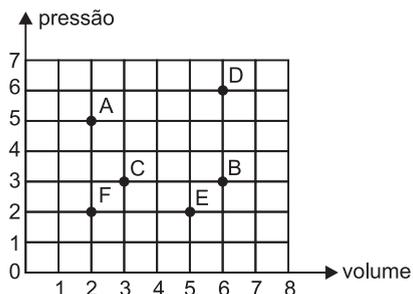


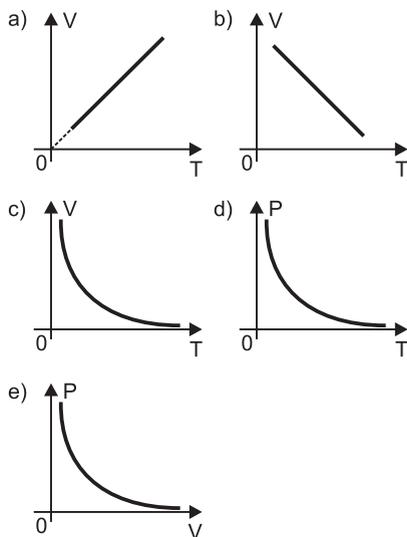
Exercícios Complementares no Portal Objetivo FIS2M311 e FIS2M312

1 (MODELO ENEM) – Os pontos A, B, C, D, E e F do diagrama pressão x volume, dado a seguir, indicam seis situações diferentes de uma mesma massa de gás perfeito.



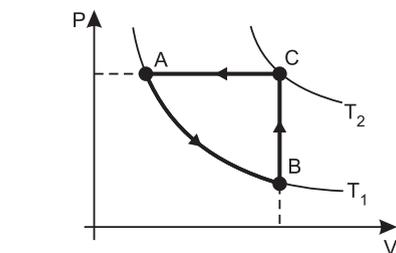
Em que pontos a temperatura do gás assumiu o mesmo valor?

- a) A e C b) B e E c) D e F
d) A e E e) B e F

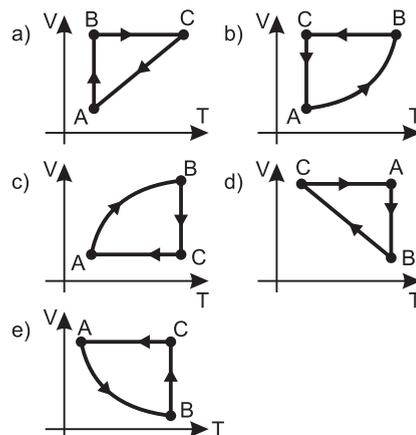


2 (MACKENZIE-SP) – Certa massa de gás ideal sofre uma transformação isobárica, com sua temperatura absoluta T variando proporcionalmente ao seu volume V. Sendo P a pressão desse gás, a melhor representação gráfica dessa transformação é:

3 (UFPB-PB) – Certa massa de gás ideal sofre as transformações cíclicas ABCA indicadas a seguir no diagrama p versus V. A transformação AB é isotérmica.



Num diagrama V versus T, estas transformações devem ser representadas por:



1 Determine o número de mols de um gás perfeito para que este exerça uma pressão de 6,0atm à temperatura de 300K num recipiente de 20,5 litros.

Dado: $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \ell}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

2 Num recipiente hermeticamente fechado de volume 4,1 litros, temos 3 mols de um gás perfeito a uma temperatura de 127°C. A pressão exercida pelo gás nas paredes do recipiente vale, em atm:

- a) 0 b) 12 c) 24
d) 48 e) 126

Dado: $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \ell}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

3 Um mol de gás perfeito está contido em um recipiente de volume 0,83m³, sujeito a uma

pressão de $3,0 \cdot 10^3 \text{Pa}$. Sendo $R = 8,3 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$,

a temperatura em que o gás se encontra é:
a) 20K b) 50K c) 100K
d) 200K e) 300K

4 Um gás se encontra a 27°C e sujeito a uma pressão de $6,0 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$.

Sabendo-se que o gás ocupa 8,3 m³, o número de mols do gás é:

- a) 0,020 b) 0,10 c) 0,30
d) 0,40 e) 2,0

Dado: $R = 8,3 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

5 (UNICENTRO-SP-MODELO ENEM) – Experiências com uma determinada massa de gás, confinado no interior de um cilindro, mostraram que a pressão por ele exercida, à temperatura constante, variou com o volume ocupado pela massa gasosa, de acordo com a tabela.

V(ℓ)	p(atm)
5,0	1,80
4,0	2,25
3,0	3,00
2,0	4,50

Nas condições da experiência, comprimindo-se a massa gasosa de modo que ocupe o volume de 1,5ℓ no interior do cilindro, a pressão exercida pelo gás, em atm, é igual a:

- a) 4,75 b) 5,00 c) 5,50
d) 6,00 e) 6,25

6 (VUNESP-SP-MODELO ENEM) – A pressão dos pneus de uma bicicleta é determinada, entre outros fatores, em função do peso do ciclista e do tipo de terreno a ser enfrentado. É recomendado pelo fabricante que não se calibrem os pneus com menos de 35psi. Em um dia de calor, à temperatura de 27°C, um ciclista inicia seu passeio com os pneus submetidos à mínima pressão recomendada. No fim do passeio, volta a medir a pressão, obtendo 38 psi. Considerando-se que o volume dos pneus permaneceu constante e que o ar se comporta como um gás ideal, a temperatura no interior dos pneus no fim da viagem será, em °C, aproximadamente:

Dado:
1psi (pound per square inch) = 6898,6 Pa
a) 30 b) 45 c) 52
d) 60 e) 67

1 Uma dada massa de gás perfeito está num recipiente de volume 8,0 litros, à temperatura de 7,0°C, exercendo a pressão 4,0 atm. Reduzindo-se o volume a 6,0ℓ e aquecendo-se o gás, a sua pressão passou a ser 10,0atm. Determine a que temperatura o gás foi aquecido.

2 Um gás perfeito a 0°C, sob pressão de 1,0atm, ocupa o volume de 8,0 litros. Que volume ocupará a 182°C sob pressão de 4,0 atm?

3 Um gás está a -23°C, num recipiente de volume constante. De quanto devemos aquecer o gás para que sua pressão aumente em 20%?

4 Um gás a 0°C está num recipiente hermeticamente fechado. Aquece-se o gás a 91°C e diminui-se o seu volume em 20%. Sendo a pressão inicial do gás igual a 0,60atm, qual a pressão final, em atm?

5 (UNESP-SP-MODELO ENEM) – Por meio de uma bomba de ar comprimido, um tratorista completa a pressão de um dos pneus do seu trator florestal, elevando-a de $1,1 \cdot 10^5$ Pa (16 lbf/pol²) para $1,3 \cdot 10^5$ Pa (19 lbf/pol²), valor recomendado pelo fabricante. Se durante esse processo a variação do volume do pneu é desprezível, o aumento da pressão no pneu se explica apenas por causa do aumento

a) da temperatura do ar, que se eleva em 18% ao entrar no pneu, pois o acréscimo do nú-

mero de mols de ar pode ser considerado desprezível.

b) da temperatura do ar, que se eleva em 36% ao entrar no pneu, pois o acréscimo do número de mols de ar pode ser considerado desprezível.

c) do número de mols de ar introduzidos no pneu, que aumenta em 18%, pois o acréscimo de temperatura do ar pode ser considerado desprezível.

d) do número de mols de ar introduzidos no pneu, que aumenta em 28%, pois o acréscimo de temperatura do ar pode ser considerado desprezível.

e) do número de mols de ar introduzidos no pneu, que aumenta em 36%, pois o acréscimo de temperatura do ar pode ser considerado desprezível.

6 (CEFET-MG) – Um balão cheio de gás ideal é abandonado no fundo de um lago de 20 metros de profundidade e sobe até a superfície. O volume e a densidade do balão, no fundo do lago, são representados por V_1 e ρ_1 , respectivamente, e na superfície por V_2 e ρ_2 . Se a temperatura da água for constante e a cada 10 metros de profundidade a pressão aumenta em 1,0atm, a relação correta entre essas grandezas será:

a) $V_1 = V_2$ e $\rho_1 = \rho_2$

b) $V_1 = V_2/2$ e $\rho_1 = 2\rho_2$

c) $V_1 = V_2/3$ e $\rho_1 = 3\rho_2$

d) $V_1 = 2V_2$ e $\rho_1 = \rho_2/2$

e) $V_1 = 3V_2$ e $\rho_1 = \rho_2/3$

7 (VUNESP-SP) – Um recipiente de volume 80,0 L contém 8,00 mols de um gás ideal que se encontra sob pressão de $8,30 \times 10^5$ Pa. Considerando-se $R = 8,30J/(mol.K)$, a temperatura desse gás, em graus Celsius, vale:

- a) 155 b) 200 c) 246
d) 400 e) 727

8 (FUVEST-SP-MODELO ENEM) – Em algumas situações de resgate, bombeiros utilizam cilindros de ar comprimido para garantir condições normais de respiração em ambientes com gases tóxicos. Esses cilindros, cujas características estão indicadas na tabela, alimentam máscaras que se acoplam ao nariz. Quando acionados, os cilindros fornecem para a respiração, a cada minuto, cerca de 40 litros de ar, à pressão atmosférica e temperatura ambiente. Neste caso, a duração do ar de um desses cilindros seria de aproximadamente

a) 20 minutos. b) 30 minutos.
c) 45 minutos. d) 60 minutos.
e) 90 minutos.

CILINDRO PARA RESPIRAÇÃO

Gás	ar comprimido
Volume	9 litros
Pressão interna	200atm

Pressão atmosférica local = 1atm
A temperatura durante todo o processo permanece constante.

1 Uma dada massa de gás está num estado inicial (1) definido por:

$p_1 = 2,0 \text{ atm}$ $V_1 = 1,0\ell$ $T_1 = 200K$

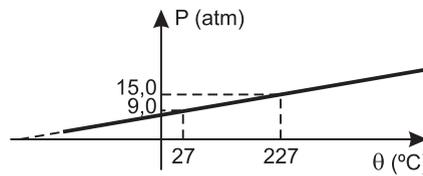
a) Aquece-se o gás isometricamente do estado (1) ao estado (2) até que a pressão dobre. Calcule a temperatura T_2 .

b) Expande-se o gás isotermicamente do estado (2) ao estado (3) até que a pressão fique dividida por 4. Calcule o volume V_3 .

c) Comprime-se o gás isobaricamente do estado (3) ao estado (4) até que o volume se reduza de 60%. Calcule a temperatura T_4 .

d) Faça o gráfico que representa as transformações acima num diagrama da pressão em função do volume.

2 (MACKENZIE-SP) – Num reservatório de 32,8ℓ, indilatável e isento de vazamentos, encontra-se certa quantidade de oxigênio ($M = 32g/mol$). Alterando-se a temperatura do gás, sua pressão varia de acordo com o diagrama a seguir.



Dado: $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \ell}{\text{mol} \cdot K}$

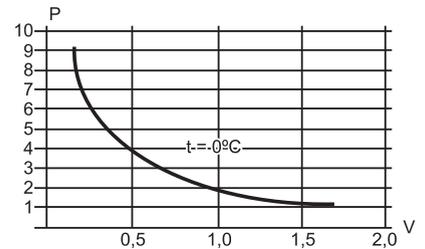
A massa de oxigênio contida nesse reservatório é:

- a) $3,84 \cdot 10^2$ g b) $7,68 \cdot 10^2$ g
c) $1,15 \cdot 10^3$ g d) $2,14 \cdot 10^3$ g
e) $4,27 \cdot 10^3$ g

3 (VUNESP-SP-MODELO ENEM) – Sob pressão de 1 atmosfera, um gás perfeito ocupa um volume de 50 litros a uma temperatura de 100K. O novo volume ocupado por este mesmo gás, caso a pressão seja duplicada e a temperatura elevada a 400K, será, em litros, igual a:

- a) 50 b) 100 c) 200 d) 400 e) 500

4 (UECE-CE) – O gráfico P (atm) x V (litros) abaixo corresponde a uma isoterma de um gás ideal.



Sabendo-se que a densidade do gás é $\mu = 2 \text{ kg/m}^3$ a 4atm, a massa gasosa é

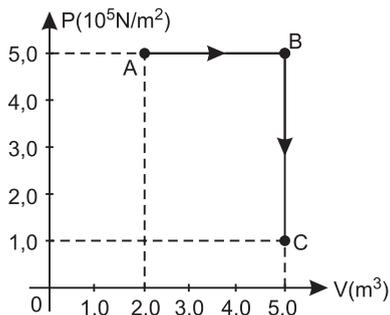
- a) 1g b) 10g c) 100g d) 0,5kg

5 (MACKENZIE-SP) – Uma massa de gás supostamente ideal, inicialmente a 47°C, sofre uma variação de temperatura de 80°C durante uma transformação isobárica. O volume dessa massa gasosa, após esse aquecimento, sofreu um aumento, em relação ao seu volume inicial, de:

- a) 2,5% b) 4,0% c) 25%
d) 40% e) 80%

Exercícios Complementares no Portal Objetivo FIS2M315

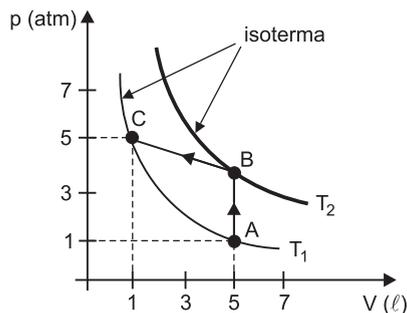
1 (UNIFOR-CE) – Um gás ideal sofre a transformação $A \rightarrow B \rightarrow C$ indicada no diagrama abaixo.



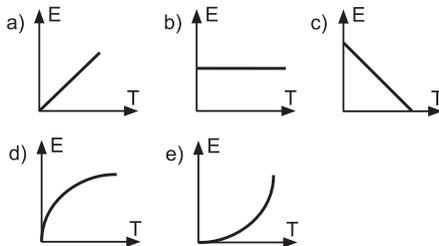
O trabalho realizado pelo gás nessa transformação, em joules, vale:

- a) $2,0 \cdot 10^6$
- b) $-1,5 \cdot 10^6$
- c) $1,5 \cdot 10^6$
- d) $-1,2 \cdot 10^6$
- e) $1,2 \cdot 10^6$

2 (UFPE-PE) – Um mol de um gás ideal passa por transformações termodinâmicas, indo do estado A para o estado B, e, em seguida, o gás é levado ao estado C, pertencente à mesma isoterma de A, como mostra o diagrama pV abaixo. Calcule a variação da energia interna do gás, em joules, ocorrida quando o gás passa pela transformação completa ABC.



3 (UFLA-MG-MODELO ENEM) – A teoria cinética dos gases propõe um modelo microscópico para um gás ideal, baseado nas leis da mecânica e em alguns postulados. Admite-se que o gás é composto de um grande número de partículas separadas por distâncias consideráveis, se comparadas às dimensões dessas partículas. Estas se movimentam rapidamente e ao acaso, não exercendo forças entre si, exceto quando colidem. Por fim, admite-se também que as colisões entre as partículas, ou com as paredes do recipiente que as contém, são perfeitamente elásticas. Dessa forma, o gráfico que melhor representa a relação entre a energia cinética média (E) do gás e sua temperatura é



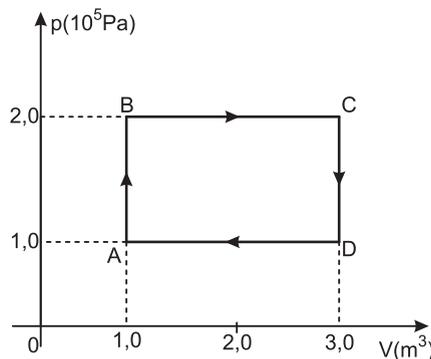
4 (FEI-SP) – Quanto à 1ª Lei da Termodinâmica, podemos afirmar que

- a) a troca de calor com o meio exterior é igual ao trabalho realizado no processo menos a variação da energia interna.
- b) o trabalho realizado no processo é igual ao calor trocado com o meio exterior mais a variação da energia interna.
- c) a variação da energia interna é igual ao calor trocado com o meio exterior mais o trabalho realizado no processo.
- d) o calor trocado com o meio exterior é igual ao trabalho realizado no processo mais a variação da energia interna.
- e) o trabalho realizado no processo é igual ao calor trocado com o meio exterior.

5 (UFV-MG) – 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

- a) necessariamente aumentou.
- b) necessariamente permaneceu constante.
- c) necessariamente diminuiu.
- d) aumentou ou permaneceu constante.
- e) diminuiu ou permaneceu constante.

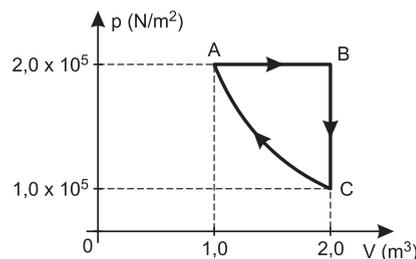
6 (UFPEL-RS) – Um sistema realiza o ciclo ABCDA representado na figura abaixo.



A partir do gráfico e baseado em seus conhecimentos sobre Termodinâmica, é correto afirmar que

- a) o trabalho realizado durante a transformação cíclica foi nulo porque a situação final do gás é exatamente igual à inicial.
- b) não houve transformação cíclica, e sim duas transformações termodinâmicas: uma isocórica e outra isobárica.
- c) o trabalho realizado durante a transformação cíclica foi de $4,0 \cdot 10^5$ J.
- d) o trabalho realizado durante a transformação cíclica foi de $2,0 \cdot 10^5$ J.
- e) é impossível determinar o valor do trabalho durante a transformação cíclica, já que as transformações não representam o Ciclo de Carnot.

7 Uma amostra gasosa ideal sofre um ciclo de transformação ABCA (figura).



Sabendo-se que, no estado A, sua temperatura inicial era de 27°C , pode-se afirmar que

- a) houve aumento de energia cinética nas partículas de gás, na transformação CA.
- b) a temperatura no estado B foi $5,0 \times 10^2$ K.
- c) a amostra recebeu calor na transformação CA.
- d) o trabalho realizado durante a transformação BC foi maior que na transformação AB.
- e) o trabalho realizado pela amostra, na transformação AB, foi de $2,0 \times 10^5$ J.

8 (UNICENTRO-SP-MODELO ENEM) – Marque a alternativa que descreve a 1ª Lei da Termodinâmica.

- a) O aumento de energia interna de um gás é dado pela diferença entre o calor recebido e o trabalho realizado.
- b) O trabalho realizado é dado pela soma do calor recebido com o aumento de energia interna.
- c) O calor recebido é dado pela diferença entre o trabalho realizado e o aumento de energia interna.
- d) Se um sistema realiza trabalho, sua energia interna não se altera.
- e) Se um sistema recebe trabalho, sua energia interna diminui.

1 Numa transformação isobárica, um gás realiza o trabalho de 400J, quando recebe do meio externo 500J. Determine a variação de energia interna do gás nessa transformação.

2 (UNIRIO-RJ) – Um gás ideal é confinado num cilindro por um pistão. O pistão é empurrado lentamente para baixo, de tal maneira que a temperatura do gás permaneça em 20°C. Durante a compressão, o trabalho realizado sobre o gás foi de 750J. Calcule:

- a) a variação da energia interna do gás.
- b) a quantidade de calor liberada no processo.

3 (UFVJM-MG) – Tendo-se uma amostra de gás ideal em expansão isotérmica, é correto afirmar que

- a) o trabalho realizado pelo gás é igual à variação de sua energia interna.
- b) o trabalho realizado pelo gás é igual ao calor absorvido por ele.
- c) o calor absorvido pelo gás é nulo.
- d) a energia cinética média das moléculas do gás aumenta.

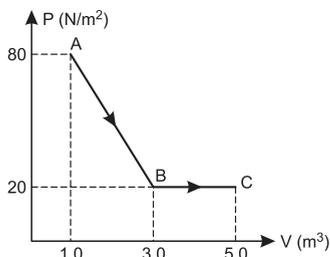
4 (UFL-PR) – Numa transformação gasosa reversível, a variação da energia interna é de +300J. Houve compressão e o trabalho realizado pela força de pressão do gás é, em módulo, 200J. Então, é verdade que o gás

- a) cedeu 500J de calor ao meio.
- b) cedeu 100J de calor ao meio.
- c) recebeu 500J de calor do meio.
- d) recebeu 100J de calor do meio.
- e) sofreu uma transformação adiabática.

5 Sobre um sistema, realiza-se um trabalho de 3000J e, em resposta, ele fornece 1000cal de calor durante o mesmo intervalo de tempo. A variação de energia interna do sistema, durante esse processo, é, aproximadamente:

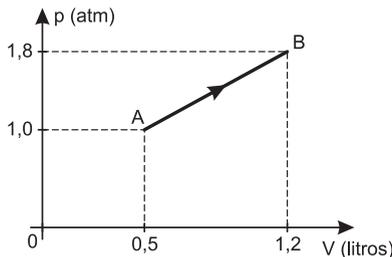
- (Considere 1,0 cal = 4,0J)
- a) -1000J b) +2000J c) -4000J
- d) +4000J e) +7000J

6 (UNIRIO-RJ) – O gráfico mostra uma transformação ABC sofrida por certa massa de gás ideal (ou perfeito), partindo da temperatura inicial 300K.



- Determine
- a) a temperatura do gás no estado C (em Celsius).
 - b) o trabalho realizado pelo gás na transformação AB.

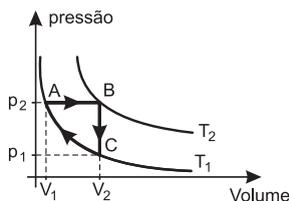
7 Certa massa de gás ocupa, inicialmente, 0,5 litro de um recipiente, sob pressão de 1,0atm. O gás recebe certa quantidade de calor e aumenta sua energia interna em 12,5cal, passando a ocupar um volume de 1,2 litro, sob pressão de 1,8atm, como mostra o gráfico da pressão (p) em função do volume (v).



Considerando-se 1atm = 10⁵ Pa e 1cal = 4J, a quantidade de calor que o gás absorve nessa transformação é, em cal, de:

- a) 98 b) 48 c) 37
- d) 24,5 e) 12,5

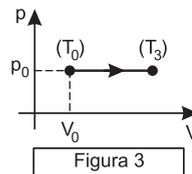
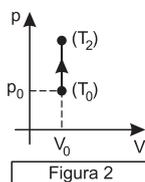
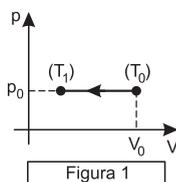
8 (UFV-MG) – Um gás perfeito sofre as transformações AB, BC e CA.



- Determine:
- a) o trabalho realizado pelo gás na transformação AB.
 - b) o trabalho realizado pelo gás na transformação BC.
 - c) a relação entre pressão e volume do gás no estado A.

9 Dois mols (n = 2) de um gás perfeito sofrem um aquecimento isobárico, variando a temperatura de ΔT = 10K. Dada a constante universal dos gases perfeitos R = 8,3J/molK, calcule o trabalho realizado pelo gás nesta transformação.

10 (AMAN-RJ) – Em um laboratório, confinam-se “n” moles de um gás monoatômico que se encontra em equilíbrio termodinâmico a uma temperatura T₀. Os gráficos, mostrados nas figuras 1, 2 e 3, representam transformações termodinâmicas sofridas pelo gás em experiências distintas, nas quais o módulo da quantidade de calor Q, trocado com o meio ambiente, é sempre o mesmo em cada uma dessas experiências.



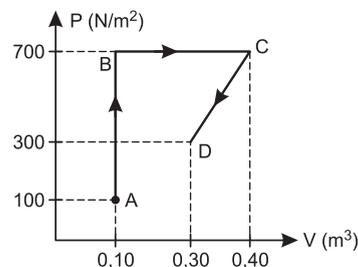
Sabendo-se que as temperaturas finais em cada um dos processos são, respectivamente, T₁, T₂ e T₃, pode-se afirmar que:

- a) T₁ = T₃ < T₂
- b) T₁ < T₃ < T₂
- c) T₁ < T₂ < T₃
- d) T₂ < T₁ = T₃
- e) T₃ < T₂ < T₁

11 (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 transformação é

- a) isobárica e a temperatura final do gás é maior que a inicial.
- b) isotérmica e a pressão final do gás é maior que a inicial.
- c) adiabática e a temperatura final do gás é maior que a inicial.
- d) isobárica e a energia interna final do gás é menor que a inicial.
- e) adiabática e a energia interna final do gás é menor que a inicial.

12 Um gás ideal sofre as transformações indicadas no diagrama pressão x volume a seguir.



A respeito dessas transformações, podemos afirmar que

- I. na transformação AB o sistema não troca trabalho com o meio externo.
- II. na transformação BC o sistema realiza trabalho equivalente a 210J.
- III. na transformação CD o sistema recebe trabalho correspondente a 50J.
- IV. durante o processo o sistema nunca recebe trabalho.

São falsas:

- a) I e II
- b) II e III
- c) I, II e III
- d) só IV
- e) nenhuma

Exercícios Complementares no Portal Objetivo FIS2M317 e FIS2M318

1 (UNIP-SP-MODELO ENEM) – Em uma propaganda de televisão, foi dito que as notícias transmitidas por ondas de rádio se propagavam com a mesma velocidade das ondas sonoras (340m/s). A respeito desta propaganda, assinale a opção correta.

- a) Ondas de rádio são a mesma coisa que ondas sonoras.
- b) O conteúdo da propaganda é absurdo, pois as ondas sonoras se propagam no ar com velocidade de módulo 300000km/s.
- c) O conteúdo da propaganda é absurdo, pois as ondas de rádio, que transmitem as notícias, se propagam no ar com velocidade de módulo 300000km/s, aproximadamente.

- d) Ondas de rádio e ondas sonoras se propagam no ar com a mesma velocidade.
- e) O conteúdo da propaganda é absurdo, pois as ondas sonoras não se propagam no ar.

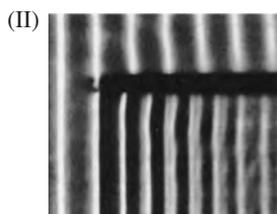
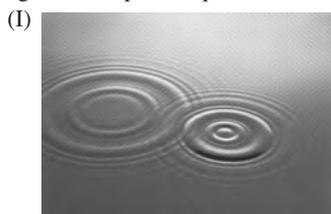
2 Da janela de um apartamento situado no 10º andar de um edifício, você observa um operário batendo um prego em uma tábua postada no solo. Você primeiramente vê a martelada para depois de um certo intervalo de tempo ouvir o ruído correspondente. Dê uma explicação para o fato, justificando com dados numéricos.

3 O sonar é um aparelho utilizado em submarinos para determinar a distância a um

obstáculo qualquer. Para tal, é emitido um sinal ultrassônico e o aparelho registra o tempo até a recepção do sinal refletido pelo obstáculo. Admitindo que uma das indicações do sonar corresponda a 4,0s, determine a distância do obstáculo ao submarino. Suponha que o módulo da velocidade dos ultrassons na água seja de $1,5 \cdot 10^3$ m/s.

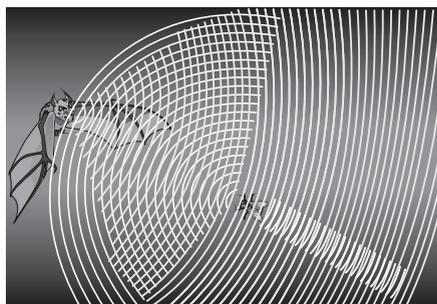
- 4 Um caçador ouve o eco de um tiro 6,0s após ter disparado a arma. Sabendo-se que o som se propaga no ar com velocidade de módulo igual a 340m/s, o anteparo refletor encontra-se a uma distância igual a:
- a) 2040m
 - b) 1020m
 - c) 510m
 - d) 340m
 - e) 680m

1 Classifique as ondas mostradas nas figuras abaixo, que foram produzidas na superfície da água, e complete o quadro:



- b) transversal, esférica e tridimensional.
- c) mista, reta e bidimensional.
- d) transversal, puntiforme e unidimensional.
- e) mista, plana e unidimensional.

3 Morcegos emitem ultrassons. A figura mostra um morcego emitindo um sinal que, após incidir parcialmente num inseto, é refletido, retornando ao morcego, que fica informado da presença do inseto a uma certa distância.

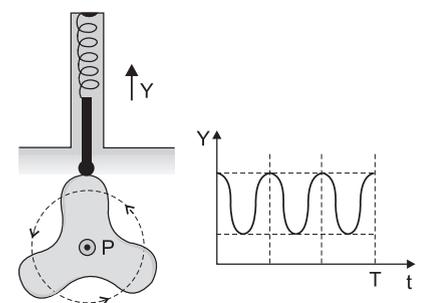


Os ultrassons emitidos são ondas mecânicas

- a) transversais, circulares e unidimensionais.
- b) longitudinais, esféricas e tridimensionais.
- c) mistas, circulares e tridimensionais.
- d) longitudinais, planas e bidimensionais.
- e) transversais, esféricas e tridimensionais.

- a) o som é uma onda mecânica do tipo transversal que necessita de um meio material para se propagar.
- b) o som também pode propagar-se no vácuo, da mesma forma que as ondas eletromagnéticas.
- c) a velocidade de propagação do som nos materiais sólidos, em geral, é menor do que a velocidade de propagação do som nos gases.
- d) a velocidade de propagação do som nos gases independe da temperatura destes.
- e) o som é uma onda mecânica do tipo longitudinal que necessita de um meio material para se propagar.

5 (FUVEST-SP-MODELO ENEM) – Uma peça, com a forma indicada, gira em torno de um eixo horizontal P, com velocidade angular constante e igual a π rad/s. Uma mola mantém uma haste apoiada sobre a peça, podendo a haste mover-se apenas na vertical. A forma da peça é tal que, enquanto ela gira, a extremidade da haste sobe e desce, descrevendo, com o passar do tempo, um movimento harmônico simples como indicado no gráfico.



Assim, a frequência do movimento da extremidade da haste será de:

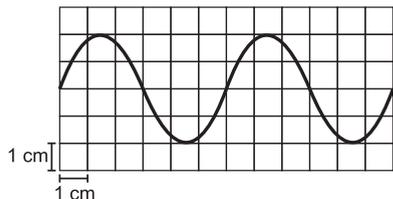
- a) 3,0Hz
- b) 1,5Hz
- c) 1,0Hz
- d) 0,75Hz
- e) 0,5Hz

2 O pulso produzido na mola, mostrado na figura a seguir, caracteriza uma onda mecânica



- a) longitudinal, circular e bidimensional.

1 (UFPB-PB-Modificada) – Em um dado instante, a forma de uma corda por onde se propaga uma onda é indicada na figura abaixo:



Com base nos dados obtidos da figura e sabendo-se que a velocidade de propagação da onda é de 120cm/s, pode-se concluir que sua amplitude, seu comprimento de onda e sua frequência são dados, respectivamente, por

a) 2cm, 6cm e 40Hz. b) 4cm, 3cm e 40Hz.
 c) 4cm, 9cm e 10Hz. d) 2cm, 6cm e 20Hz.
 e) 2cm, 3cm e 20Hz.

2 (FEEVALE-RS-MODELO ENEM) – Andando pelas ruas nas tardes de domingo, podemos perceber o momento do gol numa importante partida de futebol que está sendo trans-

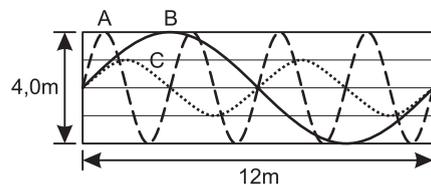
mitida pela TV ouvindo o som dos gritos dos torcedores. O som no ar, responsável pela estimulação do sentido da audição, é

- a) uma onda longitudinal de frequência compreendida entre 20Hz e 20.000Hz, aproximadamente.
- b) uma onda longitudinal de frequência compreendida entre 10Hz e 10.000Hz, aproximadamente.
- c) uma onda transversal de frequência compreendida entre 20Hz e 20.000Hz, aproximadamente.
- d) uma onda transversal de frequência compreendida entre 10Hz e 10.000Hz, aproximadamente.
- e) uma sensação independente da frequência.

3 (INATEL-MG) – O som de um apito chega a uma pessoa 7s depois de acionado. Se a distância da pessoa até o apito é de 49000 comprimentos de onda do som emitido, qual é a frequência do apito?

a) 49kHz b) 7kHz c) 343kHz
 d) 3,5kHz e) 24,5kHz

4 (FATEC-SP) – Analise a figura a seguir.



Nela, estão representadas três ondas que se propagam em cordas idênticas, A, B e C, imersas no mesmo meio material e que percorrem a distância de 12m em 2,0s. Dessa observação, pode-se afirmar que a frequência em

- a) A é maior que em B e o período em C é menor que em B.
- b) B é maior que em A e o período em C é maior que em A.
- c) C é menor que em A e o período em C é menor que em A.
- d) A é menor que em B e o período em C é maior que em B.
- e) B é igual a em A e em C e o período em C é igual ao em A e em B.

1 No vácuo, todas as ondas eletromagnéticas possuem

- a) mesma frequência.
- b) mesma amplitude.
- c) mesmo comprimento de onda.
- d) mesma quantidade de energia.
- e) mesma velocidade de propagação.

2 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.

3 Das ondas citadas a seguir, qual é longitudinal?

- a) Ondas em cordas tensas.
- b) Ondas em superfícies da água.
- c) Ondas luminosas.
- d) Ondas eletromagnéticas.
- e) Ondas sonoras propagando-se no ar.

4 (ITA-SP) – Considere os seguintes fenômenos ondulatórios:

- I) Luz
- II) Som
- III) Perturbação propagando-se numa mola helicoidal esticada.

Podemos afirmar que

- a) I, II e III necessitam de um suporte material para propagar-se.
- b) I é transversal, II é longitudinal e III tanto pode ser transversal como longitudinal.
- c) I é transversal, II é longitudinal e III é longitudinal.

- d) I e III podem ser longitudinais.
- e) somente III é longitudinal.

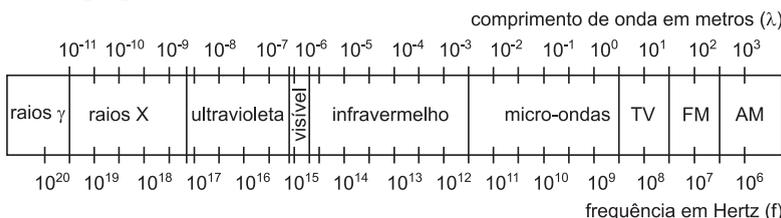
5 (UFMS-RS-MODELO ENEM) – Uma das aplicações dos raios X é na observação dos ossos do corpo humano. Os raios X são obtidos quando elétrons, emitidos por um filamento aquecido, são acelerados por um campo elétrico e atingem um alvo metálico com velocidade muito grande. São feitas as seguintes afirmações sobre os raios X:

- I) Os raios X são ondas mecânicas.
- II) No vácuo, a velocidade de propagação dos raios X é igual à velocidade de propagação da luz visível.
- III) Os raios X têm frequências menores do que a da luz visível.

Está(ão) correta(s)

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

6 (FATEC-SP-MODELO ENEM) – Com a descoberta de que um corpo aquecido podia emitir calor em forma de radiação térmica, Max Planck realizou pesquisas nesta área, e seu trabalho é considerado o marco do surgimento da física quântica. Radiação é uma forma de energia que se



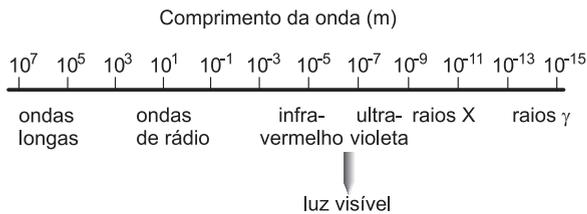
propaga, emitida pelos corpos de acordo com sua temperatura. É desta forma que o calor e a luz do Sol chegam à Terra. Alguns tipos de radiação atravessam nosso corpo (comprimentos de onda por volta de 10^{-10} m). Outros não conseguem essa travessia e são refletidos na superfície (comprimentos de onda por volta de 10^{-8} m), tornando-se nocivos à nossa saúde.

A figura acima mostra uma escala de frequências e comprimentos de onda para as diversas radiações. A faixa de frequências que são nocivas à nossa saúde corresponde, no gráfico, a

- a) raios gama. b) micro-ondas. c) ondas de rádio. d) raios ultravioleta. e) raios infravermelhos.

Exercícios Complementares no Portal Objetivo FIS2M321 e FIS2M322

1 (UFMG-MG-MODELO ENEM) – O diagrama apresenta o espectro eletromagnético com as identificações de diferentes regiões em função dos respectivos intervalos de comprimento de onda no vácuo.



- É correto afirmar que, no vácuo,
- o ultravioleta tem maior comprimento de onda que o infravermelho.
 - os raios γ se propagam com maiores velocidades que as ondas de rádio.
 - os raios X têm menor frequência que as ondas longas.
 - todas as radiações têm a mesma frequência.
 - todas as radiações têm a mesma velocidade de propagação.

2 Uma onda eletromagnética de frequência igual a 100MHz propaga-se através do vácuo. Sabendo-se que o módulo da velocidade da luz no vácuo é igual a $3,0 \cdot 10^8$ m/s, pode-se dizer que o comprimento de onda desta onda eletromagnética é igual a:

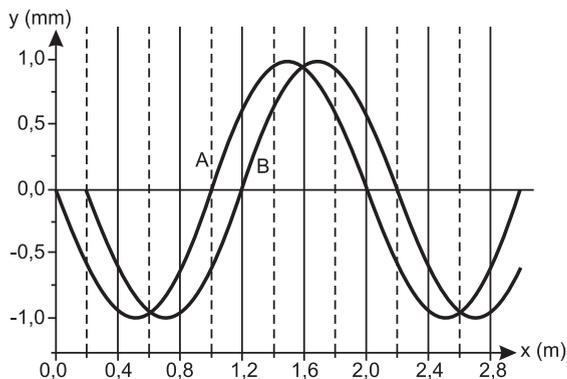
- 1,0m
- 2,0m
- 3,0m
- 4,0m
- 5,0m

3 A figura abaixo representa a variação do campo elétrico de uma onda eletromagnética no vácuo em certo ponto do espaço. Os instantes em que o campo elétrico se anula estão indicados em microssegundos.

1 (UFPE-PE-MODELO ENEM) – O intervalo de frequências do som audível estende-se de 20Hz a 20kHz. Considerando que a velocidade do som no ar é de aproximadamente 340m/s, determine o intervalo correspondente de comprimentos de onda sonora no ar, em m.

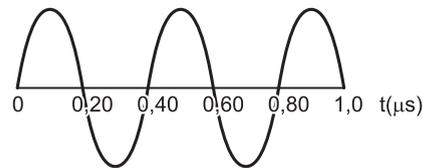
- $2,5 \cdot 10^{-3}$ a 2,5
- $5,8 \cdot 10^{-3}$ a 5,8
- $8,5 \cdot 10^{-3}$ a 8,5
- $17 \cdot 10^{-3}$ a 17
- $34 \cdot 10^{-3}$ a 34

2 (UFPE-PE) – As curvas A e B representam duas fotografias sucessivas de uma onda transversal que se propaga numa corda. O intervalo de tempo entre as fotografias é de 0,008s e é menor do que o período da onda.



- Pede-se determinar:
- a amplitude (A), o comprimento de onda (λ) e a frequência (f) da onda que se propaga ao longo da corda.
 - a intensidade (V) da velocidade de propagação.

O módulo da velocidade de propagação dessa onda é $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s.



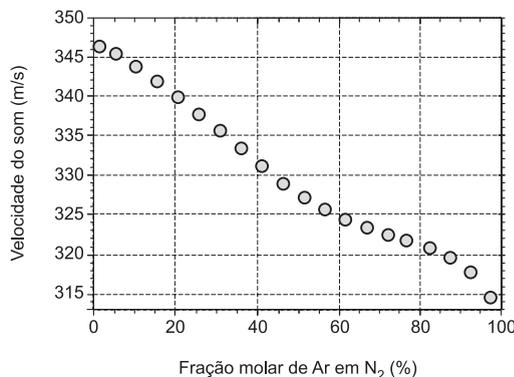
A frequência da onda e o seu comprimento de onda valem, respectivamente:

- 250kHz e $7,5 \cdot 10^{14}$ m
- 5,0MHz e 60m
- 2,5MHz e 120m
- 0,40Hz e $7,5 \cdot 10^8$ m
- 250MHz e 120m

4 (UEL-PR-MODELO ENEM) – A faixa de radiação eletromagnética perceptível pelos seres humanos está compreendida no intervalo de 400nm a 700nm.

- Considere as afirmativas a seguir.
- A cor é uma característica somente da luz absorvida pelos objetos.
 - Um corpo negro ideal absorve toda a luz incidente, não refletindo nenhuma onda eletromagnética.
 - A frequência de uma determinada cor (radiação eletromagnética) é sempre a mesma.
 - A luz ultravioleta tem energia maior do que a luz infravermelha.
- Assinale a alternativa correta.
- Somente as afirmativas I e II são corretas.
 - Somente as afirmativas I e III são corretas.
 - Somente as afirmativas II e IV são corretas.
 - Somente as afirmativas I, III e IV são corretas.
 - Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

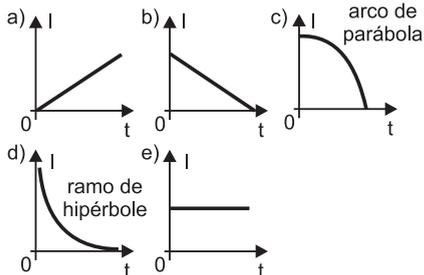
3 (UNICAMP-SP) – Uma das formas de se controlar misturas de gases de maneira rápida, sem precisar retirar amostras, é medir a variação da velocidade do som no interior desses gases. Uma onda sonora com frequência de 800kHz é enviada de um emissor a um receptor (vide esquema), sendo então medida eletronicamente sua velocidade de propagação em uma mistura gasosa. O gráfico a seguir apresenta a velocidade do som para uma mistura de argônio e nitrogênio em função da fração molar de Ar em N_2 .



- Qual o comprimento de onda da onda sonora no N_2 puro?
- Qual o tempo para a onda sonora atravessar um tubo de 10cm de comprimento contendo uma mistura com uma fração molar de Ar de 60%?

1 Uma fonte de potência 1,0 watt emite ondas esféricas num meio isotrópico não absorvedor de energia. Qual é a intensidade da onda a 1,0m da fonte?

2 (MODELO ENEM) – Num meio homogêneo e não absorvedor de energia, uma fonte pontual emite ondas esféricas em regime de potência constante. Um determinado objeto, partindo da fonte, afasta-se desta em movimento retilíneo e uniforme. O gráfico que melhor representa a intensidade de onda (I) percebida por um observador ligado ao objeto, em função do tempo (t), é:



3 Considere um local L a 500km de uma cidade grande (A) e a 5,00km de uma cidade pequena (B). Na cidade A, existe uma emissora de rádio de 50,0kW de potência e, na cidade B, uma de apenas 0,500kW. Admitindo que ambas emitam ondas esféricas e que o ar não absorva energia dessas ondas, determine a relação entre as intensidades dessas ondas no local L.

4 Duas fontes de ondas circulares, F_1 e F_2 , distanciadas de 2,0 metros, têm potências P e 4P, respectivamente. Calcule a que distância de F_1 deve estar um ponto X do segmento determinado por F_1 e F_2 , para que neste ponto as ondas emitidas por F_1 e F_2 tenham a mesma intensidade.

Note e adote

Para ondas bidimensionais, como as circulares, a energia distribui-se ao longo da linha da circunferência que constitui a frente de onda. A intensidade dessas ondas é calculada pela expressão:

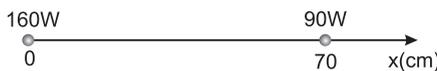
$$I = \frac{P}{2\pi x}$$

I: intensidade de onda circular

P: potência da fonte

x: raio da frente de onda

5 (UFMS-MS) – Duas fontes de luz pontiformes de 160W e 90W, separadas por uma distância de 70cm, estão dispostas conforme a figura abaixo.



Identifique as proposições corretas:

- (01) Sobre o eixo (x), as duas fontes são capazes de gerar a mesma intensidade de luz nos pontos de abscissa $x = 40\text{cm}$ e $x = 280\text{cm}$.
 - (02) Sobre o eixo (x), as duas fontes são capazes de gerar a mesma intensidade de luz somente no ponto de abscissa $x = 40\text{cm}$.
 - (04) As frentes de ondas emitidas pelas duas fontes serão cilíndricas.
 - (08) A intensidade de luz da fonte de 160W será sempre maior do que a intensidade de luz da fonte de 90W.
 - (16) Invertendo-se de posição as duas fontes, sobre o eixo (x), elas seriam capazes de gerar a mesma intensidade de luz nos pontos de abscissa $x = 30\text{cm}$ e $x = -210\text{cm}$.
- Dê como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.

6 (OLIMPIADA DE CIÊNCIAS) – Um avião supersônico voa horizontalmente em linha reta a uma altitude de 5km em relação ao solo. Se a velocidade do avião é Mach 2 (o dobro da velocidade do som no ar), qual é a melhor aproximação para a distância entre o observador no solo e o avião no momento em que o observador ouve o estampido sônico?

- a) 10 km
- b) 14 km
- c) 17 km
- d) 20 km

1 (ITA-SP) – A distância de Marte ao Sol é aproximadamente 50% maior do que aquela entre a Terra e o Sol. Superfícies planas de Marte e da Terra, de mesma área e perpendiculares aos raios solares, recebem, por segundo, as energias de irradiação solar U_M e U_T , respectivamente. A razão entre as energias, U_M/U_T , é aproximadamente:

- a) 4/9
- b) 2/3
- c) 1
- d) 3/2
- e) 9/4

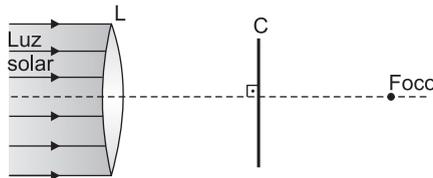
2 (FUVEST-SP-Modificada) – Uma lente circular convergente L, de área 20cm^2 e distância focal 12cm, é colocada perpendicularmente aos raios solares, que neste local têm uma intensidade de radiação de $0,10\text{W/cm}^2$. Admita que 20% da radiação incidente na lente seja absorvida por ela.

Um coletor solar C é colocado entre a lente e seu foco, a 6cm da lente, conforme representa o esquema a seguir.

Suponha que toda energia incidente no coletor seja absorvida por ele e usada para aquecer 1cm^3 de água, inicialmente a 20°C . Adotando para a água calor específico sensível igual a

$1\text{cal/g}^\circ\text{C}$ e densidade absoluta igual a 1g/cm^3 e considerando $1\text{cal} = 4\text{J}$, responda:

- a) Qual a temperatura da água ao fim de 2min do aquecimento?
- b) Qual a intensidade de radiação solar incidente no coletor?

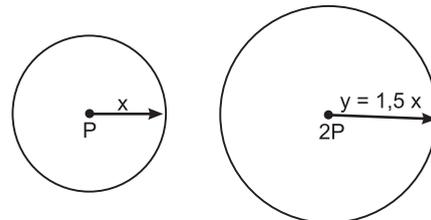


3 (UEJF-MG) – O comandante de um porta-aviões tem como missão investigar qual a profundidade do mar em determinado local. Para tanto, envia um helicóptero munido de um sonar para esse local. O sonar, posicionado pelo helicóptero a uma altura de 68m acima do nível da água do mar, emite uma onda sonora de alta frequência, de comprimento de onda de $0,85\text{cm}$ no ar, que leva 1,0 segundo desde sua emissão até sua recepção de volta no ponto de onde foi emitida, depois de ter sido refletida

pelo fundo do mar. O som se propaga a 340m/s no ar e a 1400m/s na água do mar.

- a) Calcule a frequência do sinal emitido pelo sonar no ar e o comprimento de onda do sinal emitido pelo sonar na água do mar.
- b) Calcule a profundidade do mar nesse local.
- c) A onda sonora emitida pelo sonar é uma onda mecânica ou eletromagnética? Justifique.

4 Duas lâmpadas de potências P e 2P estão nos centros de duas esferas ocas de raios x e $y = 1,5x$, respectivamente.



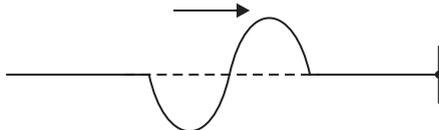
Na primeira, faz-se uma abertura de área S e, na segunda, outra abertura de área 2S. Qual é a razão entre as quantidades de energia radiante que passam pelas referidas aberturas na unidade de tempo?

Exercícios Complementares no Portal Objetivo FIS2M325 e FIS2M326

1 Complete a tabela abaixo com as expressões: **varia**, **não varia** ou **pode ou não variar**:

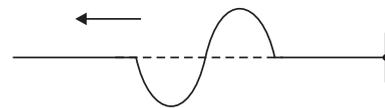
Característica da onda	Na reflexão
Frequência	
Período	
Módulo da velocidade de propagação	
Sentido de propagação das ondas	
Direção de propagação	
Fase da onda	
Comprimento de onda	

2 Uma corda horizontal tem uma de suas extremidades fixa a uma parede. Na extremidade livre, produz-se um pulso, que se propaga ao longo da corda:



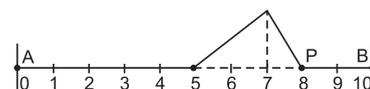
Qual o aspecto da corda logo após a reflexão do pulso na extremidade final?

3 Uma corda horizontal tem suas duas extremidades livres. Numa delas produz-se um pulso, que se propaga ao longo da corda:



Qual o aspecto da corda logo após a reflexão do pulso na outra extremidade?

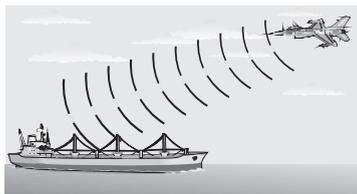
4 Uma corda AB, de comprimento $L = 10\text{m}$, tem ambas as extremidades fixas. No instante $t = 0$, o pulso triangular esquematizado a seguir se inicia em A, atingindo o ponto P no instante $t = 4\text{s}$. Sendo $AP = 8\text{m}$, determine a velocidade de propagação do pulso e o perfil da corda no instante $t = 7\text{s}$.



1 (UFTM-MG-Modificada-MODELO ENEM) – Numa corrida de 100m rasos, o juiz dá a partida por meio de um tiro para o alto, resultado da deflagração de um cartucho desprovido de projétil. O som se propaga pelo ar até as arquibancadas e, após 0,5s, o juiz ouve o eco do estampido produzido. Sabendo-se que a velocidade de propagação do som no ar é de 340m/s, a distância aproximada que separa o juiz da arquibancada é, em m:
a) 85 b) 110 c) 140 d) 170 e) 210

2 Uma corda de comprimento $L = 8,0\text{m}$ está tensa por uma força constante, com as duas extremidades fixas. Um operador provoca um pulso junto a uma de suas extremidades; depois de 0,20s, o pulso alcança o ponto médio da corda.
a) Calcule o módulo da velocidade de propagação do pulso.
b) Quanto tempo depois poderá ser o pulso observado, novamente, no ponto médio da corda?

Enunciado para as questões 3 e 4.
As ondas de radar (micro-ondas) podem ser utilizadas para detectar a presença de corpos no espaço. As ondas eletromagnéticas são emitidas por uma fonte; refletem-se, por exemplo, num avião e são captadas por uma antena. Esse mesmo processo, às vezes, é utilizado na previsão meteorológica.

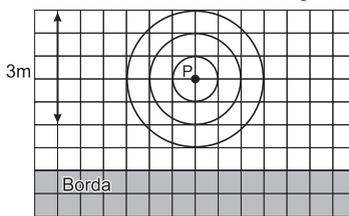


Um aparelho de radar emite ondas com frequência de 10000MHz com velocidade de módulo $3,0 \cdot 10^8\text{m/s}$.

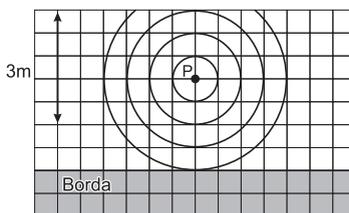
3 Determine o comprimento de onda das micro-ondas emitidas pelo radar.

4 Calcule o tempo necessário para o navio detectar a presença de um avião a 30km de distância, utilizando seu aparelho de radar.

5 (FUVEST-SP) – Em um grande tanque, uma haste vertical sobe e desce continuamente sobre a superfície da água, em um ponto P, com frequência constante, gerando ondas, que são fotografadas em diferentes instantes. A partir dessas fotos, podem ser construídos esquemas, nos quais se representam as cristas (regiões de máxima amplitude) das ondas, que correspondem a círculos concêntricos com centro em P. Dois desses esquemas estão apresentados abaixo, para um determinado instante $t_0 = 0\text{s}$ e para outro instante posterior, $t = 2\text{s}$. Ao incidirem na borda do tanque, essas ondas são refletidas, voltando a se propagar pelo tanque e podendo ser visualizadas através de suas cristas. Considerando tais esquemas:

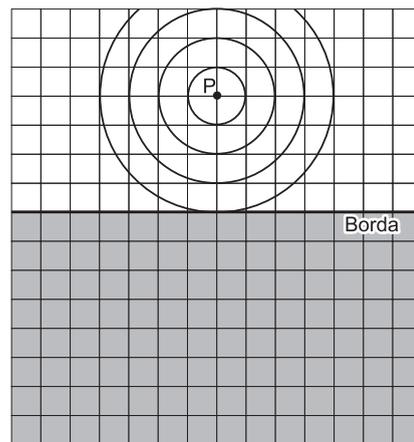


Ondas no instante $t_0 = 0\text{s}$



Ondas no instante $t = 2\text{s}$

- a) Estime a velocidade de propagação V , em m/s, das ondas produzidas na superfície da água do tanque.
- b) Estime a frequência f , em Hz, das ondas produzidas na superfície da água do tanque.
- c) Represente, utilizando no esquema abaixo, as cristas das ondas que seriam visualizadas em uma foto obtida no instante $t = 6,0\text{s}$, incluindo as ondas refletidas pela borda do tanque.



Nessa figura, já estão representadas as cristas das ondas visíveis no instante $t = 2,0\text{s}$.

NOTE E ADOTE:
Ondas, na superfície da água, refletidas por uma borda vertical e plana, propagam-se como se tivessem sua origem em uma imagem da fonte, de forma semelhante à luz refletida por um espelho.

1 Um raio de luz monocromática, propagando-se pelo ar, incide na superfície da água, dividindo-se em duas ondas: uma refletida e outra refratada.

Comparando-se estas duas ondas com a onda incidente, pode-se afirmar:

- a) O ângulo de reflexão é menor que o de refração.
- b) A velocidade da onda refratada tem módulo maior que o da onda refletida.
- c) O comprimento de onda da onda refletida é maior que o da onda refratada.
- d) A frequência da onda refletida é maior que da onda refratada.
- e) O ângulo de refração é, necessariamente, menor que o ângulo de reflexão.

2 (MODELO ENEM) – Um escafandrista, antes de mergulhar, sintoniza seu rádio receptor portátil com a estação transmissora de controle do barco. Depois de ter mergulhado, a fim de que possa receber instruções, deverá

- a) sintonizar a estação do barco numa frequência mais elevada.
- b) manter a mesma frequência de sintonia que em terra, ajustando apenas o controle de intensidade ou volume de seu receptor.
- c) sintonizar a estação numa frequência mais baixa.
- d) procurar uma posição em que seja válida a lei de Snell.

1 (MODELO ENEM) – Uma onda de certa intensidade e frequência tem no ar um comprimento de onda $\lambda = 0,10\text{m}$. Sabendo-se que o módulo de sua velocidade de propagação é 340m/s no ar, o seu comprimento de onda, em um meio no qual o módulo de sua velocidade vale 1360m/s , é de:

- a) 0,40m b) 0,50m c) 1,0m
- d) 1,5m e) 2,0m

2 Uma onda luminosa tem frequência igual a $6,0 \cdot 10^{14}\text{Hz}$.

Determine:

- a) o comprimento de onda no ar, admitindo o módulo da velocidade da luz no ar igual a $3,0 \cdot 10^8\text{m/s}$.
- b) o índice de refração absoluto de um meio no qual essa onda tem comprimento de onda igual a $4,0 \cdot 10^{-7}\text{m}$.

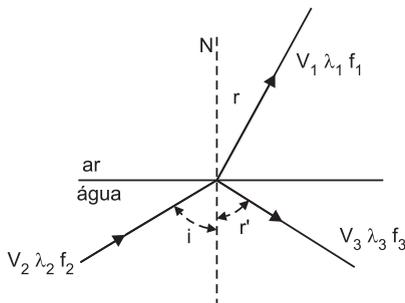
3 Um trem de ondas periódicas percorre o meio 1 e chega à fronteira com o meio 2, onde penetra, sofrendo refração.

e) usar outro meio de comunicação, pois as ondas eletromagnéticas não se propagam na água.

3 Uma fonte sonora vibra com frequência constante dando origem a uma propagação ondulatória no meio (1) que a envolve. Sabe-se que o módulo da velocidade de propagação no meio (2) é menor que o módulo da velocidade de propagação no meio (1). Nestas condições podemos afirmar que, ao passar de (1) para (2):

- a) o período aumenta;
- b) o período diminui;
- c) a frequência aumenta;
- d) o comprimento de onda aumenta;
- e) o comprimento de onda diminui.

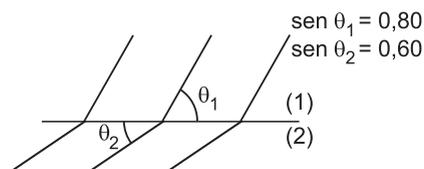
4 Uma onda sonora, propagando-se na água, atinge a superfície separadora desta com o ar, dividindo-se em duas parcelas: uma refletida e outra refratada.



O comprimento de onda no meio 1 é $\lambda_1 = 1,5\text{cm}$ e o comprimento de onda no meio 2 é $\lambda_2 = 2,0\text{cm}$.

- a) Das grandezas físicas: módulo da velocidade de propagação, frequência e período, quais se conservam com o mesmo valor nos dois meios?
- b) Se a frequência das ondas é igual a 10 hertz no meio 1, qual é o módulo da velocidade de propagação no meio 2?

4 O esquema representa ondas retas que, ao se propagarem pela superfície da água de uma cuba de ondas, refratam-se de uma região profunda (1) para outra rasa (2).



Se no meio (1) as ondas têm comprimento de onda 20cm e se movimentam com velocidade de módulo igual a 40cm/s , calcule:

Na figura, f representa a frequência da onda, V o módulo da velocidade de propagação e λ o comprimento de onda.

Podemos afirmar que:

- a) $i = r'$; $r' > r$ e $f_1 > f_2 > f_3$.
- b) $i = r$, $r' > r$ e $f_1 < f_2 < f_3$.
- c) $i > r$, $i = r'$ e $f_1 = f_2 = f_3$.
- d) $i > r'$, $r' < r$, $f_1 > f_2$ e $f_1 < f_3$.
- e) $i = r'$, $r' > r$, $f_3 = f_2 \neq f_1$.

5 (UNIP-SP) – Uma onda se propaga na água contida em um tanque com velocidade de módulo $2,0\text{m/s}$ e a distância entre as cristas sucessivas é de $0,50\text{m}$. Em seguida, a mesma onda, ainda se propagando no tanque, atinge uma região mais profunda e o módulo de sua velocidade torna-se igual a $4,0\text{m/s}$ e a distância entre as cristas sucessivas passa a valer D . Considere as seguintes proposições:

I. A frequência da onda não se altera e vale $4,0\text{Hz}$.

II. A distância D vale $1,0\text{m}$.

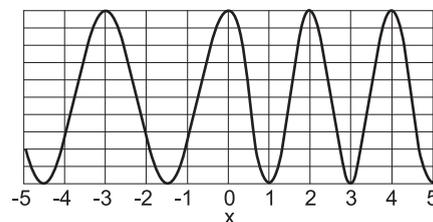
Responda mediante o código:

- a) As duas proposições estão erradas.
- b) Apenas a proposição (I) é correta.
- c) Apenas a proposição (II) é correta.
- d) As duas proposições são corretas.
- e) Se a proposição (I) for correta, a proposição (II) será falsa.

a) as frequências das ondas nos meios (1) e (2).

b) o comprimento de onda e o módulo da velocidade das ondas no meio (2).

5 (UNIFESP-SP) – O gráfico da figura mostra uma onda luminosa em dois meios com índices de refração diferentes. A interface que separa os meios encontra-se na coordenada $x = 0$. O meio com índice de refração $n_1 = 1,0$ ocupa a região $x < 0$ e o meio com índice de refração n_2 ocupa a região $x > 0$.



Analisando-se o gráfico, é possível afirmar que o índice de refração n_2 é:

- a) 2,0 b) 1,8 c) 1,5
- d) 1,3 e) 1,2