as leis da física clássica. Considere as seguintes afirmações sobre a dinâmica do átomo.



I - No átomo, os raios das órbitas dos elétrons podem assumir um conjunto contínuo de valores, tal como os raios das órbitas dos planetas em torno do Sol.

II - O átomo pode existir, sem emitir radiação, em estados estacionários cujas energias só podem assumir um conjunto discreto de valores.

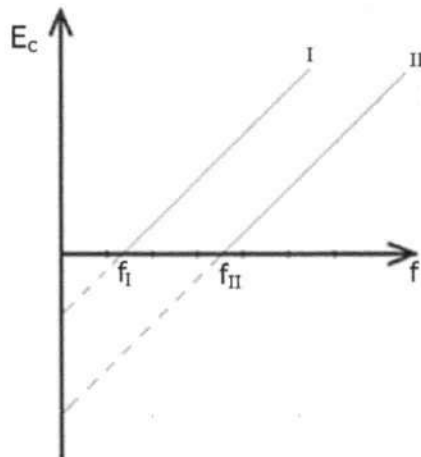


III - O átomo absorve ou emite radiação somente ao passar de um estado estacionário para outro.

Quais dessas afirmações foram adotadas por Bohr como postulados para o seu modelo atômico?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.

485. UFRGS. O gráfico abaixo mostra a energia cinética E_c de elétrons emitidos por duas placas metálicas, I e II, em função da frequência f da radiação eletromagnética incidente.



Sobre essa situação, são feitas três afirmações.

I - Para $f > f_{II}$, a E_c dos elétrons emitidos pelo material II é maior do que a dos elétrons emitidos pelo material I.

II - O trabalho realizado para liberar elétrons da placa II é maior do que o realizado na placa I.

III - A inclinação de cada reta é igual ao valor da constante universal de Planck, h .

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.



486. UFRGS. Considerando as naturezas ondulatória e corpuscular da luz, verifica-se que a energia dos fótons associados à luz no vácuo é inversamente proporcional _____ e que a quantidade de movimento linear dos fótons é diretamente proporcional _____ dessa luz. Qual a alternativa que preenche de forma correta as duas lacunas, respectivamente?



- A) à velocidade – ao comprimento de onda
- B) à frequência – à velocidade
- C) à frequência – à frequência
- D) ao comprimento de onda – à frequência
- E) ao comprimento de onda – ao comprimento de onda

487. UFRGS. Quando a luz incide sobre uma fotocélula ocorre o efeito conhecido como o efeito fotoelétrico. Nesse evento,



- A) é necessária uma energia mínima dos fótons da luz incidente para arrancar os elétrons do metal.
- B) os elétrons do metal saem todos com a mesma energia cinética.
- C) a quantidade de elétrons emitidos por unidade de tempo depende do quantum de energia da luz incidente.
- D) a quantidade de elétrons emitidos por unidade de tempo depende da frequência da luz incidente.
- E) o quantum de energia de um fóton da luz incidente é diretamente proporcional a sua intensidade.

INSTRUÇÃO: Responder à questão **488** a partir das informações contidas no texto a seguir.

488. PUCRS. Em 1905, Einstein propôs que a luz poderia se comportar como partículas, os fótons, cuja energia E seria dada por $E = hf$, onde h é a constante de Planck e f é a frequência da luz. Já em 1923, inspirado nas idéias de Einstein, Luis de Broglie propôs que qualquer partícula em movimento poderia exibir propriedades ondulatórias. Assim sendo, uma partícula em movimento apresentaria uma onda associada cujo comprimento de onda λ seria dado por $\lambda = h/p$ onde h é a constante de Planck e p é o momento linear da partícula. Estas relações participam da descrição do comportamento dualístico (partícula-onda) da matéria.



Supondo que um elétron, um próton e uma bola de futebol se movam com a mesma velocidade escalar, a sequência das partículas, em ordem crescente de seus comprimentos de onda associados, é:

- A) elétron – bola de futebol – próton
- B) elétron – próton – bola de futebol
- C) próton – bola de futebol – elétron
- D) bola de futebol – elétron – próton
- E) bola de futebol – próton – elétron



489. ENEM. Em altos-fornos siderúrgicos, as temperaturas acima de $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ são mensuradas por meio de pirômetros óticos.

Esses dispositivos apresentam a vantagem de medir a temperatura de um objeto aquecido sem necessidade de contato. Dentro de um pirômetro ótico, um filamento metálico é aquecido pela passagem de corrente elétrica até que sua cor seja a mesma que a do objeto aquecido em observação. Nessa condição, a temperatura conhecida do filamento é idêntica à do objeto aquecido em observação.

Disponível em: www.if.usp.br. Acesso em: 4 ago. 2012 (adaptado).

A propriedade da radiação eletromagnética avaliada nesse processo é a

- A) amplitude.
- B) coerência.
- C) frequência.
- D) intensidade.
- E) velocidade.



490. PUCRS. Em um laboratório de Física, dois feixes de raios X (I e II) são disparados e incidem sobre uma placa de chumbo, sendo totalmente absorvidos por ela. O comprimento de onda do feixe II é quatro vezes maior que o comprimento de onda do feixe I. Ao serem absorvidos, um fóton do feixe I transfere à placa de chumbo uma energia E_1 e um fóton do feixe II transfere uma energia E_2 . A razão entre as energias E_2 e E_1 é

- A) $1/16$
- B) $1/4$
- C) 4
- D) 16



491. UFRGS. No início do século XX, a Física Clássica começou a ter problemas para explicar fenômenos físicos que tinham sido recentemente observados. Assim começou uma revolução científica que estabeleceu as bases do que hoje se chama Física Moderna. Entre os problemas antes inexplicáveis e resolvidos nesse novo período, podem-se citar

- A) a indução eletromagnética, o efeito fotoelétrico e a radioatividade.
- B) a radiação do corpo negro, a 1ª lei da Termodinâmica e a radioatividade.
- C) a radiação do corpo negro, a indução eletromagnética e a 1ª lei da Termodinâmica.
- D) a radiação do corpo negro, o efeito fotoelétrico e a radioatividade.
- E) a radiação do corpo negro, o efeito fotoelétrico e a indução eletromagnética.

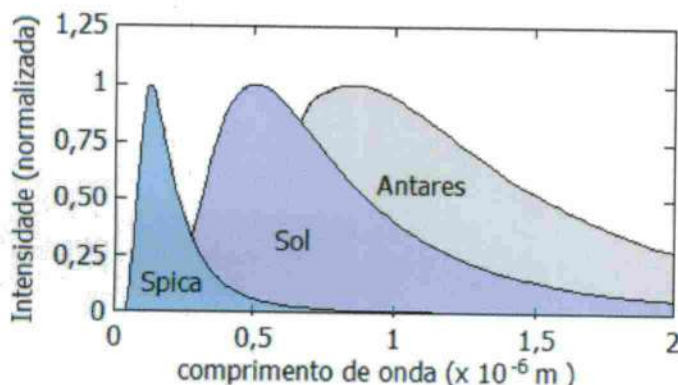




492. PUCRS. O desenvolvimento de uma teoria física que explicasse satisfatoriamente o efeito fotoelétrico resultou do trabalho de muitos pesquisadores na transição entre os séculos XIX e XX. Alguns desses cientistas, tais como Hertz, Hallwachs, Thomson, Lenard e Schweidler, ainda hoje são apresentados nos currículos de Física. No entanto, é a partir da publicação do artigo de Einstein intitulado "Sobre um ponto de vista heurístico concernente à geração e transformação da luz", em 1905, que o efeito fotoelétrico recebe uma explicação satisfatória, rendendo ao cientista o prêmio Nobel de Física em 1921. Sobre o efeito fotoelétrico, resultado da exposição de um alvo metálico à radiação de determinada frequência, **NÃO** é correto afirmar que

- A) a intensidade da radiação incidente é relevante para se estabelecer o número de elétrons que são retirados do metal.
- B) a energia máxima dos elétrons que são retirados do metal independe da frequência da radiação incidente.
- C) o material de que é constituído o alvo onde incide a radiação influencia na determinação da frequência de corte.
- D) a função trabalho é a energia mínima necessária para o elétron ser retirado do metal.

493. UFRGS. Objetos a diferentes temperaturas emitem espectros de radiação eletromagnética que possuem picos em diferentes comprimentos de onda. A figura abaixo apresenta as curvas de intensidade de emissão por comprimento de onda (normalizadas para ficarem na mesma escala) para três estrelas conhecidas: Spica, da constelação de Virgem, nosso Sol, e Antares, da constelação do Escorpião.



Tendo em vista que a constante da lei dos deslocamentos de Wien é aproximadamente $2,90 \times 10^{-3}$ m.K, e levando em conta a lei de Stefan-Boltzmann, que relaciona a intensidade total da emissão com a temperatura, considere as seguintes afirmações sobre as estrelas mencionadas.



- I – Spica é a mais brilhante das três.
II – A temperatura do Sol é de aproximadamente 5800 K.
III – Antares é a mais fria das três.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas I e III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.



Aula 38

Física Moderna II

PARTE 1

	Estudar a Parte 1 – P.399 (teoria e anotações)
	Rever videoaula Parte 1 se necessário
	Fazer as questões 516 e 521

PARTE 2

	Estudar a Parte 2 – P.400 (teoria e anotações)
	Rever videoaula Parte 2 se necessário
	Fazer a Leitura 3 – P.415
	Fazer as questões 502, 503, 509, 515, 518 e 519

PARTE 3

	Estudar a Parte 3 – P.403 (teoria, anotações e modelagens)
	Rever videoaula Parte 3 se necessário
	Fazer as questões 495, 497, 501 e 512

PARTE 4

	Estudar a Parte 4 – P.406 (teoria e anotações)
	Rever videoaula Parte 4 se necessário
	Fazer a Leitura 1 – P.413 e Leitura 2 – P.414
	Fazer as questões 494, 496, 498, 504, 511 e 513

PARTE 5

	Estudar a Parte 5 – P.409 (teoria, anotações e modelagens)
	Rever videoaula Parte 5 se necessário
	Fazer a Leitura 4 – P.416
	Fazer as questões 499, 500, 505, 506, 507, 508, 510, 514, 517 e 520



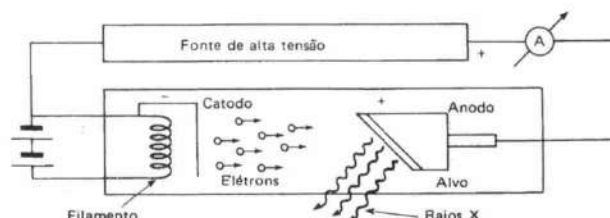
RAIOS X

Os raios X, desde sua descoberta por **Wilhelm Conrad Röntgen** em **1895**, têm sido amplamente utilizados na Medicina, na indústria e em pesquisas científicas. Poucas são as pessoas que atingem a fase adulta sem nunca ter tirado radiografia de uma parte do corpo ou de um dente.

Os raios X, como os raios gama, são **ondas eletromagnéticas** e, portanto, sua velocidade de propagação é a da radiação eletromagnética e vale $c = 3 \times 10^8$ m/s no vácuo. Eles diferem somente quanto à origem, pois os raios gama provêm do núcleo ou da aniquilação de partículas, enquanto que **os raios X têm sua origem fora do núcleo**.

Um núcleo instável pode passar a um estado mais estável liberando energia na forma de radiação gama. Por outro lado, quando elétrons rápidos colidem com certos materiais, parte de sua energia ou toda ela é convertida em fótons de raios X.

A Figura mostra os componentes básicos de um sistema de produção de raios X. O filamento aquecido emite elétrons que são acelerados pela diferença de potencial V entre o cátodo e o ânodo e incidem sobre o alvo produzindo raios X.



Num tubo de raios X a maioria dos elétrons incidentes sobre o alvo perde sua energia cinética de modo gradual nas inúmeras colisões, convertendo-a em calor. Esta é a razão pela qual um alvo deve ser feito de material de alto ponto de fusão. A temperatura atingida pelo alvo é tão alta que ainda são necessários métodos especiais para seu esfriamento.

Uma pequena parte dos elétrons incidentes se aproxima dos núcleos atômicos do alvo, podendo perder de uma só vez uma fração considerável de sua energia cinética, emitindo um fóton de raios X. Em outras palavras, o fóton de raios X é produzido quando um elétron sofre uma desaceleração brusca. A radiação gerada desse modo é conhecida como radiação de freamento.

Os fótons de raios X podem ter qualquer energia, desde valores próximos do zero até um valor máximo, determinado pela energia do elétron incidente. Então, quando há um feixe de elétrons, haverá a produção de um espectro contínuo de raios X de várias energias ou, melhor, de vários comprimentos de onda, uma vez que

$$E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

Os raios X não são absorvidos da mesma forma por diferentes materiais. É por essa razão que se consegue, por exemplo, radiografar partes do corpo humano para diagnose.

Elementos pesados, tais como cálcio e bário, são melhores absorvedores de raios X que elementos leves como hidrogênio, carbono e oxigênio. Portanto, estruturas como ossos aparecem nitidamente em radiografias. O ar é um péssimo absorvedor de raios X. A intensidade dos raios X e também dos raios gama — que é proporcional ao número de fótons do feixe — decresce quando os raios atravessam certos meios. A esse fato se chama atenuação, que é devida a absorção e espalhamento do feixe.





RADIOATIVIDADE

A Radioatividade está ligada diretamente ao núcleo do átomo, na qual ao final do processo de reação o núcleo sofre alteração. Ao contrário da reação química em que o núcleo permanece inalterado, sofrendo mudanças apenas na eletrosfera do átomo. Por isso é importante que você perceba a diferença entre uma reação química e uma reação nuclear. As reações química estão relacionadas à eletrosfera. Já uma reação nuclear, por sua vez, provocará alterações no núcleo do átomo, fazendo-o com que se transforme em outros elementos.

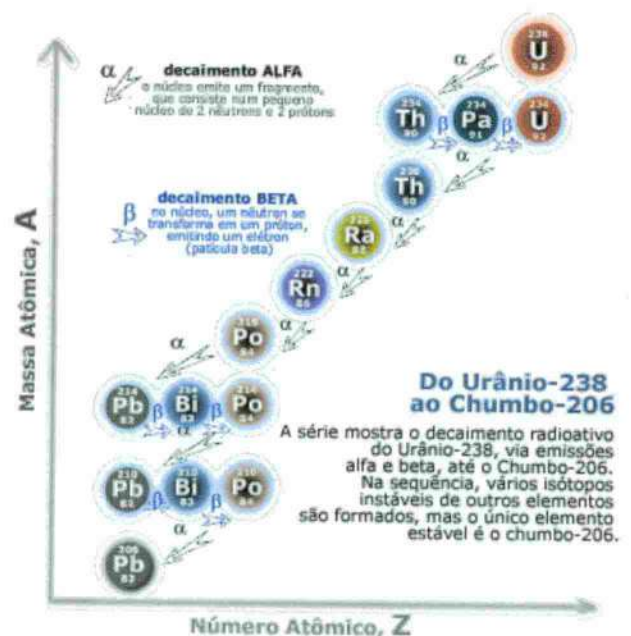
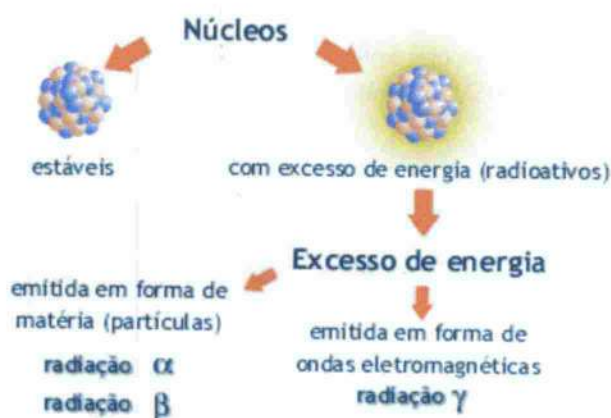


O que é radioatividade? É um processo essencialmente nuclear, no qual um núcleo ou nuclídeo (radioisótopo), em face de sua energia de excitação nuclear pode se transformar em outro núcleo com Z e N mais estáveis, emitindo partículas e ondas eletromagnéticas.

Natureza das emissões :

- NATURAIS : provenientes de radioisótopos naturais, tais como U^{238} , U^{235} , Ra^{226} , Po^{210} , ...
- ARTIFICIAIS : provém de radioisótopos criados em laboratórios. São produzidos principalmente em reatores e aceleradores nucleares.

Os elementos radioativos emitem três tipos de radiações. E. Rutherford explicou a origem dos raios que constituem a radioatividade, mostrando que eles resultam dos núcleos dos átomos de elementos pesados que se desintegram, formando núcleos mais leves.

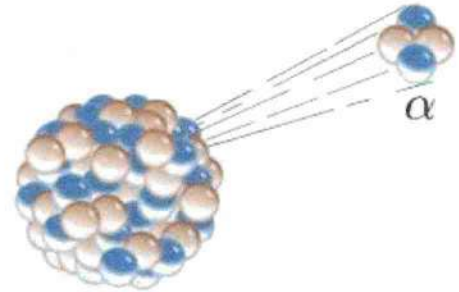




Radiação Alfa - α

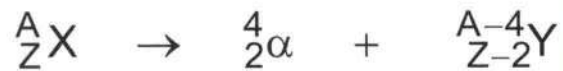
As partículas alfa são constituídas por **2 prótons** e **2 nêutrons**, isto é, o núcleo de um átomo de hélio (He), que são "atirados" em alta velocidade, para fora de um núcleo relativamente grande e instável. Quando o núcleo as emite, perde 2 prótons e 2 nêutrons. Sobre as emissões alfa, foi enunciada por Soddy, em 1911, a chamada primeira lei da Radioatividade.

- possuem carga elétrica +2 massa igual a 4.
- velocidade de 3000 a 30000 km/s.
- penetração de 2 a 8 cm no ar
- o poder de penetração das partículas α é o menor das três emissões.
- o poder ionizante das partículas α é o maior das três emissões.



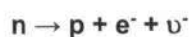
1ª Lei da Radioatividade (Soddy – 1911) :

"Quando um radionuclídeo emite uma partícula α , seu número atômico diminui de duas unidades e seu número de massa diminui de quatro unidades".



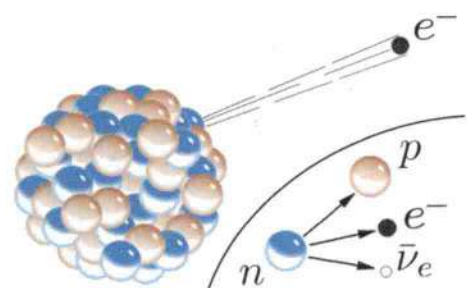
Radiação Beta - β

As partículas beta são elétrons emitidos pelo núcleo de um átomo instável de um betaemissores, onde um nêutron se decompõe em um próton, um elétron e um antineutrino (partícula subatômica com número de massa zero e carga nula).



O próton permanece no núcleo, um elétron (partícula beta) e um antineutrino são emitidos em alta velocidade. Assim ao emitir uma partícula beta, o núcleo tem a diminuição de um nêutron e o aumento de um próton. Desse modo, o número de massa permanece constante.

- possui carga elétrica -1 e massa extremamente pequena.
- velocidade de 70000 a 300000 km/s.
- penetração de até 1 cm no alumínio ou 1 mm no chumbo (50 a 100 vezes maior que as partículas α).
- as partículas β possuem menor poder ionizante que as partículas α .



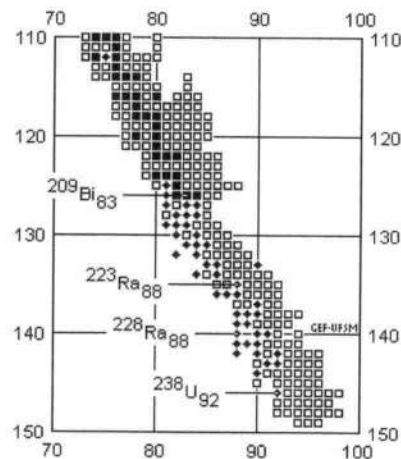
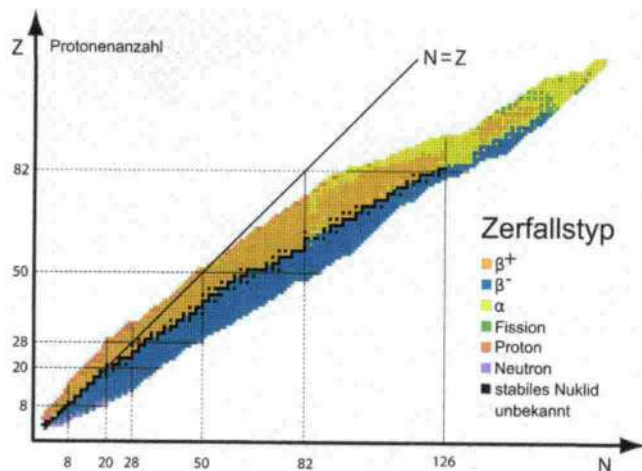
2ª Lei da Radioatividade (Soddy-Fajans-Russell) :

"Quando um núcleo emite uma partícula β seu número atômico aumenta de uma unidade e seu número de massa não se altera".





Carta de núclídeos

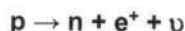


- Núcleos Estáveis
- ◆ Núcleos Radioativos Naturais
- Núcleos Radioativos Artificiais

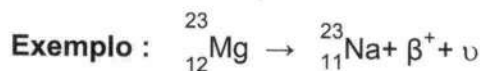
Radiação Beta Positiva- β⁺

As partículas betas positivas β⁺ são pósitrons e⁺. Pósitrons são anti-partículas dos elétrons. As partículas beta têm um espectro contínuo de energia com uma energia máxima característica.

Posteriormente foi observado que existe também o decaimento β⁺, correspondente à transformação de um próton em um nêutron com a emissão de um e⁺ (pósitron, isto é a anti-partícula do elétron, que tem a massa do elétron, o mesmo valor da carga, mas positiva) mais um neutrino. Como o pósitron é uma antipartícula nesse decaimento é emitido um neutrino.



No decaimento β⁺, o pósitron, que é uma antipartícula é acompanhado de um neutrino, que é uma partícula.

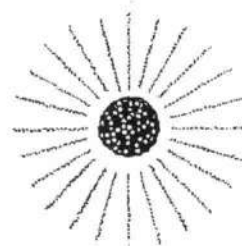


Radiação Gama - γ

Ao contrário das radiações alfa e beta, que são constituídas por partículas, a radiação gama é formada por **ondas eletromagnéticas** emitidas por núcleos instáveis logo em seguida à emissão de uma partícula alfa ou beta. Tomemos como exemplo o cério-137, o beta-emissor envolvido no acidente de Goiânia. Ao emitir uma partícula beta, seus núcleos se transformam em bário-137. No entanto, pode acontecer de, mesmo com a emissão, o núcleo resultante não eliminar toda a energia de que precisaria para se estabilizar. A emissão de uma onda eletromagnética (radiação gama) ajuda um núcleo instável a se estabilizar. É importante dizer que, das várias ondas eletromagnéticas (radiação gama, raio X, microondas, luz visível, etc), apenas os raios gama são emitidos pelos núcleos atômicos.



- $\lambda = 0,01$ a $0,001$ Å
- não possuem carga elétrica nem massa.
- não sofrem desvio em campo elétrico.
- $V = 300000$ km/s
- penetra 20 cm no aço e 5 cm no chumbo.



▪ Parte 3

Meia-Vida

MEIA-VIDA

Atividade de uma Amostra

Os núcleos instáveis de uma mesma espécie (mesmo elemento químico) e de massas diferentes, denominados **radioisótopos**, não realizam todas as mudanças ao mesmo tempo. As emissões de radiação são feitas de modo aleatório e não se pode adivinhar o momento em que um determinado núcleo irá emitir radiação. Entretanto, para a grande quantidade de átomos existente em uma amostra é razoável esperar-se um certo número de emissões ou transformações em cada segundo. **Essa "taxa" de transformações é denominada atividade da amostra.**

UNIDADE DE ATIVIDADE

A atividade de uma amostra com átomos radioativos (ou fonte radioativa) é medida em: **Bq (Becquerel) = uma desintegração por segundo** e **Ci (Curie) = $3,7 \times 10^{10}$ Bq**

Desintegração ou Transmutação Radioativa

Como foi visto, um núcleo com excesso de energia tende a estabilizar-se, emitindo partículas alfa ou beta. Em cada emissão de uma dessas partículas, há uma variação do número de prótons no núcleo, isto é, o elemento se transforma ou se transmuta em outro, de comportamento químico diferente.



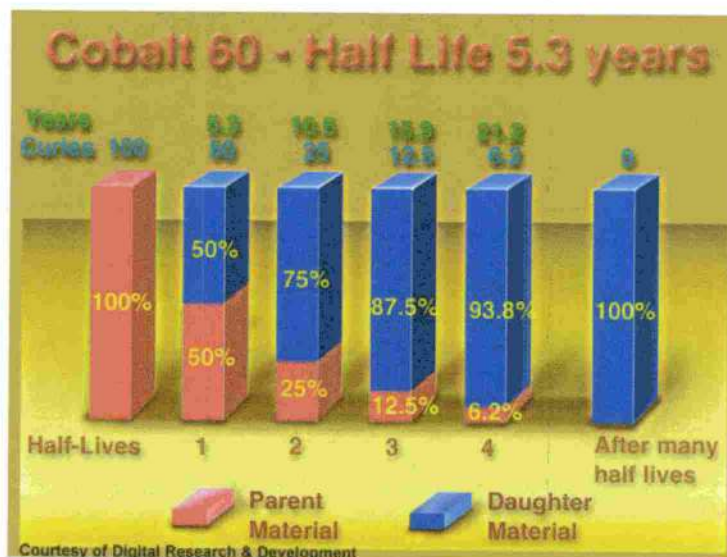
Meia-vida

Cada elemento radioativo, seja natural ou obtido artificialmente, se transmuta (se desintegra ou decai) a uma velocidade que lhe é característica. Para se acompanhar a duração (ou a "vida") de um elemento radioativo foi preciso estabelecer uma forma de comparação. Por exemplo, quanto tempo leva para um elemento radioativo ter sua atividade reduzida à metade da atividade inicial? Esse tempo foi denominado **meia-vida** do elemento.

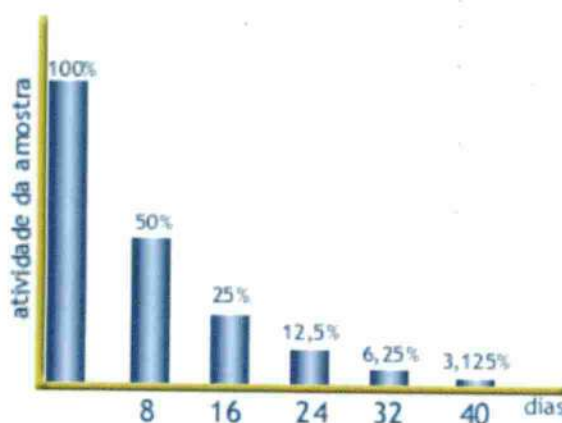
Meia-vida, portanto, é o tempo necessário para a atividade de um elemento radioativo ser reduzida à metade da atividade inicial.



Isso significa que, para cada meia-vida que passa, a atividade vai sendo reduzida à metade da anterior, até atingir um valor insignificante, que não permite mais distinguir suas radiações das do meio ambiente. Dependendo do valor inicial, em muitas fontes radioativas utilizadas em laboratórios de análise e pesquisa, após 10 (dez) meias-vidas, atinge-se esse nível. Entretanto, não se pode confiar totalmente nessa "receita" e sim numa medida com um detector apropriado, pois, nas fontes usadas na indústria e na medicina, mesmo após 10 meias-vidas, a atividade da fonte ainda é geralmente muito alta.



UM EXEMPLO PRÁTICO - Vejamos o caso do iodo-131, utilizado em Medicina Nuclear para exames de tireóide, que possui a meia-vida de oito dias. Isso significa que, decorridos 8 dias, atividade ingerida pelo paciente será reduzida à metade. Passados mais 8 dias, cairá à metade desse valor, ou seja, $\frac{1}{4}$ da atividade inicial e assim sucessivamente. Após 80 dias (10 meias-vidas), atingirá um valor cerca de 1000 vezes menor. Entretanto, se for necessário aplicar-se uma quantidade maior de iodo-131 no paciente, não se poderia esperar por 10 meias-vidas (80 dias), para que a atividade na tireóide tivesse um valor desprezível. Isso inviabilizaria os diagnósticos que utilizam material radioativo, já que o paciente seria uma fonte radioativa ambulante e não poderia ficar confinado durante todo esse período.



Para felicidade nossa, o organismo humano elimina rápida e naturalmente, via fezes, urina e suor, muitas das substâncias ingeridas. Dessa forma, após algumas horas, o paciente poderá ir para casa, sem causar problemas para si e para seus familiares. Assim, ele fica liberado mas o iodo-131 continua seu decaimento normal na urina armazenada no depósito de rejeito hospitalar, até que possa ser liberado para o esgoto comum.

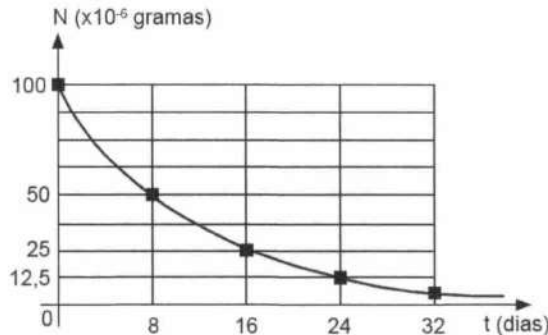


MODELAGEM

PUCRS.

Em hospitais de grande porte das principais cidades do país são realizados tratamentos que utilizam radioisótopos emissores de radiações alfa, beta e gama.

O iodo 131, por exemplo, é um radioisótopo utilizado no tratamento de hipertireoidismo. O gráfico abaixo representa a massa residual de iodo 131 (N) presente em uma amostra em função do tempo (t).



A função que melhor descreve a massa residual de iodo 131 presente na amostra, em função do tempo, é $N(t)=N_0e^{kt}$, onde

- A) $N_0 > 0$ e $k > 0$
- B) $N_0 < 0$ e $k > 0$
- C) $N_0 > 0$ e $k < 0$
- D) $N_0 < 0$ e $k < 0$

A questão pode ser resolvida por caminho matemático ou físico. No gráfico se observa um $N_0 > 0$ e um $K < 0$ devido ao decaimento. Fisicamente sabemos que a meia-vida é o tempo necessário para a atividade da amostra reduzir à metade.

Resposta: C

Em relação às radiações alfa, beta e gama, afirma-se:

- I. Todas possuem massa de repouso.
- II. Apenas duas possuem carga elétrica.
- III. Em geral, a radiação gama é a que possui maior poder de penetração no corpo humano.

Está/Estão correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

- A) I.
- B) II.
- C) I e III.
- D) II e III.

I. Falsa. A radiação gama é uma onda eletromagnética, portanto não possui massa.
 II. Verdadeira. Alfa e beta são partículas.
 III. Verdadeira.

Resposta: D



REAÇÕES NUCLEARES

Muitas informações a respeito dos núcleos são obtidas bombardeando-os com vários tipos de partículas e observando os resultados. Em alguns casos, a partícula incidente é simplesmente espalhada; em outros, ocorre uma reação nuclear. Os primeiros experimentos, mesmo limitados pela necessidade de usar a radiação produzida por fontes naturais, que consistia principalmente em partículas α , levaram a muitas descobertas importantes. Em 1932 as primeiras reações começaram a ser produzidas. Desde então, as técnicas usadas para acelerar e detectar partículas evoluíram e muitas reações nucleares e interações entre partículas elementares foram estudadas.

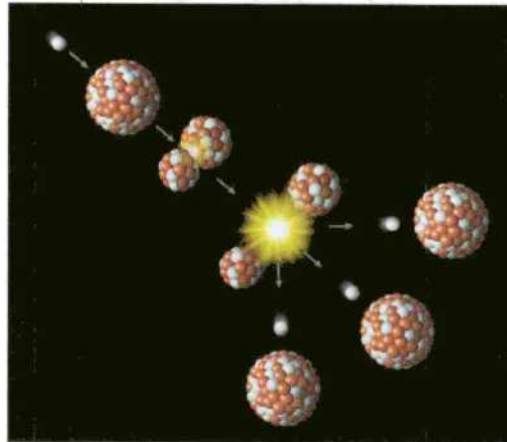
Entre os milhares de reações nucleares já investigadas, existem dois tipos especialmente importantes: as reações de fissão e as reações de fusão. Ambas são processos nos quais parte da massa nuclear é convertida em outras formas de energia, como energia térmica e energia elétrica, assim como nas reações químicas exotérmicas parte da massa atômica é convertida em calor. As reações de fissão são usadas atualmente para produzir energia elétrica em vários países, tendo sido responsáveis por pouco menos de 7% da produção mundial de energia elétrica em 1998. As reações de fusão ainda não foram exploradas comercialmente; entretanto, desempenham um papel importantíssimo na geração de energia pelas estrelas. A triste realidade de que tanto a fissão como a fusão podem ser usadas em armas com imenso poder de destruição significa que esta aplicação das reações nucleares influencia as decisões políticas em maior grau do que talvez qualquer outra descoberta científica da história da humanidade.

As aplicações da radioatividade e das reações nucleares não se restringem à fissão e à fusão; há muito tempo que as radiações emitidas pelos radioisótopos são usadas na medicina, para diagnóstico e tratamento de doenças. A invenção da tomografia computadorizada na década de 1970 trouxe um grande progresso para o setor, já que não só tornou possível a realização de exames de raios X mais precisos mas também deu origem a uma nova técnica conhecida como tomografia por emissão de pósitrons, na qual substâncias radioativas emissoras de pósitrons são introduzidas no organismo e os pósitrons emitidos detectados externamente. As reações nucleares induzidas por nêutrons são utilizadas em uma técnica extremamente sensível, conhecida como análise por ativação, que permite medir concentrações muito pequenas da maioria dos elementos da tabela periódica a partir da formação de isótopos radioativos por absorção de nêutrons. Os usos desta técnica vão desde as investigações criminais até estudos de poluição. Fontes de radiação gama de alta intensidade são empregadas em aplicações como o exame da qualidade de soldas em tubulações e a esterilização de alimentos e instrumentos cirúrgicos. Os riscos associados à radiação nuclear são bem conhecidos. As partículas emitidas pelos núcleos freqüentemente possuem energias milhões de vezes maiores que a de uma ligação molecular típica e por isso são capazes de danificar grandes quantidades de moléculas, tanto em sistemas não-biológicos como em sistemas biológicos.

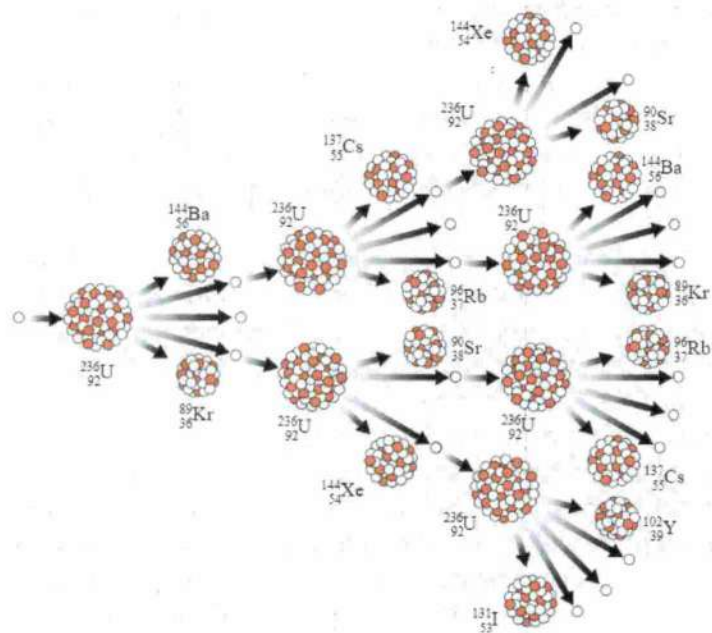
Fissão Nuclear

Alguns anos antes da segunda guerra mundial, vários grupos de pesquisadores tentavam obter novos elementos químicos, com $Z > 92$, bombardeando o urânio com nêutrons. Em janeiro de 1939, os alemães Otto Hahn e Fritz Strassman anunciaram a presença de bário, lantânio e criptônio numa amostra de urânio bombardeada com nêutrons. Nos meses que se seguiram, o processo passou a ser melhor entendido e chamado de fissão nuclear.

Fissão Nuclear é o processo de **quebra** de núcleos grandes em núcleos menores, liberando uma grande quantidade de energia.



O nêutron ao atingir um núcleo de urânio, provoca sua **quebra** em dois núcleos menores e a liberação de mais nêutrons que, por sua vez, irão atingir outros núcleos e provocar **novas quebras**. É uma **reação em cadeia**, análoga ao início de uma epidemia de gripe: uma pessoa transmite o vírus para duas, que o transmite para quatro, daí para oito, e assim por diante.



Reação em cadeia é um conjunto de reações de fissão nuclear que se inicia, geralmente, pelo bombardeamento com nêutrons e que continua espontaneamente pela capturação de nêutrons originados de fissões anteriores.

Se a massa físsil de urânio (massa de urânio que sofre fissão) for muito pequena, os nêutrons não serão captados por outros núcleos de urânio e a reação não terá continuidade.

Massa crítica é a massa mínima da substância físsil que ainda possibilita a ocorrência de uma reação em cadeia.

A velocidade de uma reação em cadeia pode ser de dois tipos: não-controlada e controlada. No primeiro caso, a reação ocorre muito rapidamente (em menos de 1 segundo), liberando enorme quantidade de energia. É o que acontece, por exemplo, na explosão da bomba atômica. No segundo caso, a reação é controlada pelos chamados reatores de fissão nuclear, o que permite aproveitar a energia liberada e evitar explosões.



Fusão Nuclear

Muitas pessoas dizem que o sol é uma bola de fogo. O que estará queimando lá, então? Na verdade nada está queimando. No sol, bem como em outras estrelas, está ocorrendo um processo denominado "fusão nuclear".

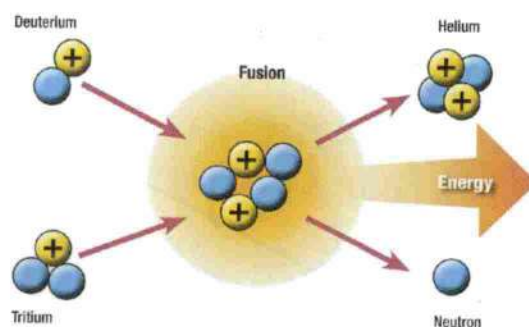
Fusão Nuclear é a união de núcleos pequenos formando núcleos maiores e liberando uma quantidade muito grande de energia.

Para ocorrer fusão nuclear é necessária uma temperatura muito elevada, pelo menos da ordem de 10 milhões de graus Celsius. O sol é uma imensa bola de hidrogênio onde a temperatura é suficiente para que ocorra a fusão de átomos de hidrogênio, formando átomos mais pesados e liberando a energia que chega até nós na forma de luz e calor. Uma das reações que acontecem no sol é: "quando um átomo de deutério (isótopo do hidrogênio cujo número de massa é igual a dois, ou seja, existe um próton e um nêutron em seu núcleo, é gasoso e incolor) se funde com um átomo de trítio (isótopo do hidrogênio cujo número de massa é igual a três, ou seja, existe um próton e dois nêutrons em seu núcleo, é gasoso e radioativo), forma um átomo de hélio e libera grande quantidade de energia."



A energia liberada na reação de fusão é bem maior que na fissão nuclear. Aproveitar a energia da fusão nuclear em usinas seria extremamente vantajoso, pois o hidrogênio pode ser obtido a partir da água do mar a baixo custo, o rendimento energético da fusão é alto e o lixo resultante é bem menos perigoso que o lixo da fissão, contendo apenas um nuclídeo (nome dado a um núcleo caracterizado por um número atômico Z e um número de massa A) radioativo, o trítio.

Atenção !



$$m + m' = M + \text{energia}$$

$$M > m \text{ e } M > m'$$

$$M < m + m'$$



NOÇÕES DE RELATIVIDADE RESTRITA

Os Postulados de Einstein

Em 1905 Einstein publicou numa revista científica alemã, chamada Anais da Física, um trabalho intitulado "Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento". A argumentação de Einstein se desenvolveu a partir de dois postulados, isto é, de duas afirmações consideradas válidas sem necessidade de demonstração. O primeiro desses postulados foi chamado por Einstein de Princípio de Relatividade:

As leis da Física são as mesmas em todos os referenciais inerciais.

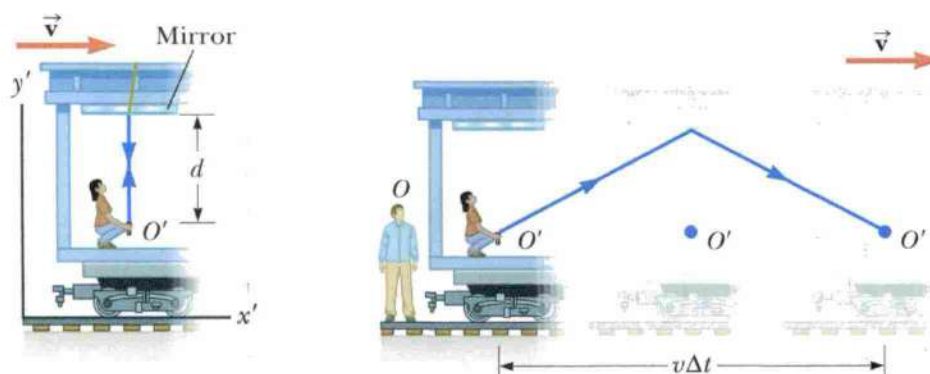
Portanto, tanto as leis da Mecânica como as leis do Eletromagnetismo devem ter a mesma forma em qualquer referencial inercial. O segundo postulado refere-se à velocidade da luz:

A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor c em qualquer referencial inercial, independentemente da velocidade da fonte de luz e do observador.

O segundo postulado foi o mais difícil de ser aceito, mesmo por físicos famosos, pois contraria nossa experiência diária.

A Relatividade do Tempo

Vamos supor que queiramos medir o intervalo de tempo gasto para ocorrer um fenômeno. Uma das consequências dos postulados de Einstein é que o valor desse intervalo de tempo vai depender do referencial em que está o observador. Se tivermos dois observadores situados em dois referenciais inerciais diferentes, um tendo velocidade constante em relação ao outro, os intervalos de tempo medidos por esses observadores serão diferentes. Para demonstrar isso, consideremos as situações abaixo.



Nas figuras representamos um trem que se move com velocidade constante V em relação ao solo. Dentro do vagão há um observador O' , fixo em relação ao vagão, e fora dele há um observador O , fixo em relação ao solo. O observador O' da figura da esquerda aciona uma fonte de luz que emite um pulso para cima. Esse pulso é refletido por um espelho e volta para a fonte. Para o observador O' , na ida e na volta o pulso de luz gasta um intervalo de tempo $\Delta t'$.

Na figura da direita representamos o trajeto da luz como é visto pelo observador O , o qual mede um tempo Δt para o percurso da luz. Como $d' < d$, temos: $\Delta t' < \Delta t$

Daí podemos concluir que um relógio que está em um referencial que se move em relação a nós "anda" mais devagar do que nosso relógio.



O intervalo de tempo $\Delta t'$, em que os dois eventos (emissão e recepção de luz) ocorrem no mesmo local, é chamado de tempo próprio. Para qualquer outro referencial inercial o intervalo de tempo (Δt) é maior do que o tempo real.

A equação que relaciona Δt com $\Delta t'$ é a seguinte:

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Evidências da dilatação temporal - Uma das primeiras evidências da dilatação temporal foi obtida por meio de experimentos com uma partícula chamada múon. Quando fazemos experimentos no laboratório com múons em repouso, observamos que eles se desintegram com uma vida média de $2,2 \cdot 10^{-6}$ s. Muitos múons são criados na alta atmosfera, como resultado do bombardeio dos raios cósmicos. Esses múons movem-se com velocidade próxima da luz: $v = 2,994 \cdot 10^8$ m/s

Portanto, entre o momento em que são criados e o momento em que se desintegram, deveriam percorrer, em média, uma distância de :

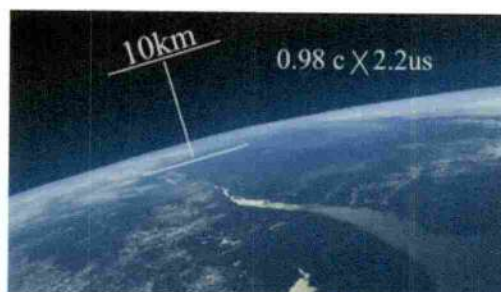
$$d = v \cdot \Delta t \rightarrow d = (2,994 \cdot 10^8 \text{ m/s}) \cdot (2,2 \cdot 10^{-6} \text{ s}) \rightarrow d = 650 \text{ m}$$

No entanto, a experiência mostra que múons criados a quase 10 km de altitude são detectados na superfície da Terra. Isso acontece por causa da dilatação temporal. Para um referencial fixo no múon, o tempo de desintegração é: $\Delta t' = 2,2 \cdot 10^{-6}$ s

Para um referencial fixo na Terra, temos: $\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ Substituindo-se os valores na equação obtemos $\Delta t = 35 \cdot 10^{-6}$ s

Assim, para um observador na Terra, a distância percorrida pelo múon antes de desintegrar-se é :

$$D = v \cdot \Delta t \rightarrow D = (2,994 \cdot 10^8 \text{ m/s}) \cdot (35 \cdot 10^{-6} \text{ s}) \rightarrow D = 10.000 \text{ m}$$



Outro tipo de teste, consistiu em comparar relógios atômicos, que marcam intervalos de tempo muito pequenos. Um foi mantido no solo, enquanto outro foi colocado em um avião que percorreu uma grande distância a uma grande velocidade em relação à Terra. Terminado o voo, os relógios foram comparados e constatou-se que o relógio do avião estava ligeiramente atrasado em relação ao relógio que foi mantido no solo.



Contração das Distâncias (*contração de Lorentz-Fitzgerald*)

Um fenômeno intimamente associado à dilatação dos tempos é a *contração das distâncias*. Denomina-se comprimento próprio o comprimento de um objeto no referencial em que o objeto está em repouso, sendo representado pelo símbolo L_0 . Num referencial no qual o objeto está se movendo, o comprimento na direção do movimento é sempre menor que o comprimento próprio.

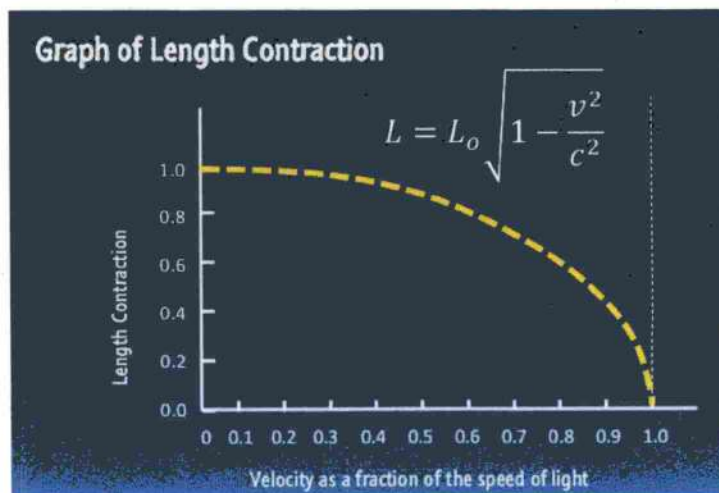
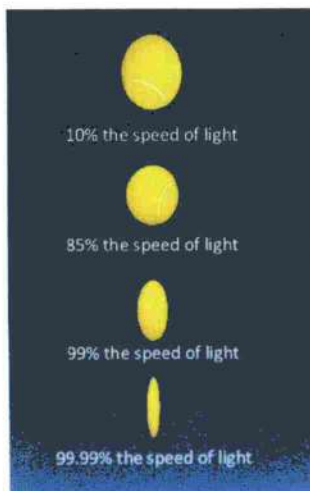


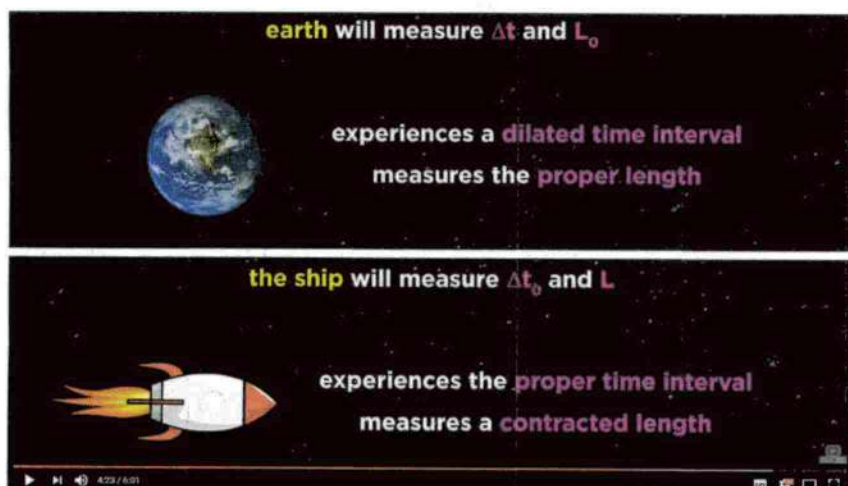
Vamos considerar uma barra em repouso no referencial S' com uma das extremidades em x_2' e a outra em x_1' . O comprimento da barra é o comprimento próprio $x_2' - x_1'$. No referencial S , a barra está se movendo para a direção com módulo da velocidade v , a velocidade do referencial S' em relação a S .

O comprimento da barra no referencial S é definido como $L = x_2 - x_1$, onde x_2 é a posição de uma das extremidades em um certo instante t_2 e x_1 é a posição da outra extremidade no mesmo instante $t_1 = t_2$, ambos os tempos sendo medidos no referencial S . Tomemos cuidado com os instantes de tempo no referencial S' , pois t_2' não é igual a t_1' . Aplicando as Transformações de Lorentz encontramos,

$$L = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot L_0$$

Que nos diz que o comprimento de uma barra é menor quando ela é medida em um referencial no qual se encontra em movimento. Lorentz e Fitzgerald haviam mostrado independentemente que o resultado nulo do experimento de Michelson e Morley podia ser explicado supondo que as distâncias na direção do movimento do interferômetro sofriam uma contração dada pela equação acima. Por este motivo, a contração das distâncias também é conhecida como *contração de Lorentz-Fitzgerald*.





MODELAGEM

UFRGS. De acordo com a Teoria da Relatividade, quando objetos se movem através do espaço-tempo com velocidades da ordem da velocidade da luz, as medidas de espaço e tempo sofrem alterações. A expressão da contração espacial é dada por $L = L_0 (1 - v^2/c^2)^{1/2}$, onde v é a velocidade relativa entre o objeto observado e o observador, c é a velocidade de propagação da luz no vácuo, L é o comprimento medido para o objeto em movimento, e L_0 é o comprimento medido para o objeto em repouso. A distância Sol-Terra para um observador fixo na Terra é $L_0 = 1,5 \times 10^{11}$ m. Para um nêutron com velocidade $v = 0,6 c$, essa distância é de

- A) $1,2 \times 10^{10}$ m.
- B) $7,5 \times 10^{10}$ m.
- C) $1,0 \times 10^{11}$ m.
- D) $1,2 \times 10^{11}$ m.
- E) $1,5 \times 10^{11}$ m.

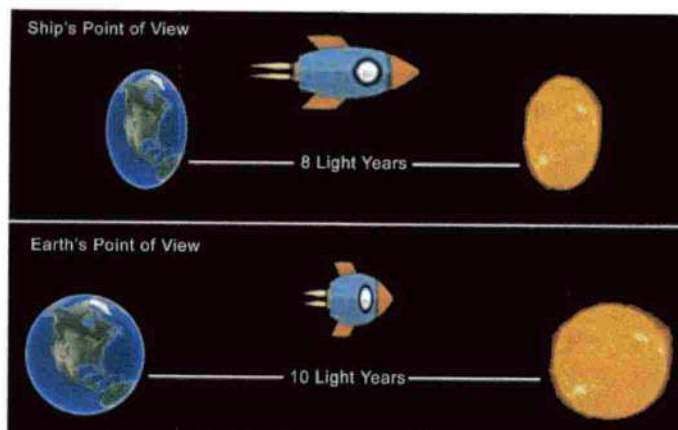
$$L = L_0 \cdot (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

$$L = 1,5 \times 10^{11} (1 - 0,36c^2/c^2)^{1/2}$$

$$L = 1,5 \times 10^{11} (0,64)^{1/2}$$

$$L = 1,2 \times 10^{11} \text{ m}$$

Resposta: D





LEITURA 1

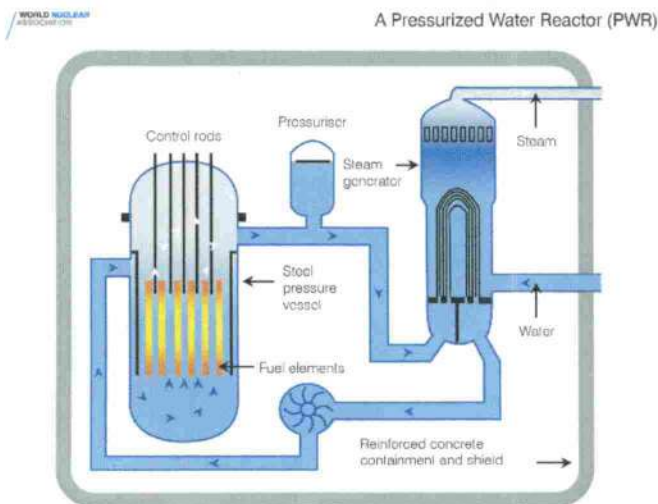
Usina Nuclear

Antes mesmo de se construir a primeira bomba atômica, o italiano Enrico Fermi e sua equipe já haviam construído, em 1942, na universidade de Chicago, o primeiro reator nuclear. Esse reator tinha a finalidade de executar em laboratório a fissão nuclear para que se pudesse compreendê-la melhor, a fim de aproveitá-la como fonte de energia.

A versão moderna do reator de Fermi são as usinas nucleares, onde a fissão nuclear ocorre de modo controlado e a energia liberada é aproveitada para a produção de energia elétrica.

O calor liberado na fissão aquece a água, mantida a alta pressão. Esta, por sua vez, aquece uma outra porção de água que entra em ebulição. O vapor produzido gira a turbina, cujo eixo se liga a um gerador elétrico, o qual por sua vez, transforma a energia do movimento em energia elétrica. Os principais componentes de um reator nuclear são :

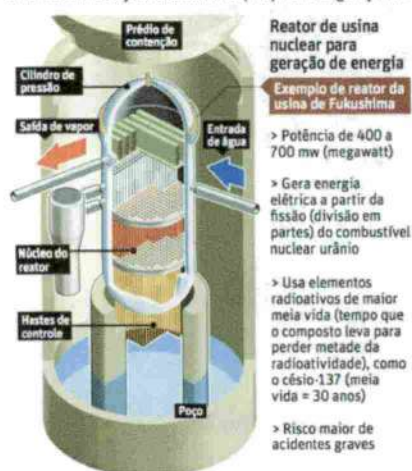
- Material físsil, que pode ser urânio-235 (natural), urânio-233 ou plutônio-239 (artificiais);
- Fluido trocador de calor, que no caso da Usina de Angra, é a água;
- Moderador (grafite ou água), que serve para diminuir a velocidade dos nêutrons;
- Barras de controle (cádmio ou boro), que absorvem nêutrons e servem para evitar que a reação saia de controle, superaquecendo o reator.



Desenho simplificado de um reator PWR (Pressurized Water Reactor), reator a urânio enriquecido moderado e refrigerado a água leve (H₂O) pressurizada. A água que circula no núcleo do reator funciona como moderador e como fluido de transferência de calor e não se mistura com a água usada para gerar o vapor que movimentam as turbinas. Muitos sistemas, como os mecanismos de resfriamento de emergência, foram omitidos na figura. Um segundo tipo de reator é o reator de água fervente, ou BWR (do inglês boiling-water reactor, no qual a água aquecida no núcleo do reator se transforma em vapor e é usada diretamente para movimentar as turbinas.

REATORES NUCLEARES

Entenda a diferença dos reatores de pesquisa e de geração de energia



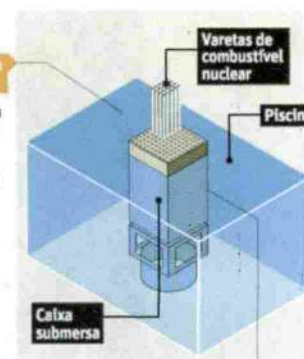
Reator de pesquisa

Reator de pesquisa usado no Ipen

> Produz e processa radioisótopos, que são elementos usados em exames de diagnóstico com imagem

> Usa elementos radioativos de menor meia vida (algumas horas ou dias)

> Risco menor de acidentes



4 % da demanda mundial de radioisótopos é brasileira

50% do iodo-131 usado na medicina é nacional

100% dos demais radioisótopos é importada

R\$ 850 milhões é o custo do reator de pesquisa que o Ipen planeja construir no interior de São Paulo



LEITURA 2

Bomba Atômica

Com o início da Segunda Guerra Mundial, os interesses sobre fissão nuclear aumentaram, graças à grande quantidade de energia que é liberada. Assim, um grupo de cientistas liderados por J. Robert Oppenheimer, trabalhando no laboratório de Los Álamos (Novo México, Estados Unidos), conseguiu construir a bomba de fissão ou bomba atômica, testada na manhã de 16 de julho de 1945, no deserto do Novo México.

Alguns dias depois (6 de agosto de 1945), uma bomba atômica baseada na fissão do urânio-235, batizada de "Little Boy" (pequeno menino), foi detonada sobre a cidade japonesa de Hiroshima.

Três dias depois, uma outra bomba atômica desta vez baseada na fissão do plutônio-239, batizada de "Fat Man" (homem gordo), explodiria sobre Nagasáqui. Em 14 de agosto de 1945 os japoneses se renderam. Foi através dessa lamentável demonstração que o mundo tomou conhecimento da enorme quantidade de energia que se encontra armazenada no núcleo do átomo.

A reação em cadeia da fissão nuclear só conseguirá se manter se a massa do material físsil for superior a um certo valor característico chamado de massa crítica.

A primeira bomba atômica, testada em 16 de julho de 1945, possuía 12 quilotons. Por definição, 1 quiloton equivale ao poder de mil toneladas de dinamite. Cada uma das bombas detonadas no Japão correspondia a cerca de 20 quilotons. Aproximadamente 71 mil pessoas foram mortas instantaneamente em Hiroshima. As mortes nos cinco anos subsequentes, devidas à exposição à radiação, são estimadas em 200 mil. Quase 98% das construções de Hiroshima foram destruídas ou seriamente danificadas. Em Nagasáqui, algo em torno de 74 mil pessoas morreram na explosão, que arrasou 47% da cidade.

O processo de construção da bomba atômica é apresentado através da fissão nuclear. Neste processo alguns átomos do elemento radioativo são bombardeados através de uma explosão fazendo com que seu núcleo seja dividido em núcleos menores, formando novos elementos e liberando nêutrons que entram em choque com novos átomos e assim sucessivamente, caracterizando uma reação em cadeia, mas só enquanto a massa do elemento radioativo for superior à massa crítica, caso contrário a reação termina.

Atualmente com o fim da guerra fria entre EUA e Rússia, o arsenal desta bomba mantida por esses países vem diminuindo, porém o número de países que possuem essa tecnologia vem aumentando, causando nova preocupação em relação a uma possível guerra nuclear (dentre os países que possuem esta tecnologia estão o Paquistão, a Índia, a Coreia do Norte, a França, a Alemanha, entre outros).

LA MUERTE CAYÓ DEL CIELO

El 6 de agosto de 1945 se lanzó la primera bomba atómica sobre la ciudad de Hiroshima. Este acto bélico llevó a la rendición rápida e incondicional de Japón. Los daños biológicos persisten hasta nuestros días dentro de la población japonesa.

PROYECTO MANHATTAN

Es el nombre en clave de un proyecto científico llevado a cabo durante la Segunda Guerra Mundial por EEUU con ayuda del Reino Unido y Canadá. El objetivo del proyecto era el desarrollo de la primera bomba atómica. Se llevó a cabo en varios centros de investigación. El más importante de ellos fue el Distrito de Ingeniería Manhattan, situado en el lugar conocido actualmente como Laboratorio Nacional Los Alamos.

EL OBJETIVO

Tras el ataque a Pearl Harbor por el Ejército japonés, el presidente Franklin Roosevelt le declaró la guerra a Japón. EEUU, bajo el mando de Harry Truman, preparaba una ofensiva atómica para acabar con el conflicto.

ENOLA GAY

Bombardero estadounidense B-29 cuatrimotor que lanzó la primera bomba atómica durante la Segunda Guerra Mundial. Fue bautizado con ese nombre en homenaje a la madre del coronel Paul Tibbets (Enola Gay Gordon Thomas). La misión despegó de Tinian, un islote de las Islas Marianas.

LA CAÍDA DE LA BOMBA

Los elementos no están a escala

1. A las 8:36 am, hora de Hiroshima, Little Boy explotó sobre la ciudad.

2. La explosión generó una gigantesca bola de fuego y elevó la temperatura de la superficie a 4.000°C instantáneos.

3. La onda expansiva de alta temperatura elevó con vientos de 800 km/h y destruyó totalmente las construcciones y el resto de la ciudad.

4. Las cenizas ascendentes crearon una columna de vapor que succión cenizas hacia el hipocentro.

5. El hongo se elevó a 20 kilómetros de altura y pudo ser visto a una distancia de 750 kilómetros de Hiroshima.

EL HONGO

MAPA DE HIROSHIMA

1.8300 km
0,9164 km
Zona cero
2,7432 km

■ Vaporización
■ Explosión y fuego
■ Sólo daños por explosión

INFOGRAFÍA: DANIEL PEREZ - EL UNIVERSAL

EL PILOTO

El coronel Paul Tibbets fue el encargado de dirigir la misión que bombardeó la ciudad japonesa. Nació en Illinois en 1915, desde muy joven sentía pasión por los aviones. Falleció a los 92 años en Ohio, Estados Unidos, el 1 de noviembre de 2007.

LOS DAÑOS

Después del ataque hubo más de 80.000 muertos, 100.000 heridos y alrededor de 200.000 personas perdieron su hogar. Muchas de las víctimas sufrieron quemaduras a términos de tercer grado. Los efectos posteriores producto de la radiación han afectado a varias generaciones.

CARACTERÍSTICAS

Tripulación: 10
Longitud: 30 m
Envergadura: 45 m
Peso vacío: 31.800 kg
Peso cargado: 56.245 kg
Peso máximo de despegue: 60.554 kg

LITTLE BOY
Diámetro: 71,12 cm
Tipo de reacción: Fisión
Peso: 4.000 kg
Potencia explosiva: equivalente a 12,5 kilotones

EL HONGO

3 m
20.000 m

LA CAÍDA DE LA BOMBA

Carga de uranio 255 (20 kg)
Antenas para detección por radar
Proyectil de uranio 255 (20 kg)
Definidor



LEITURA 3

Efeitos Fisiológicos e Medidas de Segurança

Ao contrário do “fogo” que nós sentimos imediatamente, as radiações são traiçoeiras pois nós não conseguimos percebê-las. No entanto, do mesmo modo que a humanidade se “acostumou” aos perigos da eletricidade, ela aprendeu a se precaver aos efeitos das radiações.

- O perigo está na intensidade das radiações, que é medida pela unidade ROENTGEN (r).
- O segundo perigo reside no tempo durante o qual ficamos submetidos às radiações.
- O terceiro perigo está na natureza das radiações.

Aumentando-se a intensidade e/ou o tempo das radiações, os danos sobre o organismo vão se agravando: queimaduras, esterilidade, câncer e morte do indivíduo. Considerando-se que uma radiografia de pulmão nos submete a uma radiação de cerca de 1 roentgen, compare os seguintes exemplos :

- de 0 a 100 r → enjôo e efeitos microscópicos nas células.
- de 100 a 200 r → enfermidades leves.
- de 200 a 400 r → enfermidades graves e morte provável.
- de 400 a 800 r → morte em mais da metade dos casos.
- acima de 800 r → morte certa.

Medidas de segurança:

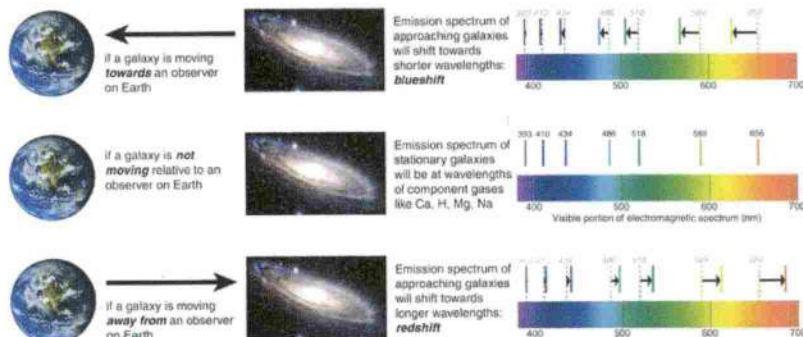
- todo material ou área radioativa é indicada pelo símbolo apropriado
- aumentar a distância da pessoa ao material radioativo.
- diminuir o tempo de exposição.
- criar “barreiras” e “blindagens” para “segurar” as emissões radioativas. Desde grossas paredes de concreto, aço ou chumbo, até o uso de roupas especiais.
- utilização de dosímetros.



Efeito Doppler da luz

O efeito Doppler é uma característica das ondas sonoras em movimento em relação ao observador. O comprimento de onda observado é maior ou menor conforme a fonte de ondas se afaste ou se aproxime do observador. Quando a fonte sonora e/ou observador se aproximam, a frequência da onda recebida (frequência aparente) pelo observador fica maior (som mais agudo). Ao se afastarem a frequência aparente diminui (som grave).

Também se observa um efeito análogo nas ondas luminosas. Nas ondas luminosas este fenômeno é observado quando a fonte e/ou observador se afastam ou se aproximam com grande velocidade relativa. Neste caso, o espectro da luz recebida apresenta desvio para o vermelho (quando se afastam) e desvio para o violeta (quando se aproximam). Como a luz recebida das estrelas apresentam um desvio para o vermelho (menor frequência), os astrônomos concluem que o universo está em expansão.





LEITURA 4

Forças fundamentais da natureza e partículas elementares

Força nuclear forte

- Mantém a coesão do núcleo atômico;
- Intensidade 10^{38} vezes maior do que a força gravitacional;
- Sua ação só se manifesta para distâncias inferiores a do núcleo atômico.

Força eletromagnética

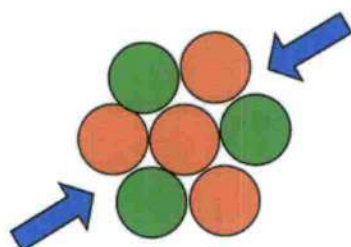
- Manifesta-se entre partículas eletrizadas, englobando forças elétricas e magnéticas;
- Intensidade 10^2 vezes menor que a força nuclear forte.

Força nuclear fraca

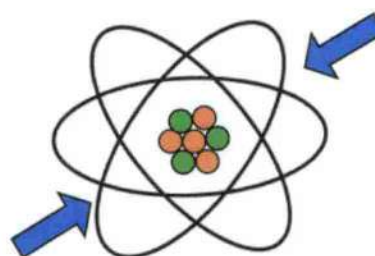
- Manifesta-se entre os léptons (grupo de partículas das quais faz parte o elétron) e os hádrons (grupo de partículas das quais fazem parte prótons e nêutrons), atuando em escala atômica;
- Intensidade 10^{13} vezes menor que a força nuclear forte;
- Responsável pelo decaimento β .

Força gravitacional

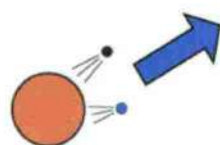
- Força de atração entre massas;
- Menos intensa das quatro forças.



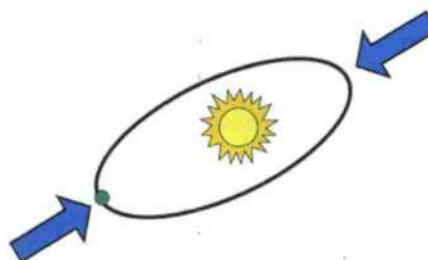
Força Forte
Mantém coesão nuclear



Força Electromagnética
Mantém coesão atômica



Força Fraca
Cria decaimento radioactivo



Força Gravitacional
Mantém coesão universal





QUESTÕES PÓS-AULA

As **questões pós-aula** têm a finalidade de **desenvolver as competências e habilidades** trabalhadas em aula e fora dela com leituras e vídeos.

Existem **dois erros comuns**, geralmente vindos da escola, sobre questões pós aula: o **primeiro** deles, a “obrigação” de acertar todas as questões. O **segundo**, a ideia de que ao assistir a aula, garantirá que nenhuma dificuldade ocorrerá ao longo do trabalho.

Fica a dica: se algum dia um “tema de casa” tiver essas características, fuja dele, pois foi construído para dar a você a falsa sensação de que está tudo entendido.

As **questões pós-aula**, dever buscar dois objetivos: **aprendizado e /ou semelhança com questões atuais das provas**. A finalidade, é **gerar no aluno dúvidas**, para que ele **pesquise, reveja o conteúdo** e busque os **recursos para tirar dúvidas** para realmente aprendes a matéria. Testar os conhecimentos adquiridos se faz nos simulados.

INSTRUÇÃO: Para responder à questão 494, analise as afirmativas que seguem, referentes a fenômenos descritos pela Física Moderna.

- I. A energia de um fóton é diretamente proporcional à sua frequência.
- II. A velocidade da luz, no vácuo, tem um valor finito, considerado constante para todos os referenciais inerciais.
- III. No efeito fotoelétrico, há uma frequência mínima de corte, abaixo da qual o fenômeno não se verifica, qualquer que seja a intensidade da luz incidente.
- IV. A fissão nuclear acontece quando núcleos de pequena massa colidem, originando um núcleo de massa maior.

494. PUCRS. Estão corretas apenas as afirmativas

- A) I e II.
- B) I e III.
- C) III e IV.
- D) I, II e III.
- E) II, III e IV.

495. UFRGS. Os seres, quando vivos, possuem aproximadamente a mesma fração de carbono-14 (^{14}C), isótopo radioativo do carbono, que a atmosfera. Essa fração, que é de 10 ppb (isto é, 10 átomos de ^{14}C para cada bilhão de átomos de C), decai com meia-vida de 5.730 anos, a partir do instante em que o organismo morre. Assim, o ^{14}C pode ser usado para se estimar o tempo decorrido desde a morte do organismo. Aplicando essa técnica a um objeto de madeira achado em um sítio arqueológico, a concentração de ^{14}C nele encontrada foi de 0,625 ppb. Esse valor indica que a idade aproximada do objeto é, em anos, de





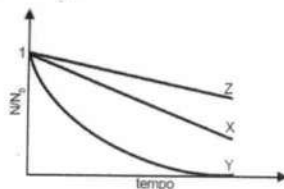
- A) 1.432.
- B) 3.581.
- C) 9.168.
- D) 15.280.
- E) 22.920.

496. PUCRS. Da fissão de um núcleo de ^{235}U , resultam dois ou mais núcleos menores e dois ou três nêutrons. Nesse processo, ocorre a conversão de massa em energia. A relação entre a massa e a energia é dada por $\Delta E = \Delta mc^2$. Nessa relação, Δm representa a diferença de massa e c o valor da velocidade da luz no vácuo, que é $3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$. Considerando que na fissão de um determinado núcleo de ^{235}U a energia liberada seja $2,7 \times 10^{-11} \text{ J}$, é correto afirmar que



- A) não há diferença entre a massa do núcleo de ^{235}U e a soma das massas dos produtos da sua fissão.
- B) a soma das massas dos produtos da fissão do ^{235}U é maior que a massa do núcleo de ^{235}U .
- C) a energia liberada na fissão não altera a massa do núcleo de ^{235}U fissionado.
- D) a diferença entre a massa do núcleo de ^{235}U fissionado e a soma das massas dos produtos da sua fissão é aproximadamente $3,0 \times 10^{-28} \text{ kg}$.
- E) a diferença entre a massa do núcleo ^{235}U fissionado e a soma das massas dos produtos da sua fissão é aproximadamente $9,0 \times 10^{-16} \text{ kg}$.

497. PUCRS. Define-se como meia-vida de um elemento radioativo o tempo necessário para que a metade dos átomos radioativos inicialmente presentes em uma amostra pura desse elemento se desintegre. Assim sendo, decorrido o tempo correspondente a uma meia-vida, o número de átomos radioativos, N , presentes na amostra será a metade do número inicial de átomos radioativos, N_0 . O gráfico a seguir mostra a fração de átomos radioativos, N/N_0 , presentes em três amostras radioativas puras, X, Y e Z, em função do tempo.



A alternativa que apresenta as amostras em ordem crescente de suas meias-vidas é:

- A) X – Y – Z
- B) X – Z – Y
- C) Y – X – Z
- D) Y – Z – X
- E) Z – X – Y



INSTRUÇÃO: Para responder à questão 498, considere as informações e preencha os parênteses com V (verdadeiro) ou F (falso).

498. PUCRS. A fissão e a fusão são processos que ocorrem em núcleos energeticamente instáveis como forma de reduzir essa instabilidade. A fusão é um processo que ocorre no Sol e em outras estrelas, enquanto a fissão é o processo utilizado em reatores nucleares, como o de Angra I.



() Na fissão, um núcleo se divide em núcleos mais leves, emitindo energia.

() Na fusão, dois núcleos se unem formando um núcleo mais pesado, absorvendo energia.

() Na fusão, a massa do núcleo formado é maior que a soma das massas dos núcleos que se fundiram.

() Na fissão, a soma das massas dos núcleos resultantes com a dos nêutrons emitidos é menor do que a massa do núcleo que sofreu a fissão.

() Tanto na fissão como na fusão ocorre a conversão de massa em energia.

A sequência correta, de cima para baixo, é:

- A) F – V – F – V – V
- B) F – F – V – V – F
- C) V – F – V – F – V
- D) V – F – F – V – V
- E) V – V – V – F – F

499. UFRGS. As forças que se observam na natureza podem ser explicadas em termos de quatro interações fundamentais. Na primeira coluna do quadro abaixo, estão listadas as quatro interações fundamentais; na segunda, exemplos de fenômenos que se observam na natureza.



1 – Força Gravitacional	Decaimento Beta
2 – Força Eletromagnética	Coesão do núcleo atômico
3 – Força nuclear forte	Marés
4 – Força nuclear fraca	Estabilidade do átomo

Assinale a alternativa que associa corretamente as interações fundamentais, mencionadas na primeira coluna, aos respectivos exemplos, listados na segunda.

- A) 1(c) – 2(b) – 3(a) - 4(d)
- B) 1(c) – 2(d) – 3(a) - 4(b)
- C) 1(c) – 2(d) – 3(b) - 4(a)
- D) 1(a) – 2(b) – 3(c) - 4(d)
- E) 1(a) – 2(b) – 3(c) - 4(d)



500. UPF. Analise as afirmações sobre tópicos de Física Moderna.

I. Um dos postulados da teoria da relatividade especial é o de que as leis da Física são idênticas em relação a qualquer referencial inercial.

II. Um segundo postulado da teoria da relatividade especial é o de que a velocidade da luz no vácuo é uma constante universal que não depende do movimento da fonte de luz.

III. Denomina-se de efeito fotoelétrico a emissão de fótons por um material metálico quando exposto a radiação eletromagnética.

IV. A Física Moderna destaca que em algumas situações a luz se comporta como onda e em outras situações como partícula.

Está correto apenas o que se afirma em:

- A) I e II.
- B) II e III.
- C) I, II e III.
- D) II e IV.
- E) I, II e IV.



501. UFRGS. A medicina nuclear designa o conjunto das aplicações em que substâncias radioativas são associadas ao diagnóstico e à terapia. Em algumas radioterapias, um radiofármaco é injetado no paciente visando ao tratamento de órgão alvo. Assim, por exemplo, o rênio (^{186}Re) é utilizado para aliviar doenças reumáticas, e o fósforo (^{32}P) para reduzir a produção excessiva de glóbulos vermelhos na medula óssea. Considere que a meia vida do rênio é de 3,5 dias e a do fósforo 14 dias. Após 14 dias da aplicação destes radiofármacos, as quantidades restantes destes isótopos radioativos no paciente serão, em relação às quantidades iniciais, respectivamente,

- A) $1/2$ e $1/2$.
- B) $1/4$ e 0 .
- C) $1/4$ e $1/2$.
- D) $1/16$ e 0 .
- E) $1/16$ e $1/2$.





502. UFRGS. Considere as figuras abaixo.

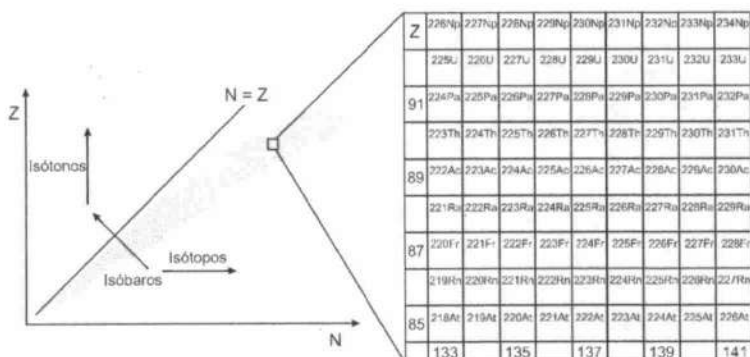


Figura 1

Figura 2

Nuclídeo é um átomo de um elemento X identificado por um número atômico Z e por um número de massa A: A_ZX . A carta de nuclídeos é uma construção gráfica que organiza todos os nuclídeos existentes, estáveis e instáveis, em função dos números atômicos Z e de nêutrons N que eles apresentam. A distribuição dos nuclídeos está representada pela região cinza da Figura 1 acima. Nessa construção, isóbaros, isótopos e isotópios são facilmente identificados, assim como os produtos de decaimentos radioativos. A Figura 2, excerto da Figura 1, destaca o nuclídeo ${}^{226}_{89}\text{Ac}$ que decai principalmente por emissão de partículas α e por emissão de elétrons. Usando a Figura 2, podem-se identificar os produtos desses dois tipos de decaimento como, respectivamente,

- A) ${}^{222}_{87}\text{Fr}$ e ${}^{226}_{90}\text{Th}$.
- B) ${}^{222}_{87}\text{Fr}$ e ${}^{226}_{88}\text{Ra}$.
- C) ${}^{224}_{87}\text{Fr}$ e ${}^{226}_{90}\text{Th}$.
- D) ${}^{224}_{87}\text{Fr}$ e ${}^{226}_{88}\text{Ra}$.
- E) ${}^{222}_{87}\text{Fr}$ e ${}^{224}_{87}\text{Fr}$.

503. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Uma característica importante das radiações diz respeito ao seu poder de penetração na matéria. Chama-se alcance a distância que uma partícula percorre até parar. Para partículas α e β de mesma energia, o alcance da partícula α é da partícula β .

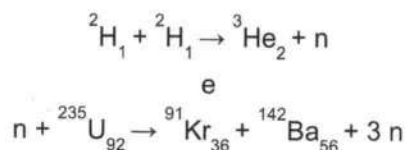
Raios X e raios γ são radiações de mesma natureza, mas enquanto os raios X se originam, os raios γ têm origem

- A) maior que o - na eletrosfera - no núcleo
- B) maior que o - no núcleo - na eletrosfera
- C) igual ao - no núcleo - na eletrosfera
- D) menor que o - no núcleo - na eletrosfera
- E) menor que o - na eletrosfera - no núcleo





504. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem. As reações nucleares



liberam energia e são, respectivamente, exemplos de reações nucleares chamadas e

- A) fissão nuclear – fusão nuclear
- B) fusão nuclear – fissão nuclear
- C) reação em cadeia – fusão nuclear
- D) reação em cadeia – fissão nuclear
- E) reação em cadeia – reação em cadeia

505. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que aparecem.

De acordo com a relatividade restrita, é _____ atravessarmos o diâmetro da Via Láctea, uma distância de aproximadamente 100 anos-luz (equivalente a 10^{18} m), em um intervalo de tempo bem menor que 100 anos. Isso pode ser explicado pelo fenômeno de _____ do comprimento, como visto pelo viajante, ou ainda pelo fenômeno de _____ temporal, como observado por quem está em repouso em relação à galáxia.



- A) impossível – contração – dilatação
- B) possível – dilatação – contração
- C) possível – contração – dilatação
- D) impossível – dilatação – contração
- E) impossível – contração – contração

506. UFRGS. Considere as afirmações abaixo, acerca da Teoria da Relatividade Restrita.

I - O tempo não é absoluto, uma vez que eventos simultâneos em um referencial inercial podem não ser simultâneos se observados a partir de outro referencial inercial.

II - Segundo a lei relativística de adição de velocidades, a soma das velocidades de dois corpos materiais nunca resulta em uma velocidade acima da velocidade da luz.

III - As leis da natureza não são as mesmas em todos os sistemas de referência que se movimentam com velocidade uniforme. Quais estão corretas?



- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas I e II.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.



507. UFRGS. Na primeira coluna estão listados eventos ou situações físicas; na segunda, grandes áreas das teorias físicas.

1. Descrição de sistemas que envolvam objetos que se movam com velocidades próximas da velocidade da luz.
2. Descrição de fenômenos que ocorrem em dimensões muito pequenas, como as de um átomo.
3. Unificação da Eletricidade e Magnetismo, conforme realizada por Maxwell.

- (a) Física Clássica
- (b) Física Quântica
- (c) Física Relativística

A alternativa que relaciona corretamente o evento ou situação com a área usada para descrevê-lo é

- A) 1(a), 2(b) e 3(c).
- B) 1(a), 2(c) e 3(b).
- C) 1(b), 2(c) e 3(a).
- D) 1(c), 2(a) e 3(b).
- E) 1(c), 2(b) e 3(a)



508. UPF. Em relação à teoria da relatividade restrita, formulada por Einstein, é **correto** afirmar:

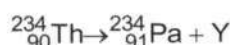
- A) Estuda os fenômenos relativos a referenciais inerciais.
- B) As leis da Física são diferentes quando mudamos de um referencial inercial para outro.
- C) Em um sistema de referência inercial, a velocidade da luz, medida no vácuo, depende da velocidade com a qual se move o observador.
- D) O tempo é uma grandeza absoluta.
- E) Os referenciais inerciais são referenciais que se movem, uns em relação aos outros, com velocidade variável.



509. UFRGS. Em um processo de transmutação natural um núcleo radioativo de U-238, isótopo instável do urânio, se transforma em um núcleo de Th-234, isótopo de tório, através da reação nuclear



Por sua vez, o núcleo-filho Th-234, que também é radioativo, transmuta-se em um núcleo do elemento protactínio através da reação nuclear





O X da primeira reação nuclear e o Y da segunda reação nuclear são, respectivamente,

- A) uma partícula alfa e um fóton de raio gama.
- B) uma partícula beta e um fóton de raio gama.
- C) um fóton de raio gama e uma partícula alfa.
- D) uma partícula beta e uma partícula beta.
- E) uma partícula alfa e uma partícula beta.

510. UFRGS. Em 1905, como consequência da sua Teoria da Relatividade Especial, Albert Einstein (1879 - 1955) mostrou que a massa pode ser considerada como mais uma forma de energia. Em particular, a massa m de uma partícula em repouso é equivalente a um valor de energia E dado pela famosa fórmula de Einstein:



$$E = mc^2,$$

onde c é a velocidade de propagação da luz no vácuo, que vale aproximadamente 300000 km/s. Considere as seguintes afirmações referentes a aplicações da fórmula de Einstein.

- I - Na reação nuclear de fissão do U-235, a soma das massas das partículas reagentes é maior do que a soma das massas das partículas resultantes.
- II - Na reação nuclear de fusão de um próton e um nêutron para formar um dêuteron, a soma das massas das partículas reagentes é menor do que a massa da partícula resultante.
- III - A irradiação contínua de energia eletromagnética pelo Sol provoca uma diminuição gradual da massa solar.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas I e II.
- E) Apenas I e III.

511. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do parágrafo abaixo.

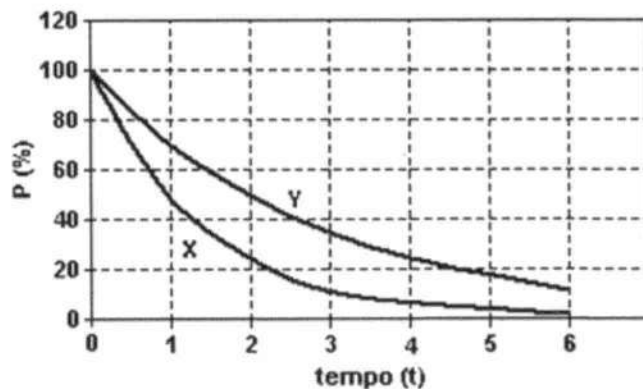


O Sol é a grande fonte de energia para toda a vida na Terra. Durante muito tempo, a origem da energia irradiada pelo Sol foi um mistério para a humanidade. Hoje, as modernas teorias de evolução das estrelas nos dizem que a energia irradiada pelo Sol provém de processos de _____ que ocorrem no seu interior, envolvendo núcleos de elementos leves.



- A) espalhamento
- B) fusão nuclear
- C) fissão nuclear
- D) fotossíntese
- E) combustão

512. UFRGS. O gráfico mostra as curvas de decaimento radioativo de duas amostras X e Y de duas substâncias radioativas puras. P indica o percentual de átomos radioativos presentes nas amostras em função do tempo.



A partir dessa situação, é possível afirmar que

- A) a meia-vida de X é o dobro da de Y.
- B) X e Y têm mesmo número de átomos radioativos no instante 3t.
- C) em relação a X, a amostra Y possui o dobro de átomos radioativos transformados no instante 4t.
- D) transcorrido um tempo 2t, o número de átomos radioativos da amostra X que ainda permanece inalterado é igual ao dobro do número da amostra Y.
- E) transcorrido o tempo 6t, o percentual do número original de átomos radioativos da amostra X que se desintegraram é maior do o da Y.

Instrução: Responder à questão **513** com base nas afirmativas abaixo sobre fusão nuclear.

I – Durante a fusão nuclear de dois núcleos de pequena massa, origina-se um núcleo de massa maior.

II – No interior de uma estrela ocorrem processos de fusão nuclear que se constituem na fonte primária da energia por ela emitida.

III – A massa de uma estrela aumenta ao longo de tempo.



513. PUCRS. Analisando-se as proposições, conclui-se que

- A) somente a I é correta.
- B) somente I e II são corretas.
- C) somente II e III são corretas.
- D) todas são corretas.
- E) nenhuma é correta.



INSTRUÇÃO: Para responder à questão abaixo, considere as informações a seguir.

514. PUCRS. Em Física de Partículas, uma partícula é dita elementar quando não possui estrutura interna. Por muito tempo se pensou que prótons e nêutrons eram partículas elementares, contudo, as teorias atuais consideram que essas partículas possuem estrutura interna. Pelo modelo padrão da Física de Partículas, prótons e nêutrons são formados, cada um, por três partículas menores denominadas *quarks*. Os *quarks* que constituem tanto os prótons quanto os nêutrons são dos tipos *up* e *down*, cada um possuindo um valor fracionário do valor da carga elétrica elementar e ($e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$). A tabela abaixo apresenta o valor da carga elétrica desses *quarks* em termos da carga elétrica elementar e .



	<i>Quark up</i>	<i>Quark down</i>
Carga elétrica	$\frac{+2}{3}e$	$\frac{-1}{3}e$

Assinale a alternativa que melhor representa os *quarks* que constituem os prótons e os nêutrons.

	Próton	Nêutron
A)	<i>up; up; down</i>	<i>up; up; up</i>
B)	<i>down; down; down</i>	<i>up; down; down</i>
C)	<i>up; down; down</i>	<i>up; up; down</i>
D)	<i>up; up; down</i>	<i>up; down; down</i>
E)	<i>up; down; down</i>	<i>down; down; down</i>

515. UFRGS. Considere as afirmações sobre radioatividade nuclear.

- I. Todos os núcleos atômicos são radioativos.
- II. Todos os núcleos radioativos em uma dada amostra, depois de duas meias-vidas, já se desintegraram.
- III. No decaimento γ , um núcleo em um estado excitado decai para um estado de menor energia pela emissão de um fóton.

Quais estão corretas?





- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas I e II.
- E) I, II e III.

516. ACAFE. Considere o caso abaixo e marque com V as proposições verdadeiras e com F as falsas.

Ao final do século 19, o Professor físico alemão, Wilhelm Conrad Röntgen, quando trabalhava em seu laboratório na Baviera, sul da Alemanha, estudando o tubo de raios catódicos, descobriu acidentalmente os raios X. Ciente da importância de sua descoberta, que ele chamou de raios X por não saber realmente do que se tratava, sendo X a incógnita da matemática, Em dezembro de 1895 publicou o artigo o "EINE NEURE ART VON STRAHLEN" (sobre uma nova espécie de raios), onde descreve suas experiências e observações e relata várias proposições.



- () Os raios X atravessam corpos opacos à luz.
- () Provocam fluorescência em certos materiais.
- () Não são defletidos por campos magnéticos.
- () Os raios X propagam-se em linha reta.
- () Os raios X propagam-se em uma única direção.

A sequência correta, de cima para baixo, é:

- A) F - F - F - V - V
- B) V - F - V - F - V
- C) F - V - F - V - V
- D) V - V - V - V - F

517. UFRGS. Dilatação temporal e contração espacial são conceitos que decorrem da

- A) Teoria Especial da Relatividade.
- B) Termodinâmica.
- C) Mecânica Newtoniana.
- D) Teoria Atômica de Bohr.
- E) Mecânica Quântica.



518. UFRGS. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Quando um núcleo de urânio $^{238}\text{U}_{92}$ absorve um nêutron, forma-se o núcleo $^{239}\text{U}_{92}$, que é radioativo com meia-vida de 24 minutos.

Núcleos de urânio $^{239}\text{U}_{92}$ emitem radiação _____, transformando-se em núcleos de netúnio $^{239}\text{Np}_{93}$. Esse isótopo de netúnio também é radioativo com meia-vida de 2,3 dias.

Ao emitirem radiação _____, os núcleos de netúnio $^{239}\text{Np}_{93}$ transformam-se em núcleos de plutônio $^{239}\text{Pu}_{94}$, cuja a meia-vida é cerca de 24.000 anos.





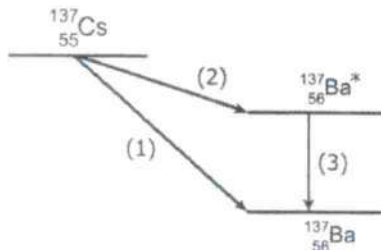
- A) $\alpha - \beta$
- B) $\alpha - \gamma$
- C) $\beta - \alpha$
- D) $\beta - \beta$
- E) $\beta - \gamma$

519. UFRGS. Em 26 de abril de 1986, o reator 4 da usina nuclear de Chernobyl, na atual Ucrânia, explodiu durante um teste de segurança, devido a uma combinação de erros humanos. Esse foi o pior desastre nuclear da história.

Entre os resíduos radioativos mais poluentes provenientes do desastre, estão os isótopos, com a respectiva meia-vida entre parênteses: Xenônio-133 (^{133}Xe - 5,2 dias), Iodo-131 (^{131}I - 8 dias), Césio-134 (^{134}Cs - 2 anos), Estrôncio-90 (^{90}Sr - 28,8 anos) e Césio-137 (^{137}Cs - 32,2 anos). Atualmente, e por vários anos a seguir, o ^{90}Sr e o ^{137}Cs são as principais fontes de radiação na região afetada pela explosão.



A figura abaixo mostra, em particular, a cadeia de decaimentos que leva o ^{137}Cs ao isótopo estável Bário-137 (^{137}Ba).



Os processos indicados pelas setas (1), (2) e (3) são, respectivamente, decaimentos

- A) β^- , β^- e γ
- B) β^+ , β^- e β^-
- C) β^+ , β^- e γ
- D) β^- , β^- e β^+
- E) β^+ , β^+ e γ

520. ENEM. Antes da geração do céu, teremos que rever a natureza do fogo, do ar, da água e da terra. Primeiro, em relação àquilo a que chamamos água, quando congela, parece-nos estar a olhar para algo que se tornou pedra ou terra, mas quando derrete e se dispersa, esta torna-se bafo e ar; o ar, quando é queimado, torna-se fogo; e, inversamente, o fogo, quando se contrai e se extingue, regressa à forma do ar; o ar, novamente concentrado e contraído, torna-se nuvem e nevoeiro, mas, a partir destes estados, se for ainda mais comprimido, torna-se água corrente, e de água torna-se novamente terra e pedras; e deste modo, como nos parece, dão geração uns aos outros de forma cíclica.



PIATÃO, *Timeu* (c. 360 a.C.).



Buscando compreender a diversidade de formas e substâncias que vemos no mundo, diversas culturas da Antiguidade elaboraram a noção de “quatro elementos” fundamentais, que seriam terra, água, ar e fogo. Essa visão de mundo prevaleceu até o início da Era Moderna, quando foi suplantada diante das descobertas da química e da física.

PIATÃO. *Timeu-Critias*. Coimbra: CECh, 2011.

Do ponto de vista da ciência moderna, a descrição dos “quatro elementos” feita por Platão corresponde ao conceito de

- A) partícula elementar.
- B) força fundamental.
- C) elemento químico.
- D) fase da matéria.
- E) lei da natureza.

521. UFSC. Na medicina, os Raios X são usados para o diagnóstico das condições dos órgãos internos, para a detecção de fraturas e para o tratamento de cânceres e de tumores, entre outras aplicações. Sobre os Raios X, é correto afirmar que:



- 01. os Raios X produzidos por freamento surgem quando um feixe de elétrons em alta velocidade colide com um alvo metálico que produz a desaceleração dos elétrons.
- 02. como os Raios X possuem grande poder de penetração, as instalações em que há máquinas de Raio X necessitam de blindagem, que pode ser feita principalmente com alumínio e vidro comuns, para a proteção adequada do ser humano.
- 04. na colisão com o alvo metálico, os elétrons perdem energia cinética e ocorre a produção de energia térmica.
- 08. os Raios X não podem causar mutações no DNA humano.
- 16. a energia de um fóton de Raio X produzido por freamento é igual à variação da energia cinética do elétron quando desviado pelo núcleo dos átomos do material do alvo.
- 32. todos os fótons de Raio X possuem o mesmo comprimento de onda.

AULA 26

Termometria / Dilatometria

- 001 - A
- 002 - E
- 003 - D
- 004 - A
- 005 - C
- 006 - 17=1+6
- 007 - D
- 008 - C
- 009 - D
- 010 - B
- 011 - D
- 012 - D
- 013 - B
- 014 - E
- 015 - C
- 016 - D
- 017 - B
- 018 - E
- 019 - D
- 020 - D
- 021 - D
- 022 - D
- 023 - C
- 024 - D
- 025 - B
- 026 - D
- 027 - E
- 028 - B
- 029 - E
- 030 - C
- 031 - A
- 032 - D
- 033 - E
- 034 - B
- 035 - B
- 036 - D
- 037 - E
- 038 - D
- 039 - D
- 040 - B
- 041 - E
- 042 - C
- 043 - C
- 044 - E
- 045 - A

AULA 27

Calorimetria I

- 046 - B
- 047 - A
- 048 - A
- 049 - D
- 050 - E
- 051 - B
- 052 - A
- 053 - E
- 054 - A
- 055 - C
- 056 - D
- 057 - A
- 058 - D
- 059 - E
- 060 - C
- 061 - A
- 062 - B
- 063 - C
- 064 - E
- 065 - B
- 066 - D
- 067 - C
- 068 - E
- 069 - E
- 070 - E
- 071 - B
- 072 - C
- 073 - E
- 074 - E
- 075 - E
- 076 - C
- 077 - A
- 078 - E
- 079 - D
- 080 - A
- 081 - D
- 082 - E
- 083 - C
- 084 - A
- 085 - D
- 086 - D
- 087 - C
- 088 - C
- 089 - B
- 090 - E

AULA 28

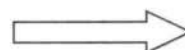
Calorimetria II

- 091 - A
- 092 - C
- 093 - A
- 094 - B
- 095 - A
- 096 - A
- 097 - B
- 098 - D
- 099 - E
- 100 - D
- 101 - B
- 102 - C
- 103 - E
- 104 - A
- 105 - C
- 106 - C
- 107 - E
- 108 - D
- 109 - A
- 110 - E
- 111 - C
- 112 - C
- 113 - E
- 114 - C
- 115 - C
- 116 - E
- 117 - B
- 118 - B
- 119 - E
- 120 - C
- 121 - C
- 122 - B
- 123 - B
- 124 - D
- 125 - C
- 126 - A
- 127 - C
- 128 - D
- 129 - B
- 130 - A
- 131 - C
- 132 - D
- 133 - E
- 134 - D
- 135 - C

AULA 29

Gases I

- 136 - C
- 137 - B
- 138 - A
- 139 - B
- 140 - D
- 141 - C
- 142 - D
- 143 - D
- 144 - E
- 145 - A
- 146 - D
- 147 - C
- 148 - E
- 149 - B
- 150 - E
- 151 - D
- 152 - E
- 153 - C
- 154 - D
- 155 - C
- 156 - A
- 157 - A
- 158 - E
- 159 - D
- 160 - D
- 161 - B
- 162 - C
- 163 - B
- 164 - B
- 165 - C
- 166 - C
- 167 - D
- 168 - A
- 169 - E
- 170 - E
- 171 - B
- 172 - A
- 173 - A
- 174 - D
- 175 - D
- 176 - E
- 177 - C
- 178 - E
- 179 - D
- 180 - E



AULA 30

Gases II

- 181 – C
- 182 – B
- 183 – A
- 184 – B
- 185 – C
- 186 – E
- 187 – A
- 188 – D
- 189 – D
- 190 – C
- 191 – D
- 192 – C
- 193 – D
- 194 – D
- 195 – B
- 196 – E
- 197 – E
- 198 – C
- 199 – D
- 200 – B
- 201 – B
- 202 – C
- 203 – C
- 204 – B
- 205 – D
- 206 – A
- 207 – A
- 208 – B
- 209 – E
- 210 – B
- 211 – E
- 212 – E
- 213 – E
- 214 – C
- 215 – D
- 216 – B
- 217 – C
- 218 – D
- 219 – B
- 220 – A
- 221 – A
- 222 – B
- 223 – B
- 224 – B
- 225 – C

AULA 31

MHS / Ondas I

- 226 - C
- 227 - C
- 228 - D
- 229 - C
- 230 - C
- 231 - D
- 232 - D
- 233 - D
- 234 - A
- 235 - B
- 236 - B
- 237 - E
- 238 - B
- 239 - E
- 240 - A
- 241 - B
- 242 - C
- 243 - A
- 244 - E e F
- 245 - B
- 246 - D
- 247 - D
- 248 - E
- 249 - C
- 250 - D
- 251 - A
- 252 - E
- 253 - D
- 254 - A
- 255 - A
- 256 - B
- 257 - D
- 258 - $98=2+32+64$
- 259 - C
- 260 - D
- 261 - D
- 262 - C
- 263 - A
- 264 - C
- 265 - C
- 266 - B
- 267 - B
- 268 - C
- 269 - B
- 270 - A

AULA 32

Ondas II

- 271 - E
- 272 - E
- 273 - B
- 274 - E
- 275 - A
- 276 - C
- 277 - E
- 278 - C
- 279 - D
- 280 - E
- 281 - B
- 282 - A
- 283 - E
- 284 - A
- 285 - B
- 286 - C
- 287 - C
- 288 - C
- 289 - D
- 290 - C
- 291 - B
- 292 - D
- 293 - E
- 294 - E
- 295 - E
- 296 - D
- 297 - C
- 298 - $26=2+8+16$
- 299 - C
- 300 - C
- 301 - D
- 302 - C
- 303 - A
- 304 - D
- 305 - E
- 306 - C
- 307 - D
- 308 - D
- 309 - A
- 310 - D
- 311 - B
- 312 - C
- 313 - C
- 314 - B
- 315 - A

AULA 33

Acústica

- 316 - D
- 317 - D
- 318 - C
- 319 - C
- 320 - B
- 321 - A
- 322 - A
- 323 - A
- 324 - C
- 325 - C
- 326 - D
- 327 - D
- 328 - C
- 329 - A
- 330 - B
- 331 - C
- 332 - D
- 333 - D
- 334 - B
- 335 - C
- 336 - B
- 337 - D
- 338 - B
- 339 - D
- 340 - B
- 341 - B
- 342 - A
- 343 - B
- 344 - E
- 345 - D
- 346 - C
- 347 - E
- 348 - B
- 349 - B
- 350 - A
- 351 - E
- 352 - C
- 353 - E
- 354 - E
- 355 - C
- 356 - B
- 357 - A
- 358 - A
- 359 - D
- 360 - C

AULA 34

Óptica I

- 361 - A
- 362 - C
- 363 - A
- 364 - E
- 365 - A
- 366 - A
- 367 - A
- 368 - C
- 369 - A
- 370 - C
- 371 - D
- 372 - E
- 373 - E
- 374 - B
- 375 - B
- 376 - E
- 377 - C
- 378 - D
- 379 - E
- 380 - A
- 381 - D
- 382 - E
- 383 - A
- 384 - A
- 385 - B

AULA 35

Óptica II

- 386 - C
- 387 - A
- 388 - C
- 389 - B
- 390 - C
- 391 - B
- 392 - B
- 393 - A
- 394 - D
- 395 - C
- 396 - C
- 397 - C
- 398 - B
- 399 - B
- 400 - A
- 401 - E
- 402 - C
- 403 - C
- 404 - E
- 405 - D
- 406 - D
- 407 - D
- 408 - C
- 409 - B
- 410 - A
- 411 - B
- 412 - E
- 413 - B
- 414 - E
- 415 - A
- 416 - D
- 417 - D
- 418 - C
- 419 - D
- 420 - C
- 421 - A
- 422 - B
- 423 - A
- 424 - A
- 425 - B
- 426 - E
- 427 - E
- 428 - A
- 429 - E
- 430 - A

AULA 36

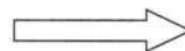
Óptica III

- 431 - C
- 432 - A
- 433 - B
- 434 - D
- 435 - A
- 436 - D
- 437 - D
- 438 - C
- 439 - B
- 440 - B
- 441 - A
- 442 - D
- 443 - D
- 444 - C
- 445 - D
- 446 - B
- 447 - A
- 448 - B
- 449 - B
- 450 - C
- 451 - A
- 452 - D
- 453 - D
- 454 - A
- 455 - C
- 456 - C
- 457 - B
- 458 - B
- 459 - D
- 460 - E
- 461 - D
- 462 - B
- 463 - E
- 464 - A
- 465 - E
- 466 - B
- 467 - E
- 468 - D

AULA 37

Física Moderna I

- 469 - E
- 470 - C
- 471 - D
- 472 - E
- 473 - A
- 474 - E
- 475 - E
- 476 - E
- 477 - E
- 478 - D
- 479 - B
- 480 - B
- 481 - D
- 482 - C
- 483 - B
- 484 - D
- 485 - D
- 486 - D
- 487 - A
- 488 - E
- 489 - C
- 490 - B
- 491 - D
- 492 - B
- 493 - E



AULA 38

Física Moderna II

- 494 – D
- 495 – E
- 496 – D
- 497 – C
- 498 – D
- 499 – C
- 500 – E
- 501 – E
- 502 – A
- 503 – E
- 504 – B
- 505 – C
- 506 – C
- 507 – E
- 508 – A
- 509 – E
- 510 – E
- 511 – B
- 512 – E
- 513 – B
- 514 – D
- 515 – C
- 516 – D
- 517 – A
- 518 – D
- 519 – A
- 520 – D



Apêndice

• UNIDADES USUAIS

grandeza	símbolo	unidade	símbolo
Massa	m	quilograma	kg
Distância, comprimento	d, l	metro	m
Tempo	t	segundo	s
Corrente elétrica	i	ampère	A
Quantidade de matéria	n	moles	mol
Temperatura	T	kelvin	K
Intensidade luminosa	I	candela	cd
Densidade	d	quilograma por metro cubico	kg.m ⁻³
Carga elétrica	q, Q	coulomb	C
Período	T	segundo	s
Frequência	f	hertz	Hz
Velocidade	v, c	metro por segundo	m.s ⁻¹
Velocidade angular	ω	radiano por segundo	rad.s ⁻¹
Aceleração	a	metro por segundo ao quadrado	m.s ⁻²
Força	F	newton	N
Energia	E	joule	J
Quantidade de calor	Q	joule	J
Trabalho	W, τ	joule	J
Potência	P	watt	W
Pressão	p, P	pascal	Pa
Calor específico	c	joule por kelvin e por quilograma	J.kg ⁻¹ .K ⁻¹
Capacidade calorífica	C	joule por kelvin	J.K ⁻¹
Calor latente	L	joule por quilograma	J.kg ⁻¹
Tensão elétrica	U, V	volt	V
Resistência elétrica	R, r	ohm	Ω
Resistividade	ρ	ohm metro	Ω .m
Impedância	Z	ohm	Ω
Campo magnético	B	tesla	T
Fluxo magnético	ϕ	weber	Wb
Indutância	L	henry	H
Capacidade elétrica	C	farad	F



• ALFABETO GREGO

Alfa	A	α	Ni	N	ν
Beta	B	β	csi	Ξ	ξ
Gama	Γ	γ	Ômicron	O	o
Delta	Δ	δ	Pi	Π	π
Epsilon	E	ϵ	Rô	P	ρ
Dzeta	Z	ζ	Sigma	Σ	σ
Eta	H	ϵ	Tau	T	τ
Teta	Θ	θ	Ípsilon	Y	υ
Iota	I	ι	Fi	Φ	ϕ
capa	K	κ	Qui	X	χ
Lambda	Λ	λ	Psi	Ψ	ψ
Mi	M	μ	Ômega	Ω	ω

• PREFIXOS

Múltiplo	Prefixo	Símbolo	Nome Comum
10^{18}	exa	E	quintilhão
10^{15}	peta	P	quadrilhão
10^{12}	tera	T	trilhão
10^9	giga	G	bilhão
10^6	mega	M	milhão
10^3	quilo	k	mil
10^2	hecto	h	cem
10^1	deca	da	dez
10^{-1}	deci	d	Décimo
10^{-2}	centi	c	Centésimo
10^{-3}	mili	m	Milésimo
10^{-6}	micro	μ	Milionésimo
10^{-9}	nano	n	Bilionésimo
10^{-12}	pico	p	Trilionésimo
10^{-15}	femto	f	Quadrilionésimo
10^{-18}	atto	a	Quintilionésimo



• CONSTANTES FÍSICAS

Nome	Símbolo	Valor
Zero Absoluto	0 k	-273,15 °C
Aceleração da gravidade	g	9,8 m/s ²
Constante Universal dos Gases	R	0,0821 atm.L/mol.K
Constante de Boltzmann	K	1,38 x 10 ⁻²³ J/K
Número de Avogadro	N ₀	6,02 x 10 ²² moléculas/mol
Constante Eletrostática (vácuo)	K	9 x 10 ⁹ Nm ² /C ²
Carga Elementar	q	1,6 x 10 ⁻¹⁹ C
Constante Gravitacional	G	6,67 x 10 ⁻¹¹ Nm ² /kg ²
Permeabilidade magnética (vácuo)	μ ₀	4 x 10 ⁻⁷ T.m/A
Massa de Repouso do Elétron	m _e	9,11 x 10 ⁻³¹ kg
Massa de Repouso do Próton	m _p	1,67 x 10 ⁻²⁷ kg
Constante de Planck	h	6,63 x 10 ⁻³⁴ J.s
Velocidade da luz no vácuo	c	3 x 10 ⁸ m/s

• UNIDADES FUNDAMENTAIS

Unidade	Símbolo	Grandeza
metro	m	comprimento
quilograma	kg	massa
segundo	s	tempo
ampère	A	intensidade de corrente elétrica
kelvin	K	temperatura termodinâmica
mol	mol	quantidade de matéria
candela	cd	intensidade luminosa

alex

FÍSICA

mossmann

MAIS
QUE
UM
CURSO



(51) 999115827



@alexmossmann



alexmossmann.com

