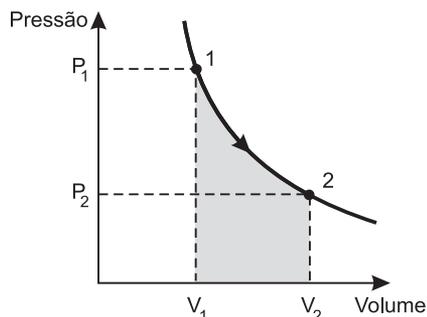


## Exercícios Complementares no Portal Objetivo FIS2M408 e FIS2M409

**1 (UFLA-MG-MODELO ENEM)** – Abaixo temos o diagrama PV, que mostra uma transformação isotérmica de 1 mol de um gás perfeito.



A área hachurada mede:

- a variação da pressão.
- a variação da energia interna.
- o trabalho realizado pelo gás.
- o calor cedido pelo gás.
- o calor específico sensível do gás a temperatura constante.

**2 (UFV-MG-MODELO ENEM)** – Um gás ideal monoatômico expandiu-se, realizando um trabalho sobre a vizinhança igual, em módulo, à quantidade de calor absorvida por ele durante a expansão. Sabendo-se que a energia interna de um gás ideal é proporcional a sua temperatura absoluta, pode-se afirmar que, na transformação relatada acima, a temperatura absoluta do gás

- necessariamente aumentou.
- necessariamente permaneceu constante.
- necessariamente diminuiu.
- aumentou ou permaneceu constante.
- diminuiu ou permaneceu constante.

**3 (UNESP-SP-MODELO ENEM)** – Um gás ideal, confinado no interior de um pistão com êmbolo móvel, é submetido a uma transformação na qual seu volume é reduzido à quarta parte do seu volume inicial, em um intervalo de tempo muito curto. Tratando-se de uma transformação muito rápida, não há tempo para a troca de calor entre o gás e o meio exterior. Pode-se afirmar que a trans-

formação é

- isobárica, e a temperatura final do gás é maior que a inicial.
- isotérmica, e a pressão final do gás é maior que a inicial.
- adiabática, e a temperatura final do gás é maior que a inicial.
- isobárica, e a energia interna final do gás é menor que a inicial.
- adiabática, e a energia interna final do gás é menor que a inicial.

**4 (MODELO ENEM)** – O aquecimento de um gás perfeito:

- em volume constante, produz variação da temperatura e realização de trabalho.
- sob pressão constante, não altera a agitação molecular.
- em volume constante, aumenta a energia cinética média das moléculas.
- sob pressão constante, aumenta a frequência dos choques das moléculas contra as paredes do recipiente.
- provoca diminuição da energia interna do sistema.

**1 (UNESP)** – Um pistão com êmbolo móvel contém 2 mols de  $O_2$  e recebe 581J de calor. O gás sofre uma expansão isobárica na qual seu volume aumentou de 1,66ℓ, a uma pressão constante de  $10^5 \text{ N/m}^2$ . Considerando que nessas condições o gás se comporta como gás ideal, utilize  $R = 8,3 \text{ J/mol.K}$  e calcule

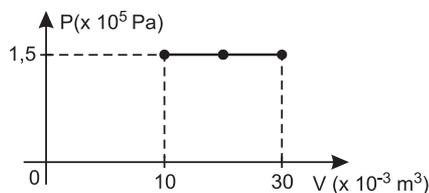
- a variação de energia interna do gás.
- a variação de temperatura do gás.

**2 (VUNESP-UFTM-MG)** – Uma amostra constituída por 1 mol de gás ideal, monoatômico, é levada do estado A para o estado B, conforme apresentado no gráfico P x V, sofrendo um acréscimo de temperatura igual a 700K.

Dados:

calor molar sob pressão constante do gás  $C_p = 21 \text{ J/mol.K}$

calor molar sob volume constante do gás  $C_v = 12,5 \text{ J/mol.K}$

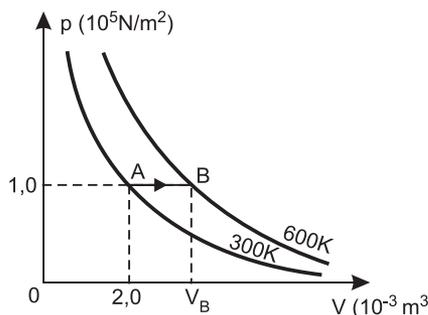


Determine:

- o trabalho realizado pelo gás durante o processo AB.

b) a variação de energia interna do gás.

**3 (FATEC-SP)** – Um gás ideal, inicialmente no estado A ( $p_A = 1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ;  $V_A = 2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ;  $T_A = 300\text{K}$ ), sofre uma transformação isobárica até o estado B ( $p_B$ ;  $V_B$ ;  $T_B = 600\text{K}$ ). Essa transformação está representada no gráfico pressão x volume abaixo.



O trabalho realizado pelo gás na expansão de A para B vale

- 150 joules
- 250 joules
- 200 joules
- 60 joules
- 130 joules

**4 (MODELO ENEM)** – A transformação do calor em energia cinética e o uso do movimento para retirar energia térmica de um sistema fazem parte da nossa vida cotidiana. O funcionamento dos motores dos automóveis mo-

vidos por combustíveis diversos e das geladeiras são explicados, respectivamente, por essas transformações de energia.

Analise as proposições que se seguem.

- O motor dos veículos transforma parte do calor proveniente da queima dos combustíveis em trabalho.
- A geladeira produz a diminuição da energia interna do ar no interior da geladeira, transferindo-a para o meio externo.
- Tanto a geladeira como o motor do automóvel igualam o calor com o trabalho recebido ou realizado, com 100% de rendimento.

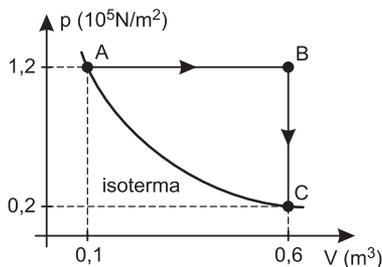
Estão corretas:

- I e II, apenas
- II e III, apenas
- I e III, apenas
- I, II e III
- nenhuma delas

**5** No aquecimento isobárico de uma amostra de um gás perfeito, o trabalho trocado com o meio e a variação da energia interna são, respectivamente:

- nulo e positiva.
- realizado e nula.
- nulo e negativa.
- realizado e positiva.
- recebido e nula.

1 (UDESC) – Um gás ideal passa do estado inicial A para o estado B e, após, para o estado final C, como mostra o gráfico da pressão, p, do gás, em função de seu volume, V.



- Analise o gráfico e as afirmações a seguir.
- O calor recebido pelo gás para ir do estado A até o estado C é de  $6 \cdot 10^4 \text{ J}$ .
  - O trabalho total realizado pelo gás para ir do estado A até o estado C é de  $6 \cdot 10^4 \text{ J}$ .
  - A energia interna do gás no estado A é igual a sua energia interna no estado C.
  - O calor que teria que ser fornecido ao gás, se ele fosse do estado A ao estado C ao longo da isoterma, seria maior do que o do trajeto ABC.

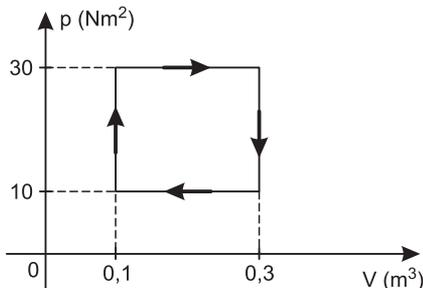
A alternativa que contém todas as afirmações corretas é:

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

2 (OSEC) – Quando um gás perfeito descreve um ciclo, sua energia interna

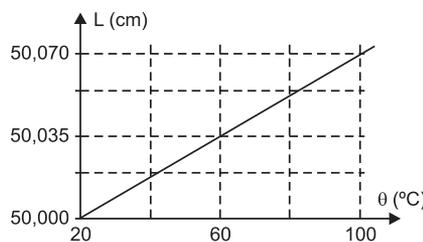
- a) aumenta  
b) diminui  
c) varia, mas o valor final é igual ao inicial  
d) não pode ser determinada  
e) permanece constante

3 (PUC-SP) – Uma amostra de gás ideal sofre o processo termodinâmico cíclico representado no gráfico abaixo.



- a)  $L_A = L_B$  e  $\alpha_A = \alpha_B$       d)  $L_A > L_B$  e  $\alpha_A < \alpha_B$   
e)  $L_A = L_B$  e  $\alpha_A > \alpha_B$

3 (UNILASALLE-SC-MODELO ENEM) – Em uma experiência para medir o coeficiente de dilatação linear médio de um certo pedaço de metal desconhecido, obteve-se o seguinte gráfico do comprimento em função da temperatura:



Abaixo, segue-se uma tabela com os coeficientes de dilatação linear média,  $\alpha$ , para alguns metais.

Metal	$\alpha$ ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
Aço	$11,0 \times 10^{-6}$
Ouro	$14,3 \times 10^{-6}$
Cobre	$17,5 \times 10^{-6}$
Alumínio	$23,0 \times 10^{-6}$
Chumbo	$29,0 \times 10^{-6}$

Ao completar um ciclo, o trabalho, em joules, realizado pela força que o gás exerce nas paredes do recipiente é

- a) + 6      b) + 4      c) + 2  
d) - 4      e) - 6

4 (PUC-MODELO ENEM) – Considere o texto abaixo.

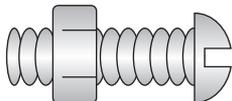
O diesel verde pode ser produzido através da gaseificação de biomassa — que ocorre quando se esquentam matéria orgânica até o ponto de ocorrer a liberação de hidrogênio e monóxido de carbono — seguida da conversão dos compostos em hidrocarbonetos de cadeia longa. O resultado é um combustível automotivo líquido competitivo, que não acrescenta virtualmente nenhum gás de efeito estufa à atmosfera.

(Adaptado de Scientific American. Outubro 2006. p. 58)

O diesel verde, combustível automotivo líquido, tem calor de combustão  $4,0 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$ . O motor de um caminhão desenvolve potência de  $1,5 \cdot 10^5 \text{ W}$  ao se usar esse combustível. Se o rendimento total do funcionamento do caminhão é de 25%, a massa de diesel verde consumida por minuto é, em kg,

- a) 0,30    b) 0,45    c) 0,60    d) 0,90    e) 1,5

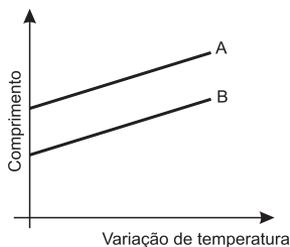
1 (MODELO ENEM) – Uma porca está muito apertada no parafuso.



O que você deve fazer para afrouxá-la?

- a) É indiferente esfriar ou esquentar a porca.  
b) Esfriar a porca.  
c) Esquentar a porca.  
d) É indiferente esfriar ou esquentar o parafuso.  
e) Esquentar o parafuso.

2 (UFV-MG) – A figura abaixo ilustra a variação dos comprimentos de duas barras, A e B, que são aquecidas a partir de uma mesma temperatura.



Sabendo-se que as duas linhas são paralelas, com respeito aos comprimentos iniciais,  $L_A$  e  $L_B$ , das barras e a seus coeficientes de dilatação linear,  $\alpha_A$  e  $\alpha_B$ , é correto afirmar que:

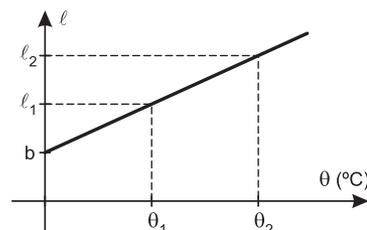
- a)  $L_A > L_B$  e  $\alpha_A > \alpha_B$     b)  $L_A = L_B$  e  $\alpha_A < \alpha_B$

Calculando-se  $\alpha$  a partir dos dados experimentais (gráfico), inferimos que o metal em questão é provavelmente o

- a) chumbo.      b) alumínio.  
c) cobre.        d) ouro.  
e) aço.

4 (MACKENZIE) – Uma haste metálica, constituída de material cujo coeficiente de dilatação linear é  $\alpha$ , possui comprimento  $\ell_0$  a uma temperatura inicial  $\theta_0$ , medida na escala Celsius, bem abaixo de seu ponto de fusão. Experimentalmente, a dilatação linear dessa haste é dada por  $\Delta \ell = \alpha \cdot \ell_0 \cdot \Delta \theta$ . Observando o gráfico do comprimento da haste em função da temperatura, obtido a partir desta equação, podemos afirmar que:

- a)  $b = \ell_0$ , qualquer que seja  $\theta_0$ .  
b)  $b = \alpha \cdot \ell_0 \cdot \theta_0$ , qualquer que seja  $\theta_0$ .  
c)  $b = \alpha \cdot \ell_0 \cdot \theta_0$ , somente se  $\theta_0 = 0$ .  
d)  $b = \ell_0 - \alpha \cdot \ell_0 \cdot \theta_0$ , qualquer que seja  $\theta_0$ .  
e)  $b = \ell_0 - \alpha \cdot \ell_0 \cdot \theta_0$ , somente se  $\theta_0 = 0$ .



## Exercícios Complementares no Portal Objetivo FIS2M412

1 (UESB-BA) – Um tanque cheio de gasolina de um automóvel, quando exposto ao sol por algum tempo, derrama uma certa quantidade desse combustível.

Desse fato, conclui-se que

- 01) só a gasolina se dilatou.
- 02) a quantidade de gasolina derramada representa sua dilatação real.
- 03) a quantidade de gasolina derramada representa sua dilatação aparente.
- 04) o tanque dilatou mais que a gasolina.
- 05) a dilatação aparente da gasolina é igual à dilatação do tanque.

2 (ENEM) – A gasolina é vendida por litro, mas em sua utilização como combustível, a massa é o que importa. Um aumento da temperatura do ambiente leva a um aumento no volume da gasolina. Para diminuir os efeitos práticos dessa variação, os tanques dos postos de gasolina são subterrâneos. Se os tanques **não** fossem subterrâneos:

- I. Você levaria vantagem ao abastecer o carro na hora mais quente do dia, pois estaria comprando mais massa por litro de combustível.
- II. Abastecendo com a temperatura mais baixa, você estaria comprando mais massa de combustível para cada litro.
- III. Se a gasolina fosse vendida por kg em vez de por litro, o problema comercial decorrente da dilatação da gasolina estaria resolvido.

Destas considerações, somente

- a) I é correta.
- b) II é correta.
- c) III é correta.
- d) I e II são corretas.
- e) II e III são corretas.

3 (AFA-RJ) – Um recipiente, ocupado completamente por um líquido, é aquecido. Sendo os coeficientes de dilatação volumétrica do líquido e do recipiente, respectivamente, iguais a  $\gamma_L$  e  $\gamma_R$ , então pode-se afirmar que, quando

- a)  $\gamma_L = \gamma_R$ , a dilatação aparente é menor que a real e não-nula.
- b)  $\gamma_L > \gamma_R$ , a dilatação aparente é igual à real.
- c)  $\gamma_L > \gamma_R$ , a dilatação aparente é menor que a real.
- d)  $\gamma_L = \gamma_R$ , a dilatação aparente é igual à real.

4 (UEL-PR) – Um copo de vidro de capacidade  $100\text{cm}^3$ , a  $20,0^\circ\text{C}$ , contém  $98,0\text{cm}^3$  de mercúrio a essa temperatura. O mercúrio começará a extravasar quando a temperatura do conjunto, em  $^\circ\text{C}$ , atingir o valor de

- a) 300
- b) 240
- c) 200
- d) 160
- e) 140

Dados: Coeficientes de dilatação cúbica:

$$\text{mercúrio} = 180 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

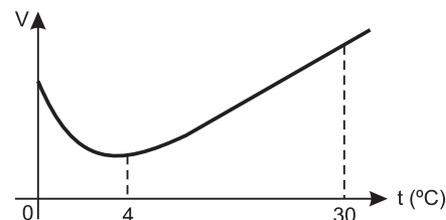
$$\text{vidro} = 9,00 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

5 (UFLA-MG) – O tanque de combustível de um carro de fórmula 1 tem capacidade de 120 litros e são colocados 100 litros de combustível a  $5^\circ\text{C}$ . Considerando o coeficiente de dilatação volumétrica do combustível  $1,2 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  e a variação de volume do tanque desprezível, então a  $45^\circ\text{C}$  o volume colocado terá um acréscimo, em litros, de

- a) 4,8 litros
- b) 3,6 litros
- c) 2,4 litros
- d) 1,2 litros
- e) 20,0 litros

Nota: Despreze a dilatação do tanque.

6 (FATEC-SP) – O diagrama mostra o volume V de uma amostra de água, em função da temperatura t.



Com base no diagrama, considere as asserções:

- I. A água apresenta dilatação aproximadamente regular no intervalo de temperatura de  $10^\circ\text{C}$  a  $30^\circ\text{C}$ .
- II. A densidade da água aumenta quando a temperatura passa de  $1^\circ\text{C}$  para  $4^\circ\text{C}$ .
- III. A densidade da água diminui quando a temperatura passa de  $20^\circ\text{C}$  para  $10^\circ\text{C}$ .

Dessas asserções, somente

- a) I é correta.
- b) II é correta.
- c) III é correta.
- d) I e II são corretas.
- e) I e III são corretas.

7 (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  $5^\circ\text{C}$ . Para revender o líquido aos motoristas, instalou um mecanismo na bomba de combustível para aquecê-lo, para que atinja a temperatura de  $35^\circ\text{C}$ , sendo o litro de álcool revendido a R\$ 1,60. Diariamente o posto compra 20 mil litros de álcool a  $5^\circ\text{C}$  e os revende.

Com relação à situação hipotética descrita no texto e dado que o coeficiente de dilatação volumétrica do álcool é de  $1 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , 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.

8 (MODELO ENEM) – Ao aquecer um litro de leite, pela manhã, um estudante distraído permite a fervura e ao não apagar a chama, o líquido transborda e suja o fogão.

É correto afirmar que:

- a) a dilatação da panela é maior que a do líquido.
- b) o volume do líquido transbordado depende apenas do coeficiente de dilatação volumétrica da panela.
- c) o coeficiente de dilatação volumétrica do leite é maior que o do material que constitui a panela.
- d) a dilatação aparente é a variação do volume do líquido sem considerar a dilatação do recipiente.
- e) a dilatação do volume do leite não depende do volume inicial e da variação de temperatura.

9 (MODELO ENEM) – Levando-se em conta, apenas, a dilatação térmica, o horário mais apropriado do dia para abastecer o carro é o:

- a) de menor temperatura ambiente.
- b) de maior temperatura ambiente.
- c) de maior pressão atmosférica.
- d) de maior umidade relativa do ar.
- e) de menor pressão atmosférica.

**1 (Olimpíada Brasileira de Astronomia – MODELO ENEM)****A Radiação Cósmica de Fundo**

Chama-se de corpo negro a um corpo ao mesmo tempo emissor ideal e absorvedor ideal de radiação. Isto porque, segundo sua definição, um corpo negro absorve toda a radiação que cai em sua superfície e emite um espectro contínuo, cuja intensidade depende exclusivamente de sua temperatura. A temperatura de corpo negro de um corpo é, assim, a temperatura na qual a emissão energética atinge seu valor máximo. Estrelas podem ser, ironicamente, estudadas como corpos negros. A radiação cósmica de fundo é uma emissão observada em qualquer lugar do céu que se olhe, e é bem representada pela radiação de um corpo negro à temperatura de 2,735 K. Esta radiação é remanescente do estado quente do Universo quando sua temperatura, diminuindo à medida que o Universo se expandia (e ainda se expande, e sua temperatura continua a cair cada vez mais lentamente), tornou-se, embora ainda bastante elevada, pequena o suficiente para que a matéria deixasse de ser afetada pela radiação. Assim, os núcleos atômicos primordiais puderam capturar elétrons e a matéria eletricamente neutra foi formada. O Universo passou de opaco para transparente, na chamada época de recombinação, aproximadamente uns 380 mil anos após o *Big Bang*. A identificação da existência da radiação de fundo representa uma das provas mais convincentes que temos de que a teoria do *Big Bang* está correta. Sabemos que o espectro de corpo negro obedece à chamada lei de Wien:

$$\lambda_{\text{máx}} T = \text{constante},$$

onde  $\lambda_{\text{máx}}$  é o comprimento de onda do máximo do espectro e  $T$  é a temperatura do corpo negro. No caso do Sol, que também emite radiação eletromagnética como um corpo negro, temos  $\lambda_{\text{máx}} = 5.000 \text{ \AA}$  ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ) e  $T = 6000 \text{ K}$ . Calcule  $\lambda_{\text{máx}}$  do espectro da radiação de fundo.

**2 (MODELO ENEM)** – Dentre os fatos citados a seguir, assinale aquele que **não** é explicado pela teoria do *Big Bang*:

- as galáxias afastam-se uma das outras, com grandes velocidades, evidenciando um Universo em expansão.
- o hidrogênio e o hélio são os elementos mais abundantes no Universo e existem numa proporção quase constante de três átomos de hidrogênio para um átomo de hélio.

- a existência da radiação cósmica de fundo.
- a pequena densidade do Universo.
- a existência de galáxias que não obedecem à Lei de Hubble.

**3 (UFMG)** – Em alguns laboratórios de pesquisa, são produzidas antipartículas de partículas fundamentais da natureza.

Cite-se, como exemplo, a antipartícula do elétron – o pósitron –, que tem a mesma massa que o elétron e carga de mesmo módulo, porém positiva.

Quando um pósitron e um elétron interagem, ambos podem desaparecer, produzindo dois fótons de mesma energia. Esse fenômeno é chamado de aniquilação.

Com base nessas informações,

- explique** o que acontece com a massa do elétron e com a do pósitron no processo de aniquilação.  
Considere que tanto o elétron quanto o pósitron estão em repouso.
- calcule** a frequência dos fótons produzidos no processo de aniquilação.

Dados:

- massa do elétron:  $9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- constante de Planck:  $7 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

**4** Um próton tem massa de  $1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ . Quando um próton e um antipróton sofrem um processo de aniquilamento, qual é a quantidade de energia associada à radiação eletromagnética produzida?

Dado: módulo da velocidade da luz no vácuo:  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

**5 (MODELO ENEM)** – De acordo com as teorias modernas da Cosmologia, o Universo é um sistema fechado em rápida expansão que sofre um resfriamento contínuo.

A transformação termodinâmica que descreve a evolução do cosmo é uma:

- expansão isobárica
- compressão adiabática
- expansão isotérmica
- expansão adiabática
- compressão isobárica

**6 (MODELO ENEM)** – A radiação cósmica de fundo (RCF) é encontrada em todo o Universo observável e o caracteriza como um corpo negro que emite ondas eletromagnéticas na faixa de comprimentos de onda próxima de  $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ . A velocidade da luz no vácuo tem

módulo igual a  $3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  e a frequência da RCF vale, em Hz:

- $3,0 \cdot 10^{11}$
- $3,0 \cdot 10^8$
- $3,0 \cdot 10^5$
- $3,0 \cdot 10^3$
- $3,0 \cdot 10^2$

**7 (MODELO ENEM)** – No ambiente aconchegante de uma sala de estar, você poderia encontrar uma das provas do Big Bang, que sugere uma origem explosiva do Universo, ocorrida há 13,7 bilhões de anos:

- na eletrização dos pelos do seu braço, nas proximidades da tela de um televisor.
- na transmissão, por ressonância, das ondas de infravermelho do controle remoto para o televisor.
- na interferência de uma imagem móvel, que ocorre, por batimento, em relação à imagem principal ao televisor.
- numa parte do chuvisco do televisor não sintonizado que representa um fundo de micro-ondas encontrado no espaço.
- na tela azul do televisor não sintonizado que representa o desvio do espectro, por efeito Doppler-Fizeau, da radiação das galáxias, captado pelas antenas e satélites de transmissão.

**8 (MODELO ENEM)** – O Universo conhecido apresenta-se como um sistema fechado, em expansão acelerada, a partir de um estado muito concentrado a altíssima temperatura, ocorrido há 13,7 bilhões de anos. Atualmente, ele apresenta as seguintes características:

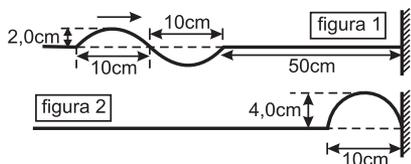
- Massa:  $10^{54} \text{ kg}$ , incluindo a matéria escura, responsável pela expansão acelerada do cosmo.
- Raio:  $10^{26} \text{ m}$  (Universo esférico)
- Temperatura: 2,7k, relacionada com uma radiação cósmica de fundo (RCF) de comprimento de onda  $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$  com fótons de energia  $E$  e proporcional à frequência  $f$  de acordo com a expressão  $E = hf$  ( $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ ).
- A radiação eletromagnética atravessa o espaço com velocidade de módulo máximo igual a  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

É correto afirmar que o Universo atual apresenta:

- densidade com ordem de grandeza  $10^{-28} \text{ kg/m}^3$
- temperatura média 270,3°C.
- volume com ordem de grandeza de  $10^{81} \text{ m}^3$ .
- período da RCF igual a  $3,3 \cdot 10^{-10} \text{ s}$ .
- fótons com energia quantizada no valor máximo de  $1,98 \cdot 10^{-22} \text{ J}$  para a RCF.

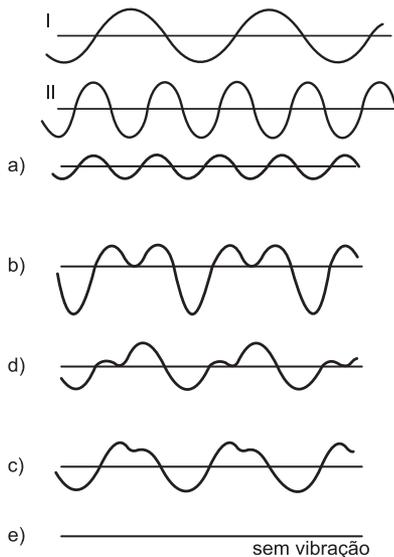
Exercícios Complementares no Portal Objetivo FIS2M414 e FIS2M415

1 (UFRJ) – Uma onda na forma de um pulso senoidal tem altura máxima de 2,0cm e propaga-se para a direita com velocidade de  $1,0 \cdot 10^4 \text{cm/s}$ , num fio esticado e preso a uma parede fixa (figura 1). No instante considerado inicial, a frente de onda está a 50cm da parede.

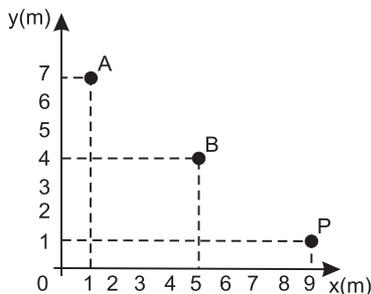


Determine o instante em que a superposição da onda incidente com a refletida tem a forma mostrada na figura 2, com altura máxima de 4,0cm.

2 (FATES – MODELO ENEM) – As ondas I e II, representadas abaixo, têm frequências diferentes. Fazendo a superposição da onda I com a onda II, teremos uma onda resultante com a forma aproximada daquela mostrada em:

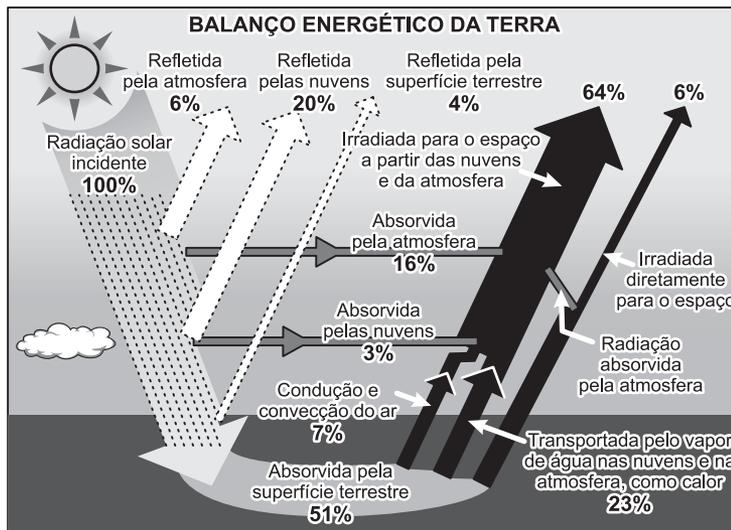


1 (UFC) – Duas fontes sonoras, A e B, mostradas na figura abaixo, emitem ondas senoidais em fase e com a mesma frequência.



(GAVE-PORTUGAL–MODELO ENEM) – Enunciado para as questões 3 e 4.

A importância do papel do Sol na evolução da vida terrestre é desde há muito reconhecida. Na figura está esquematizado um balanço energético da Terra.



(adaptado de [www.nasa.gov/.../2007/polar climate prt.htm](http://www.nasa.gov/.../2007/polar climate prt.htm))

3 Classifique como verdadeira ou falsa, cada uma das afirmações seguintes.

- (I) A percentagem da radiação solar incidente que é refletida é maior do que a que é absorvida pela atmosfera e pelas nuvens.
- (II) A radiação solar que atinge a superfície da Terra situa-se apenas na zona visível do espectro eletromagnético.
- (III) A percentagem da radiação solar absorvida pela atmosfera é superior à refletida por ela.
- (IV) A intensidade máxima da radiação emitida pela Terra ocorre na zona do visível do espectro eletromagnético.

Estão corretas apenas:

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

4 Classifique como verdadeira ou falsa cada uma das afirmações seguintes:

- (1) A intensidade máxima da radiação emitida pelo Sol ocorre na zona do infravermelho do espectro eletromagnético
- (2) Aproximadamente metade da radiação solar incidente é absorvida pela superfície terrestre.
- (3) Uma parte da radiação solar incidente é absorvida pela atmosfera, sendo a restante radiação totalmente absorvida pela superfície terrestre.
- (4) Da radiação solar que atinge o planeta, 30% é refletida para o espaço.

Estão corretas apenas:

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

Considerando a velocidade do som igual a 340m/s, determine a menor frequência capaz de produzir

- a) interferência construtiva no ponto P.
- b) interferência destrutiva no ponto P.

2 Um tanque de fundo plano e horizontal contém benzeno transparente de índice absoluto de refração igual a 1,5. Uma onda de telecomunicações com frequência igual a 100MHz, emitida de um satélite, incide verticalmente sobre a superfície tranquila do benzeno, sendo em parte refletida na

superfície líquida e em parte refletida no fundo do tanque. Sabendo que a intensidade da velocidade da luz no vácuo é igual a  $3,0 \cdot 10^8 \text{m/s}$ , determine:

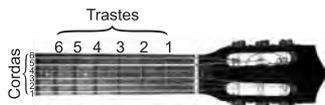
- a) A intensidade da velocidade da onda no interior do benzeno, bem como seu respectivo comprimento de onda.
- b) As três menores alturas do benzeno dentro do tanque para que a parcela da onda refletida na superfície líquida seja cancelada pela parcela da onda refletida no fundo do tanque.

1 (ITA) – Considere duas ondas que se propagam com frequências  $f_1$  e  $f_2$ , ligeiramente diferentes entre si, e mesma amplitude  $A$ , cujas equações são respectivamente  $y_1(t) = A \cos(2\pi f_1 t)$  e  $y_2(t) = A \cos(2\pi f_2 t)$ . Assinale a opção que indica corretamente:

	Amplitude máxima da onda resultante	Frequência da onda resultante	Frequência do batimento
a)	$A\sqrt{2}$	$f_1 + f_2$	$(f_1 - f_2)/2$
b)	$2A$	$(f_1 + f_2)/2$	$(f_1 - f_2)/2$
c)	$2A$	$(f_1 + f_2)/2$	$f_1 - f_2$
d)	$A\sqrt{2}$	$f_1 + f_2$	$f_1 - f_2$
e)	$A$	$(f_1 + f_2)/2$	$f_1 - f_2$

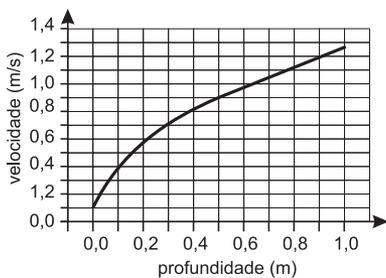
2 (UFRN) – Afinar a corda de um instrumento musical é ajustar a tração dessa corda até que a frequência de seu modo fundamental de vibração coincida com uma frequência predeterminada.

Uma forma usual de se afinar um violão consiste em afinar uma das últimas cordas (valendo-se de memória musical ou da comparação com algum som padrão, obtido por meio de um diapasão, piano, flauta etc.) e usar tal corda para afinar as outras que ficam abaixo dela. (A figura seguinte ilustra em detalhe o braço de um violão.)



Flavita, acostumada a afinar seu violão, afina inicialmente a corda número 5. Assim, para afinar a corda número 4, ela pressiona a corda 5

1 (UnB) – ...Havia um tronco de árvore caído, preso a um barranco que se estendia sobre o lago. Um dos rapazes subiu no tronco e começou a balançá-lo. Notou que o tronco apresentava oscilação com amplitude máxima se impulsionado uma vez a cada 2s, única situação em que tocava a água em um único ponto e produzia nela uma frente de onda que percorria os 5m do ponto de origem das ondas até a margem do lago em 5s. Então o professor entrou em cena e discutiu com os alunos a propagação de ondas em líquidos.



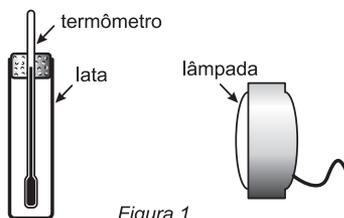
entre o quarto e o quinto trastes, percute-a, observa se a corda 4 vibra e o quanto intensamente vibra em consequência desse procedimento. Flavita vai ajustando a tensão na corda 4 e repetindo tal procedimento até que ela vibre com a maior amplitude possível. Quando isso ocorre, essa corda está afinada.

Com base no acima exposto, atenda às solicitações seguintes.

- Dê o nome do fenômeno físico que fundamenta esse processo de afinação do violão.
- Com base em seus conhecimentos de acústica, explique como esse fenômeno ocorre no processo de afinação do violão.

(GAVE-PORTUGAL-MODELO ENEM) – Enunciado para as questões 3 e 4

As ondas eletromagnéticas são um dos veículos de transferência de energia. Para comparar o poder de absorção da radiação eletromagnética de duas superfícies, utilizaram-se duas latas de alumínio, cilíndricas, pintadas com tinta, uma de preto e a outra de branco.



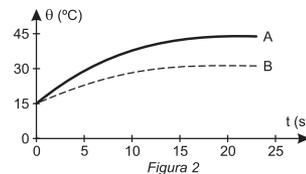
Colocou-se uma das latas a uma certa distância de uma lâmpada de 100 W, como apresenta a figura 1, e registrou-se, regularmente, a temperatura no interior dessa lata, repetindo-se o mesmo procedimento para a outra lata.

Acima está um dos gráficos utilizados por ele, que representa a velocidade da onda em relação à profundidade do lago.

Com base nessas informações, julgue os itens a seguir.

- O tronco de árvore caído possui uma frequência de ressonância de 2Hz.
- Na região do lago em que a profundidade é igual a 0,4m, as ondas produzidas têm comprimento de onda igual a 1,6m.
- Se a profundidade do lago diminuir com a proximidade da margem, então a distância entre duas cristas consecutivas da onda aumentará à medida que as frentes de onda se aproximarem da margem.
- A frente de onda produzida pelo tronco ao tocar a água seria circular se o fundo do lago fosse plano e horizontal.
- Se o lago tivesse fundo plano e horizontal, então sua profundidade seria maior que 0,6m.

O gráfico da figura 2 traduz a evolução da temperatura de cada uma das latas, em equilíbrio com o seu interior.



3 Podemos afirmar que:

- A lata pintada de branco corresponde ao gráfico A.
- A lata pintada de preto corresponde ao gráfico A.
- As duas latas correspondem ao gráfico A.
- As duas latas correspondem ao gráfico B.
- Não há como concluir qual das latas é associada a cada gráfico.

4 Selecione a alternativa que contém os termos que devem substituir as letras (x) e (y), respectivamente, de modo a tornar verdadeira a afirmação seguinte. A temperatura de qualquer das latas aumenta inicialmente, porque parte da radiação é (x) pela sua superfície e fica estável a partir de um determinado instante porque (y).

- ... refletida ... deixa de haver trocas de energia.
- ... refletida ... as taxas de emissão e absorção de energia tornam-se iguais.
- ... absorvida ... deixa de haver trocas de energia.
- ... absorvida ... as taxas de emissão e absorção de energia tornam-se iguais.
- ... absorvida ... a taxa de emissão de energia torna-se maior que a de absorção.

2 (CEFET-PR-MODELO ENEM) – Com relação ao estudo dos fenômenos ondulatórios, são feitas as afirmativas a seguir:

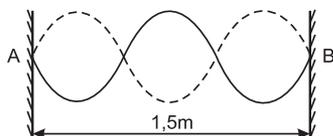
- A luz refletida numa superfície vítrea é totalmente polarizada quando o raio incidente é perpendicular ao raio refletido.
- Na experiência de Young sobre a interferência da luz, a distância entre franjas sucessivas é maior para as ondas luminosas correspondentes à luz vermelha que às correspondentes à luz azul.
- Um disco de “CD” apresenta, quando iluminado por luz branca, colorações semelhantes às do arco-íris causadas pelo fenômeno da interferência das ondas luminosas.

Podemos afirmar que

- apenas I é correta.
- apenas II é correta.
- apenas II e III são corretas.
- apenas I e II são corretas.
- todas são corretas.

Exercícios Complementares no Portal Objetivo FIS2M418 e FIS2M419

1 (FEI) – Numa corda de extremos A e B fixos e comprimento  $AB = 1,5\text{m}$ , forma-se uma onda estacionária de três ventres. As ondas incidente e refletida, que geram a referida onda estacionária, propagam-se com velocidade de  $3,0\text{m/s}$ .

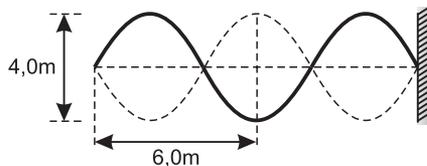


Qual a frequência, em hertz, de vibração dos pontos da corda (excluídos os nós)?

2 (EFEI-SP) – A velocidade de uma onda numa corda vibrante, fixa em ambas as extremidades, é de  $2,0\text{m/s}$ . A corda contém ondas estacionárias com nodos situados a  $4,0\text{cm}$  de distância um do outro.

- a) Qual é a frequência de vibração dos pontos da corda?
- b) Quantas vezes por segundo a corda se torna retilínea, sem apresentar nenhuma onda visível?

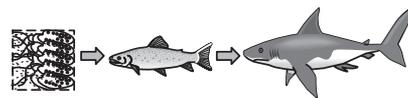
3 A figura seguinte representa uma onda estacionária formada numa corda vibrante.



A respeito da situação proposta, assinale a alternativa correta:

- a) Nas regiões ventrais da onda estacionária, ocorre interferência destrutiva.
- b) Na onda estacionária, formada na corda, há propagação de energia.
- c) A distância entre dois nós consecutivos da onda em questão é  $3,0\text{m}$ .
- d) A amplitude da onda em questão é  $4,0\text{m}$ .
- e) O comprimento de onda, das ondas que originaram a onda estacionária, é de  $8,0\text{m}$ .

4 (MODELO ENEM) – Considere uma cadeia alimentar formada pelo plâncton (que existe no mar), o arenque e o tubarão-arenque.



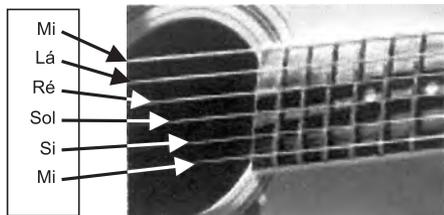
Os tubarões e os arenques não são atingidos pela destruição da camada de ozônio de um modo direto. Entretanto, suas vidas também podem estar ameaçadas pela destruição da camada de ozônio. Considere as proposições a seguir, a respeito deste assunto:

- (I) A destruição da camada de ozônio, de acordo com o texto, possibilitará que os raios ultravioleta B danifiquem o plâncton.
- (II) A quantidade de arenques diminuirá por causa da falta de alimentos (destruição do plâncton pelos raios ultravioleta B).
- (III) A quantidade de tubarões-arenque diminuirá em virtude da falta de alimentos (redução da população de arenques).

Está correto o que se afirma:

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

1 (UFPA – MODELO ENEM) – O violão tem uma afinação padrão, como mostrado na figura abaixo, em que normalmente a corda prima, a Mi mais aguda, vibra uma oitava acima da corda bordão, a Mi mais grave.



Com base nas informações dadas acima, e confirmadas na figura que se apresenta, é correto afirmar:

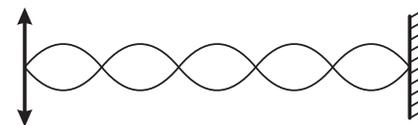
- a) A velocidade com que a onda se propagará no bordão percutido será a mesma com que se propagará na corda prima, se as tensões com que elas forem esticadas forem iguais.
- b) Quando o bordão for percutido, vibrará com uma frequência maior do que a do som que será ouvido.
- c) O comprimento de onda do som que será ouvido, ao tocar a corda prima, será diferente do comprimento de onda da onda que se propagará nesta corda.
- d) O comprimento de onda natural na corda prima é bem menor do que o comprimento de onda natural do bordão, pelo fato de este produzir som mais grave.

e) Como os comprimentos das duas cordas Mi são praticamente iguais, mas o bordão é mais grosso, este deve ficar quatro vezes mais tenso do que a prima, quando o violão estiver afinado.

2 (UNICENTRO-RJ) – A quinta corda solta do violão corresponde à nota si (frequência fundamental igual a  $981\text{Hz}$ ). Se esta corda for presa no quinto trasto, diminuindo assim o comprimento da corda vibrante, obtém-se a nota mi aguda (frequência fundamental igual a  $1308\text{Hz}$ ). Sobre o comprimento da parte vibrante da corda si ( $\ell$ ), que vibra na frequência da nota mi aguda, expresso em função do comprimento da corda solta ( $L$ ), é correto afirmar:

- a)  $\ell = \frac{1}{2} L$
- b)  $\ell = \frac{2}{3} L$
- c)  $\ell = \frac{3}{4} L$
- d)  $\ell = \frac{4}{5} L$
- e)  $\ell = \frac{5}{6} L$

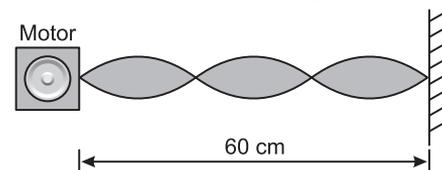
3 (VUNESP) – Uma corda tem uma extremidade amarrada a um gancho fixo numa parede e a outra é posta a vibrar transversalmente ao seu comprimento. Para determinado valor da frequência de vibração, observa-se a formação de ondas estacionárias, como se vê na figura.



Nessas condições, a relação entre o comprimento da corda e o comprimento das ondas formadas na corda vale

- a)  $\frac{5}{2}$
- b)  $\frac{5}{4}$
- c)  $\frac{5}{8}$
- d)  $\frac{1}{5}$
- e)  $\frac{4}{5}$

4 (VUNESP – MODELO ENEM) – Um fio elástico é esticado e tem suas extremidades presas a um gancho fixo em uma parede e a um motor que lhe transmite vibrações transversais. A distância entre a parede e o motor é de  $60\text{cm}$ . Observa-se a formação de ondas estacionárias, reproduzidas na figura, quando o motor vibra com frequência de  $100\text{Hz}$ . A velocidade de propagação das ondas que se deslocam ao longo do fio para formar as ondas estacionárias tem intensidade igual a:



- a) zero
- b)  $20\text{m/s}$
- c)  $30\text{m/s}$
- d)  $40\text{m/s}$
- e)  $60\text{m/s}$

1 O comprimento de onda do som fundamental emitido por um tubo sonoro aberto, de 100 cm de comprimento, vale, em cm:

- a) 25      b) 50      c) 100  
d) 200      e) 400

2 Um tubo sonoro aberto, de comprimento 50cm, é soprado com ar.

Sabendo que a velocidade do som no ar tem módulo igual a 340m/s, determine:

- a) a frequência do som fundamental;  
b) a frequência do 3º harmônico.

3 Um tubo sonoro aberto tem comprimento  $L = 34\text{cm}$  e é soprado com ar. A velocidade do som no ar tem módulo  $v = 340\text{m/s}$ . O som fundamental emitido pelo tubo tem comprimento de onda  $\lambda$  e frequência  $f$ . Assinalar o conjunto coerente.

- a)  $\lambda = 17\text{cm}$ ;  $f = 2,0\text{ kHz}$   
b)  $\lambda = 34\text{cm}$ ;  $f = 1,0\text{ kHz}$   
c)  $\lambda = 68\text{cm}$ ;  $f = 0,50\text{ kHz}$   
d)  $\lambda = 68\text{cm}$ ;  $f = 1,0\text{ kHz}$   
e)  $\lambda = 34\text{cm}$ ;  $f = 2,0\text{ kHz}$

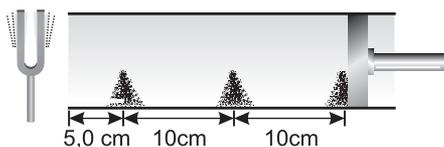
4 O quinto harmônico emitido por um tubo sonoro aberto tem frequência de 1,7 kHz. Sendo o módulo da velocidade do som no ar igual a 340m/s, o comprimento do tubo é de:

- a) 0,20m      b) 0,50m      c) 1,0m  
d) 1,5m      e) 2,0m

1 (UFU) – Produzem-se ondas estacionárias em um tubo sonoro, de comprimento 0,20m, fechado em uma das extremidades. Se a velocidade do som no ar é de 340m/s, as frequências dos dois primeiros harmônicos emitidos por esse tubo, serão respectivamente,

- a) 850 Hz e 2550 Hz.      b) 425 Hz e 850 Hz.  
c) 850 Hz e 1700 Hz.      d) 425 Hz e 1275 Hz.

2 Um diapasão é posto a vibrar próximo de um tubo sonoro que possui pó de cortiça em seu interior e observa-se a formação de montículos de pó conforme mostra a figura.



- a) Qual o comprimento de onda do som emitido pelo diapasão?  
b) Sabendo-se que a onda se propaga no ar do tubo com velocidade de módulo igual a 300m/s, qual sua frequência?

3 Um tubo sonoro fechado, contendo ar, emite o seu som fundamental de frequência

5 (MODELO ENEM) – Numa orquestra, os instrumentos possuem funções específicas relacionadas com as qualidades de cada som como timbre, altura, intensidade e duração, aliadas às da composição (melodia, harmonia e ritmo). Dentro desse contexto, os instrumentos de sopro, para os ouvidos leigos e eruditos, costumam, numa citação de pura sinestesia, “dar brilho” às canções. Esse brilho pode ser explicado, em parte, pelo fato de, produzirem:

- a) somente harmônicos de ordem par.  
b) comprimentos de onda para os sons fundamentais iguais à metade da coluna de ar vibrante.

c) frequências inferiores a 20Hz e superiores a 20kHz para os primeiros harmônicos.

d) sons agudos para os instrumentos de sopro de grande porte e sons graves para os de pequeno porte.

e) comprimentos de onda de harmônicos consecutivos formando a série:

$$2L, L, \frac{2L}{3}, \frac{L}{2}, \frac{2L}{5}, \dots, \text{ para o mesmo tubo}$$

aberto de comprimento  $L$ .

6 (MODELO ENEM) – Os instrumentos de sopro com extremidades abertas e os de corda produzem harmônicos de todas as ordens. Se uma flauta e um cavaquinho tiverem, respecti-

500 hertz. A velocidade do som no ar tem módulo igual a 340m/s. Qual é o comprimento do tubo?

4 Um instrumentista de “jazz” resolve tocar seu instrumento de sopro, fechando uma das extremidades com uma surdina. O novo timbre anasalado e rouco, criador de uma atmosfera intimista e envolvente, vem acompanhado de uma série de dificuldades para a execução, em termos de esforço físico e obtenção das notas musicais.

Analise as proposições que se seguem sobre um tubo sonoro fechado.

I) o ar vibra muito na extremidade onde o instrumentista sopra e não vibra na extremidade fechada.

II) os locais onde o ar vibra com amplitude máxima constituem os ventres da onda estacionária (interferência construtiva).

III) os locais onde o ar não vibra constituem os nós da onda estacionária (interferência destrutiva).

IV) os comprimentos de onda para os três primeiros harmônicos de um tubo fechado de comprimento  $L$  são  $4L$ ,  $\frac{4L}{3}$  e  $\frac{4L}{5}$ .

V) os harmônicos são sempre de ordem ím-

vamente, a coluna de ar e a corda vibrantes com comprimento  $L$ , as frequências para os três primeiros harmônicos, a partir da mesma frequência fundamental  $f$ , serão em ordem crescente:

a)  $f, 2f$  e  $3f$       b)  $\frac{f}{2}, f$  e  $\frac{3f}{2}$

c)  $2f, 3f$  e  $4f$       d)  $\frac{f}{4}, \frac{f}{2}, \frac{3f}{4}$

e)  $\frac{f}{3}, \frac{2f}{3}, f$

7 (MODELO ENEM) – Os instrumentos musicais de sopro (flautas, saxofones, tubas, órgãos, por exemplo) são constituídos, em geral, por tubos sonoros abertos. Sobre eles, é correto afirmar que:

a) a coluna de ar vibra muito na região onde é soprada e não vibra na parte aberta.

b) ocorre a formação apenas de harmônicos de ordem ímpar.

c) os sons dos grandes instrumentos são mais graves que o dos pequenos.

d) o padrão da onda no interior do tubo não é estacionário.

e) os ventres de vibração não ocorrem nas extremidades.

par e para um tubo de comprimento  $L$  e velocidade do som de módulo  $V$  as frequências dos três primeiros harmônicos

são  $\frac{V}{4L}, \frac{3V}{4L}$  e  $\frac{5V}{4L}$ .

São corretas:

a) I e II, apenas.

b) I, II e III, apenas.

c) I, II III e IV, apenas.

d) I, II, III e V, apenas.

e) I, II, III, IV e V.

5 (MODELO ENEM) – Os tubos sonoros fechados apresentam ventres de vibração no local onde são soprados e nós na extremidade fechada. Entre um harmônico e outro, forma-se um fuso completo da onda estacionária. Assim, para um som fundamental de frequência  $f$ , as frequências, em ordem crescente, dos três primeiros harmônicos são iguais a:

a)  $f, 2f$  e  $3f$       b)  $f, \frac{3}{2}f$  e  $\frac{5}{2}f$

c)  $f, 3f$  e  $5f$       d)  $f, 2f$  e  $4f$

e)  $f, 3f$  e  $6f$

## Exercícios Complementares no Portal Objetivo FIS2M422 e FIS2M423

1 Um som de alta frequência e de pequena intensidade é:

- a) agudo e fraco;      b) agudo e forte;  
c) grave e fraco;      d) grave e forte;  
e) agudo e grave.

2 (UEL – MODELO ENEM) – Considere a proposição a seguir: “A qualidade que mais diferencia a voz de um homem da de uma mulher é que, geralmente, a do homem é mais ..... e forte que a da mulher, que é mais ..... e fraca.”

A proposição acima torna-se fisicamente correta se as lacunas forem preenchidas, respectivamente, por

- a) máscula e feminil;      b) grave e aguda;  
c) seca e tímbrasa;      d) alta e baixa;  
e) máscula e musical.

3 Analise as proposições seguintes e classifique-as como CERTAS ou ERRADAS:

- (0) Um som agudo é mais alto que um som grave.

(1) Um som forte é mais agudo que um som fraco.

(2) Aumentando-se o volume de um equipamento de som, aumenta-se a altura do som emitido por este.

(3) O som de um violão é distinguido do som de um violino pelo timbre.

(4) O timbre de um som relaciona-se com os harmônicos que acompanham o som fundamental.

0	1	2	3	4

4 (MODELO ENEM) – A voz humana encarada como uma fonte sonora pode ser analisada em termos de sua intensidade  $I$ , frequência  $f$  e amplitude  $A$ , pela expressão:

$$I = kf^2A^2 \quad (k \text{ é uma constante relacionada com o meio de propagação do som})$$

Considere o fato de um homem emitir sons com harmônicos principais de 100 Hz, uma mulher com 200 Hz e uma criança com 240 Hz.

Assim, ao gritar a palavra “socorro”, com amplitudes iguais é correto afirmar que:

- a) a criança é ouvida com menor intensidade.  
b) o homem é ouvido com a metade da intensidade do som da mulher.  
c) a criança é ouvida com intensidade 20% maior que a da mulher.  
d) o homem produz um som quatro vezes mais intenso que o da criança.  
e) o homem produz um som quatro vezes menos forte que o da mulher.

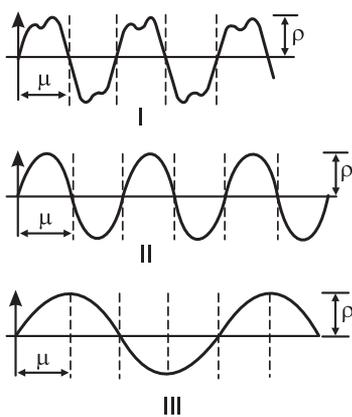
5 (MODELO ENEM) – Um cantor e uma cantora emitem a mesma nota musical com intensidade iguais de maneira simultânea. Os fenômenos ondulatórios que ocorrem, nesse caso, são:

- a) polarização e difração  
b) batimento e polarização  
c) ressonância e interferência  
d) ressonância e batimento  
e) batimento e interferência

1 (MODELO ENEM) – A dificuldade que uma pessoa tem em imitar a voz de outra é devida ao fato de a pessoa

- a) não ouvir bem o som da própria voz;  
b) não conseguir reproduzir os mesmos sons fundamentais da voz da outra pessoa;  
c) não conseguir reproduzir os mesmos harmônicos do som da voz da outra pessoa;  
d) não conseguir emitir a voz com a mesma sonoridade da voz da outra pessoa;  
e) ter uma capacidade de concentração limitada ao fazer a imitação.

2 (UFOP – MODELO ENEM) – As figuras representam ondas sonoras que se propagam no ar.



A afirmativa **correta** é:

- a) O som produzido pela onda I possui o mesmo timbre do produzido pela onda II.

b) O som produzido pela onda III é mais alto que o produzido pela onda II.

c) O som produzido pela onda II possui maior intensidade que o da onda III.

d) As figuras I e II representam ondas de um mesmo instrumento.

e) As velocidades de propagação das ondas I e II, no ar, são diferentes.

3 (MODELO ENEM) – Além do dano que podem causar à audição, os sons fortes têm vários outros efeitos físicos. Sons de 140 decibels (dB) (som de um avião a jato pousando) podem produzir numerosas sensações desagradáveis, entre elas, perda de equilíbrio e náusea. A unidade **decibel** (dB), utilizada no texto, representa

- a) a frequência do som.  
b) a intensidade física do som.  
c) o nível sonoro do som.  
d) a potência do som.  
e) o timbre do som.

4 (UNILUS – MODELO ENEM) – Um despertador produz um ruído de nível sonoro 70dB, inicialmente. Se a intensidade sonora aumentar progressivamente até o ruído atingir 90 dB, podemos afirmar que o número de vezes que a intensidade do máximo ruído ficará maior que a intensidade do ruído inicial é:

- a) 10    b) 20    c) 50    d) 100    e) 200

5 (MODELO ENEM) – As qualidades fisiológicas do som, são a altura ou tom, a intensidade e o timbre. Além disso, os músicos, incluem a duração do som como fundamental para a diferenciação das notas musicais emitidas numa peça musical.

De acordo com o texto acima podemos concluir que:

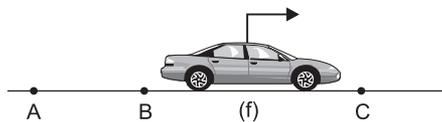
- a) sons de alturas iguais possuem amplitudes iguais.  
b) o tom relaciona-se com a intensidade do som de amplitudes diferentes.  
c) a intensidade permite a diferenciação de notas musicais iguais de amplitudes iguais.  
d) o timbre permite a diferenciação de vozes ao telefone que emitem a palavra “alô” com mesmo tom e intensidade.  
e) uma nota musical pode ser emitida numa única duração.

6 (MODELO ENEM) – Uma diferença de 10dB multiplica por dez a intensidade sonora. Um carro esportivo apresenta um nível sonoro de 90dB enquanto um de luxo produz 60db. O carro de luxo é

- a) 30 vezes mais barulhento que o esportivo.  
b) 60 vezes mais silencioso que o esportivo.  
c) 90 vezes mais barulhento que o esportivo.  
d) 100 vezes mais silencioso que o esportivo.  
e) 1000 vezes mais silencioso que o esportivo.

**1 (MODELO ENEM)** – Considere três cidades A, B e C em linha reta.

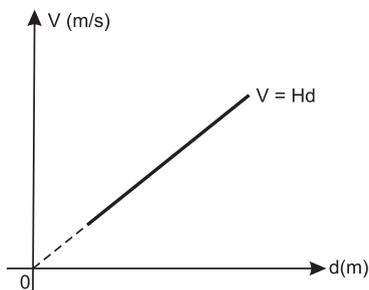
Um automóvel percorre a trajetória reta que une as cidades no sentido de A para C. O automóvel está emitindo ondas sonoras que são captadas em A, B e C. Num dado instante o automóvel está a meio caminho entre B e C e a frequência das ondas emitidas é  $f$ .



As ondas são captadas em A com uma frequência  $f_1$ , em B com uma frequência  $f_2$ , e em C com uma frequência  $f_3$ . Qual a relação correta entre as frequências?

- a)  $f_1 = f_2 = f_3 = f$
- b)  $f_3 > f > f_2 > f_1$
- c)  $f_3 = f > f_2 > f_1$
- d)  $f_1 = f_2 < f < f_3$
- e)  $f_1 = f_2 > f > f_3$

**1** De acordo com a Lei de Hubble, as galáxias se afastam da Terra com velocidades cujos módulos são proporcionais à distância da galáxia à Terra.



Assuma para a constante de Hubble o valor  $H = 2,5 \cdot 10^{-18}$  Hz.

Com base no exposto, calcule

- a) o limite máximo para o raio do Universo (distância máxima de uma galáxia até a Terra) medido a partir da Terra.
- b) a razão entre o raio do Universo e o raio da Terra ( $6 \cdot 10^6$  m).

**2 (UFRN – MODELO ENEM)** – Enquanto a nave Enterprise viajava pelo espaço interestelar, foi danificado o sistema de determinação automática da sua velocidade. O capitão Picard decidiu estimar tal velocidade em relação à estrela Vega, da constelação de Lira, por meio de medidas do espectro do hidrogênio emitido pela estrela. Abaixo, estão reproduzidas duas séries de frequências registradas pelo espectrômetro da nave: as emitidas por átomos de hidrogênio no laboratório da nave e aquelas emitidas pelas mesmas transições atômicas do hidrogênio na superfície da estrela.

**2 (UFPR – MODELO ENEM)** – Os morcegos se orientam e encontram suas presas emitindo, de suas narinas, ondas-ultrassônicas e recebendo as ondas refletidas. Para detectar uma presa, na mais completa escuridão, o morcego emite ondas numa certa frequência  $f_E$ , que são refletidas pela presa e voltam para ele com outra frequência,  $f_D$ . O morcego ajusta a frequência emitida até que a recebida seja de 80 kHz, que corresponde ao máximo de sensibilidade para a audição de um morcego. Dessa forma, ele pode tanto calcular a posição quanto a velocidade da presa.

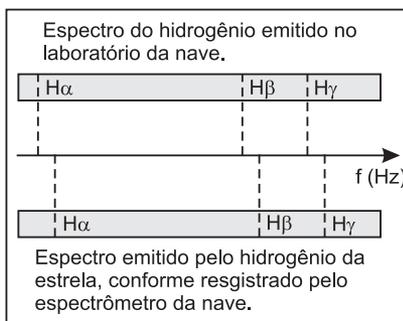
Considerando a velocidade do som no ar igual a 340 m/s, é correto afirmar:

- a) Ondas ultrassônicas são ondas sonoras com frequências mais baixas que as detectadas pelo ouvido humano.
- b) Se uma mariposa estiver voando de encontro ao morcego, a frequência detectada pelo morcego será menor que a

emitida por ele.

- c) Para a frequência de máxima sensibilidade de recepção, o comprimento de onda vale 4,25 m.
- d) Se o morcego está em repouso e uma mariposa está afastando-se dele, do ponto de vista do morcego, o comprimento de onda detectado será menor do que o da onda emitida por ele.
- e) Se a presa produzir suas próprias ondas ultrassônicas, pode confundir o sistema de detecção do morcego e assim salvar a vida dela.

**3** Dois carros A e B percorrem, no mesmo sentido, uma mesma trajetória retilínea. O carro A, cuja velocidade tem módulo de 72km/h, segue na frente do carro B buzinando e emitindo som de frequência 720Hz. No local não há ventos e a velocidade do som no ar tem módulo igual a 340m/s. Qual deve ser o módulo da velocidade do carro B, para que seu motorista ouça um som de frequência 700Hz?



O princípio físico que fundamenta essa determinação da velocidade é

- a) o Efeito Doppler da luz, que mostra que a Enterprise está aproximando-se de Vega.
- b) o efeito de dispersão da luz, que mostra que a Enterprise está afastando-se de Vega.
- c) o Efeito Doppler da luz, que mostra a Enterprise afastando-se de Vega.
- d) o efeito de dispersão da luz, que mostra que a Enterprise está aproximando-se de Vega.

**3 (ENEM)** – Se compararmos a idade do planeta Terra, avaliada em quatro e meio bilhões de anos ( $4,5 \times 10^9$  anos), com a de uma pessoa de 45 anos, então, quando começaram a florescer os primeiros vegetais, a Terra já teria 42 anos. Ela só conviveu com o homem moderno nas últimas quatro horas e, há cerca de uma hora, viu-o começar a plantar e a colher. Há menos de um minuto percebeu o ruído de máquinas e de indústrias e, como denuncia uma ONG de defesa do meio ambiente, foi nesses últimos sessenta segundos que se produziu todo o lixo do planeta!

O texto acima, ao estabelecer um paralelo entre a idade da Terra e a de uma pessoa, pretende mostrar que

- a) a agricultura surgiu logo em seguida aos vegetais, perturbando desde então seu desenvolvimento.
- b) o ser humano só se tornou moderno ao dominar a agricultura e a indústria, em suma, ao poluir.
- c) desde o surgimento da Terra, são devidas ao ser humano todas as transformações e perturbações.
- d) o surgimento do ser humano e da poluição é cerca de dez vezes mais recente que o do nosso planeta.
- e) a industrialização tem sido um processo vertiginoso, sem precedentes em termos de dano ambiental.

**4 (ENEM)** – O texto permite concluir que a agricultura começou a ser praticada há cerca de

- a) 365 anos.
- b) 460 anos.
- c) 900 anos.
- d) 10 000 anos.
- e) 460 000 anos.

**5 (ENEM)** – Na teoria do *Big Bang*, o Universo surgiu há cerca de 15 bilhões de anos, a partir da explosão e expansão de uma densíssima gota. De acordo com a escala proposta no texto, essa teoria situaria o início do Universo há cerca de

- a) 100 anos.
- b) 150 anos.
- c) 1 000 anos.
- d) 1 500 anos.
- e) 2 000 anos.