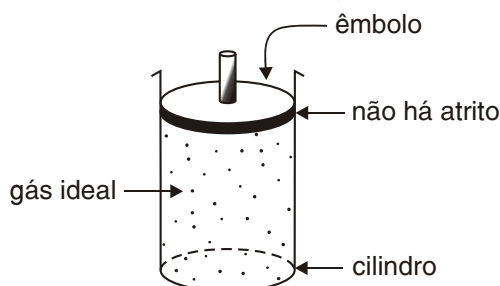




## AULA 1

**1** Certa massa de gás ideal encontra-se confinada em um cilindro que é fechado por um êmbolo que pode deslizar livremente, conforme indica a figura:

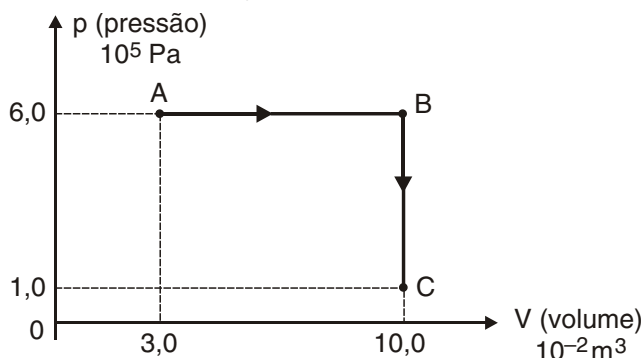


O conjunto cilindro e gás é aquecido e o êmbolo afasta-se do fundo do recipiente. Pode-se então afirmar que:

- a) o trabalho é realizado sobre o gás porque ele recebe calor.
- b) o trabalho é realizado pelo gás porque sua temperatura aumenta.
- c) não há trabalho realizado ou recebido.
- d) o trabalho é realizado sobre o gás porque a sua pressão aumenta.
- e) o trabalho é realizado pelo gás porque o volume ocupado por ele aumenta.**

### Texto para as questões 2 e 3:

Uma porção de gás ideal sofre as transformações AB e BC, retratadas no diagrama pressão x volume abaixo:



**2** A transformação em que o trabalho realizado pelo gás é nulo é classificada como:

- a) compressão isotérmica.
- b) expansão isobárica.
- c) resfriamento isométrico.**
- d) aquecimento isobárico.
- e) compressão isobárica.

**3** No diagrama, o trabalho realizado pelo gás na expansão isobárica vale, em  $10^3\text{J}$  (joule):

- a) 35
- b) 42**
- c) 50
- d) 65
- e) 72

**4** De acordo com o 1º Princípio da Termodinâmica, podemos relacionar a quantidade de calor  $Q$ , recebida ou cedida, o trabalho  $\tau$ , recebido ou realizado, e a variação da energia interna  $\Delta U$  em um sistema formado por muitas partículas, da seguinte maneira:

$$Q = \tau + \Delta U$$

Com base nessa expressão, complete o quadro a seguir, justificando suas respostas:

Transformação sofrida por um gás ideal	$\tau$ (J)	$\Delta U$ (J)	$Q$ (J)
I. Expansão isobárica	70		120
II. Compressão isotérmica	-80		

**I.**  $Q = \tau + \Delta U$

$$120 = 70 + \Delta U$$

$$\Delta U = 50 \text{ J}$$

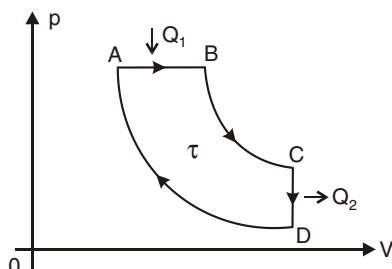
**II.** Compressão isotérmica  $\rightarrow \Delta U = 0$

$$Q = \tau + \Delta U$$

$$Q = -80 + 0$$

$$Q = -80 \text{ J}$$

**5** Apesar de Chrystian Huygens ter construído uma máquina de combustão interna, em 1680, as fábricas do século XVIII elegeram o pouco eficiente motor de combustão externa (vapor) para alavancar a primeira Revolução Industrial, por causa de sua simplicidade de funcionamento. Atualmente, os engenhos a vapor fazem parte do passado e os propulsores de hoje utilizam-se do ciclo Otto (gasolina) ou Diesel, nos quais o combustível é queimado internamente. A engenharia automotiva prevê que, no século XXI, os motores a diesel de alta rotação serão os mais utilizados, graças à economia de combustível e à eficiência que propiciam, tornando-se mais ecológicos. O ciclo Diesel pode ser representado pelo diagrama a seguir:



Na expansão adiabática BC, podemos afirmar que:

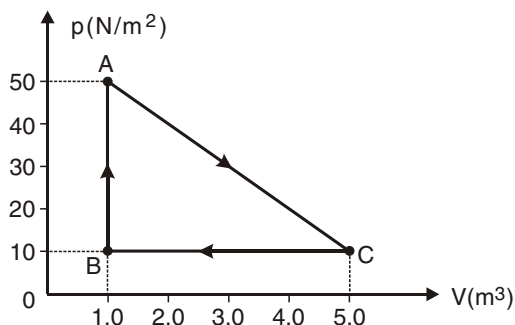
- a) a temperatura permanece constante.
- b) o trabalho realizado é igual, em valor absoluto, à redução da energia interna do sistema.**
- c) não há variação da energia interna.
- d) há absorção de calor do ambiente.
- e) há liberação de calor para o ambiente.

Expansão adiabática  $\tau > 0$   $Q = 0$

$$Q = \tau + \Delta U \rightarrow 0 = \tau + \Delta U \rightarrow \tau = -\Delta U$$

**Enunciado para as questões de 6 a 8:**

Considere o gráfico a seguir, que representa a pressão em função do volume, para as transformações de um mol de gás perfeito.



**6** O trabalho trocado pelo gás, na transformação do estado C para o estado B, é igual a:

- a) - 40 J**
- b) - 10 J
- c) 20 J
- d) 30 J
- e) 80 J

De C para B temos  $\tau < 0$ , pois há contração de volume. Assim:

$$\tau_{CB} = -[\text{área } \begin{array}{|c|} \hline \text{B} \leftarrow \text{C} \\ \hline \end{array} 10] \\ 4,0$$

$$\tau_{CB} = -[4,0 \cdot 10]$$

$$\tau_{CB} = -40 \text{ J}$$

**7** O trabalho trocado pelo gás, ao percorrer uma vez o ciclo ACBA, é igual a:

- a) 40 J
- b) 50 J
- c) 60 J
- d) 80 J**
- e) 100 J

$\tau_{\text{ciclo}} > 0$ , pois o sentido do ciclo é horário

$$\tau_{\text{ciclo}} = \text{área } \begin{array}{|c|} \hline 40 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline \text{triângulo} \\ \hline \end{array} = \frac{40 \cdot 4,0}{2}$$

$$\tau_{\text{ciclo}} = 80 \text{ J}$$

**8** A variação da energia interna, ao percorrer o ciclo, é igual a:

- a) zero**
- b) 10 J
- c) 20 J
- d) 30 J
- e) 60 J

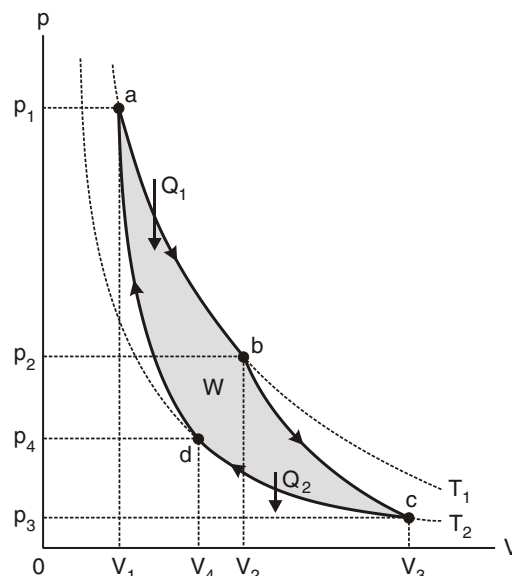
$$\Delta U_{\text{ciclo}} = 0$$

### Exercícios-Tarefa

**O texto a seguir refere-se às questões 1 e 2:**

As locomotivas a vapor mais sofisticadas transformavam apenas 8% do calor transferido da caldeira para o ambiente, em trabalho.

Os motores a diesel modernos têm rendimento de até 38%. A inatingível máquina térmica de rendimento máximo, sonho dos engenheiros mecânicos, operaria executando o ciclo de Carnot, representado no diagrama a seguir:



**1** A transformação **cd** é uma compressão isotérmica que se caracteriza por:

- a) ceder uma quantidade de calor que, em módulo, é menor que o trabalho que recebe.
- b) receber trabalho, que é integralmente cedido sob a forma de calor.
- c) ceder calor sem receber trabalho.
- d) variar sua energia interna.
- e) não trocar calor com o meio.

**Resolução:**

$$\text{Isotérmica} \rightarrow \Delta U = 0 \rightarrow Q = \tau + \Delta U \rightarrow Q = \tau + 0 = Q = \tau$$

**Resposta: B**

**2** O volume aumenta e a temperatura diminui na transformação **bc**. Estas são as características de uma:

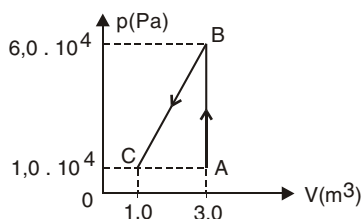
- a) expansão isobárica.
- b) expansão isotérmica.
- c) compressão adiabática.
- d) compressão isobárica.
- e) expansão adiabática.

**Resolução:**

Na expansão (aumento de volume) adiabática, há uma rápida redução da pressão, em um intervalo de tempo curto. Isso acarreta na diminuição da temperatura do gás.

**Resposta: E**

**3** Um mol de gás perfeito sofre a transformação ABC, representada no diagrama pressão x volume indicado a seguir.



O trabalho trocado entre o gás e o meio externo de A para B e o de B para C valem, respectivamente:

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

**Resolução:**

$$\tau_{AB} = 0 \text{ (transformação isométrica)}$$

$$\tau_{BC} = - \frac{(6,0 + 1,0) \cdot 10^4 \cdot 2,0}{2} \text{ (área do trapézio)}$$

$$\tau_{BC} = -7,0 \cdot 10^4 \text{ J}$$

**Resposta: D**

**4** Das transformações a que uma amostra de gás ideal pode ser submetida, aquela que apresenta trabalho nulo é:

- a) a compressão isobárica.
- b) a compressão isotérmica.
- c) o aquecimento isométrico.
- d) o aquecimento isobárico.
- e) a expansão isotérmica.

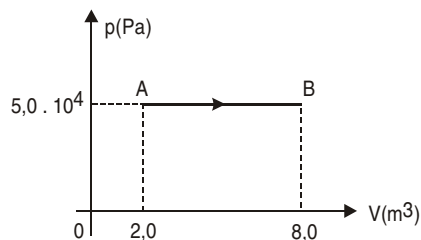
**Resolução:**

Um gás realiza trabalho quando expande (aumento de volume) e recebe trabalho quando é contraído (diminuição de seu volume). Quando não há alteração de seu volume, não há trabalho, por definição. As transformações gasosas que mantêm o volume constante são chamadas de isométricas, isovolumétricas ou isocóricas (essas palavras são sinônimas).

**Resposta: C**

**Enunciado para as questões 5 e 6:**

Um mol de gás perfeito sofre a transformação AB, representada no diagrama pressão x volume, indicado a seguir:



**5** Determine o trabalho trocado entre o gás e o meio externo, de A para B.

**Resolução:**

$$\tau_{AB} = \text{área} \begin{array}{c} \text{A} \quad \text{B} \\ \boxed{\quad} \\ \text{6,0} \end{array} 5,0 \cdot 10^4 = (6,0) \cdot (5,0 \cdot 10^4)$$

$$\tau_{AB} = 3,0 \cdot 10^5 \text{ J}$$

**6** Dê o nome da transformação AB sofrida pela amostra de gás.

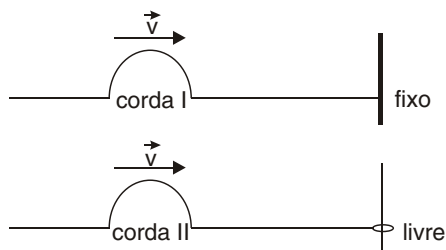
**Resolução:**

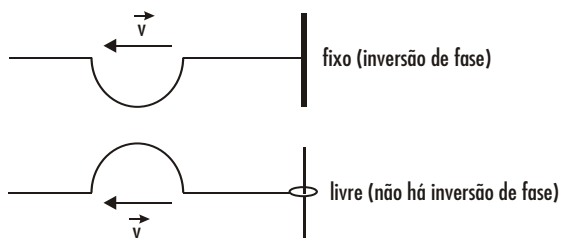
Expansão isobárica – o volume aumenta sob pressão constante.

## AULA 2

### REFLEXÃO DE ONDAS

**1** As figuras a seguir representam dois pulsos que se propagam em duas cordas I e II. Uma das extremidades da corda I é fixa e uma das extremidades da corda II é livre. Represente a forma dos pulsos refletidos em ambas as cordas.





**2** Ao se apresentar com Caetano Veloso, na inauguração de uma sofisticada casa de espetáculos em São Paulo, João Gilberto reclamou, entre outras coisas, que ouvia sua voz novamente, algum tempo depois de emitida pelo sistema de som.



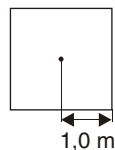
Seu protesto gerou vaias do público e considerações posteriores, por parte dos dois intérpretes,

sobre o estado de embriaguez dos espectadores e a falta de sensibilidade da burguesia paulistana.

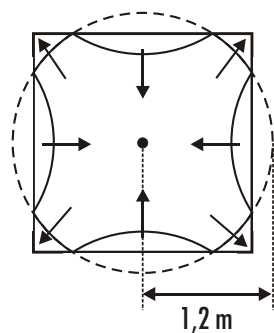
O fenômeno ondulatório que provocou essa confusão foi:

- a)** a reflexão do som nas paredes do palco.
- b)** a interferência construtiva produzida pelos violões e as caixas acústicas do sistema de som.
- c)** a absorção do som pelas caixas acústicas colocadas no palco.
- d)** a refração do som ao passar do palco para o ambiente mais amplo da plateia.
- e)** a refração do som nas paredes do palco.

**3** Provoca-se uma perturbação no centro de um recipiente quadrado que contém um líquido, produzindo uma frente de onda circular. O recipiente tem 2,0 m de lado e a velocidade da onda possui módulo igual a 1,0 m/s. Represente a onda 1,2 s após a perturbação.



$t = 1,2 \text{ s} \rightarrow$  a onda fica com raio 1,2 m e se reflete parcialmente:



**4** Um observador emite um forte som monossilábico e 0,50 s depois ouve o eco correspondente. Adotando a velocidade do som no ar constante e de módulo igual a 340 m/s, calcule a distância do observador ao anteparo refletor.

$$2d = v \cdot \Delta t$$

$$2d = 340 \cdot 0,50$$

$$d = \frac{170}{2}$$

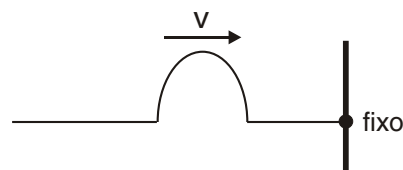
$$d = 85 \text{ m}$$

**5** (UFC) O ouvido humano percebe distintamente dois sons quando estes estão separados por um intervalo de tempo mínimo de 0,10 s. Uma pessoa emite um som breve e forte que se reflete num anteparo situado a uma distância  $d$ . O mínimo valor de  $d$  para que a pessoa perceba com distinção o eco é:

- a)** 85 m    **b)** 68 m    **c)** 51 m    **d)** 34 m    **e)** 17 m

### Exercícios-Tarefa

**1** A figura a seguir representa um pulso ideal que se propaga em uma corda. Uma das extremidades da corda é fixa.



O pulso refletido pode ser assim esquematizado:

- a)**
- b)**
- c)**
- d)**
- e)**

**Resolução:**

Quando uma corda tem uma extremidade presa (fixa), uma onda, ao sofrer reflexão, inverte a fase (isto é, se a onda vem como crista, após refletir, voltará como vale). Do contrário, quando um pulso proveniente de uma corda que está presa a uma extremidade livre sofre reflexão, este mantém a fase (isto é, se a onda vem como crista, após refletir, voltará como crista).

**Resposta: C****2** O eco é um exemplo de:

- a) refração do som.                      d) interferência do som.  
 b) absorção do som.                      e) difração do som.  
 c) reflexão do som.

**Resolução:**

Quando num corredor grande, numa sala enorme e vazia, entre outros exemplos, emitimos um som intenso ou falamos alto é comum ouvirmos novamente, em um curto intervalo de tempo, o som que produzimos. Trata-se do eco, que nada mais é do que a reflexão do som nas paredes do recinto, ou de outro obstáculo.

**Resposta: C**

**3** O sonar de um submarino em repouso emite um forte som e 1,0 s depois recebe o eco correspondente de uma parede rochosa. Adotando a velocidade do som na água constante e de módulo igual a  $1,5 \cdot 10^3$  m/s, calcule a distância do submarino à parede.

**Resolução:**

$$2d = v \cdot \Delta t \rightarrow 2d = 1500 \cdot 1,0 \rightarrow d = 750 \text{ m}$$

**4** O pulso assimétrico incidente de B para A (figura abaixo) deverá sofrer reflexão em A.



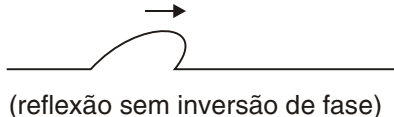
A configuração da corda após a reflexão será a figura:

- I)      III)
- II)      IV)

- a) I se a extremidade A for livre.  
 b) II se a extremidade A for livre.  
 c) III se a extremidade A for livre.  
 d) IV se a extremidade A for livre.  
 e) a corda apresentar-se-á retilínea.

**Resolução:**

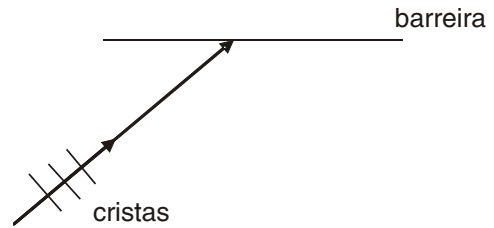
Se A for uma extremidade livre:



Se A for uma extremidade fixa, a reflexão será com inversão de fase:

**Resposta: A**

**5** (Fatec) A figura representa as cristas de uma onda propagando-se na superfície da água em direção a uma barreira.



É correto afirmar que, após a reflexão na barreira,

- a) a frequência da onda aumenta.  
 b) a velocidade da onda diminui.  
 c) o comprimento da onda aumenta.  
 d) o ângulo de reflexão é igual ao de incidência.  
 e) o ângulo de reflexão é menor que o de incidência.

**Resolução:**

Quando há uma reflexão, o ângulo de incidência e de reflexão são iguais.

**Resposta: D****AULA 3****REFRAÇÃO DE ONDAS**

**1** Na refração de ondas, a grandeza que sempre se mantém constante é:

- a) o comprimento de onda.  
 b) a amplitude.  
 c) a distância entre dois pontos em oposição de fase.  
 d) a frequência.  
 e) a velocidade de propagação da onda.

**2** (UEL-PR) Ondas mecânicas, de frequência 50 Hz, propagam-se no meio **A** com velocidade de 300 m/s e sofrem refração quando chegam a um outro meio **B**. Se o índice de refração do meio **B** em relação ao meio **A** for 1,2, o comprimento de onda do meio **B** vale, em metros:

- a) 6,0      **b) 5,0**      c) 4,0      d) 3,0      e) 2,5

**Lembrete:**  $n_{B,A} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{v_A}{v_B}$

$$n_{B,A} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{v_A}{v_B}$$

$$1,2 = \frac{300}{v_B} \Rightarrow v_B = 250 \text{ m/s}$$

$$\text{Mas, } f_B = f_A \text{ e, } v_B = \lambda_B \cdot f \Rightarrow 250 = \lambda_B \cdot 50$$

$$\therefore \lambda_B = 5,0 \text{ m}$$

**3** Um feixe cilíndrico de luz monocromática, propagando-se no ar, incide na superfície da água de um tanque, originando dois novos feixes: um refletido e outro refratado. A respeito dessa situação, podemos afirmar que:

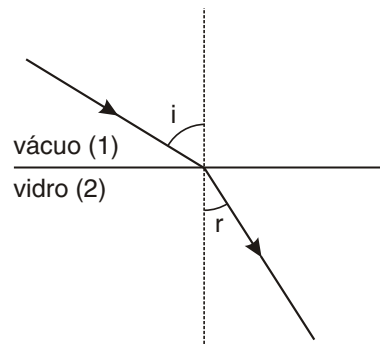
- a) O módulo da velocidade de propagação da luz refletida é menor que o da luz refratada.  
 b) A frequência da luz refletida é maior que a da luz refratada.  
 c) O ângulo de reflexão é menor que o de refração.  
**d) O comprimento de onda da luz refletida é maior que o da luz refratada.**  
 e) O comprimento de onda da luz refletida é igual ao da luz refratada.

**4** Uma onda sonora passa do ar para a água. Podemos afirmar que:

- a) o período aumentará.  
 b) a velocidade aumentará e o comprimento de onda diminuirá.  
**c) a frequência permanecerá constante.**  
 d) a velocidade e a frequência aumentarão.  
 e) o período e o comprimento de onda permanecerão constantes.

Na refração de ondas, a frequência permanece constante.

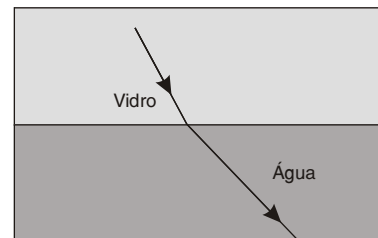
**5** A figura a seguir mostra um raio de luz monocromática de frequência  $f_1$  que, proveniente do vácuo, refrata-se, passando a se propagar no vidro.



Sabendo-se que o módulo da velocidade da luz no vácuo vale  $3,0 \cdot 10^8$  m/s e no vidro  $1,5 \cdot 10^8$  m/s, determine a relação entre os comprimentos de onda no vácuo  $\lambda_1$  e no vidro  $\lambda_2$ .

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{3,0 \cdot 10^8}{1,5 \cdot 10^8} \rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = 2,0$$

**6** (UFMG) A figura mostra um feixe de luz que passa do vidro para a água.



Com relação a essa situação, é correto afirmar que:

- a) A frequência da luz é maior no vidro do que na água.  
 b) O módulo da velocidade da luz no vidro é maior do que na água.  
**c) O comprimento de onda da luz no vidro é menor do que na água.**  
 d) O índice de refração absoluto do vidro é menor do que o índice de refração absoluto da água.  
 e) O período da luz é maior na água do que no vidro.

**7** (ESPM-SP – adaptada) Uma onda, propagando-se numa corda “fina” com velocidade de 18 m/s e frequência de 15 Hz, encontra seu ponto de união com outra corda “grossa”, passando a se propagar nela com velocidade de 12 m/s. A razão entre os comprimentos de onda na corda “fina” e corda “grossa” é, respectivamente:

- a) 1/2      b) 2/5      c) 3/5      **d) 3/2**      e) 2/3

$$\frac{V_G}{\lambda_G} = \frac{V_F}{\lambda_F} \rightarrow \frac{\lambda_F}{\lambda_G} = \frac{V_F}{V_G} \rightarrow \frac{\lambda_F}{\lambda_G} = \frac{18}{12}$$

$$\therefore \frac{\lambda_F}{\lambda_G} = \frac{3}{2}$$

## Exercícios-Tarefa

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

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

**Resolução:**

$$\frac{\lambda_{ar}}{v_{ar}} = \frac{\lambda_x}{v_x} \rightarrow \frac{0,10}{340} = \frac{\lambda_x}{1360} \rightarrow \lambda_x = 0,40 \text{ m}$$

**Resposta: A**

**2** 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.  
e) usar outro meio de comunicação, pois as ondas eletromagnéticas não se propagam na água.

**Resolução:**

A frequência de uma onda não se altera numa refração.

**Resposta: B**

**3** Uma onda plana, de comprimento de onda igual a 10 cm e frequência 10 Hz num meio 1, passa para um meio 2. Se o comprimento de onda no meio 2 vale 5,0 cm, determine:

- a) a frequência no meio 2.

**Resolução:**

$$f_2 = f_1 \rightarrow f_2 = 10 \text{ Hz}$$

b) a velocidade de propagação nos meios 1 e 2.

**Resolução:**

$$v_1 = \lambda_1 \cdot f_1 \qquad v_2 = \lambda_2 \cdot f_2$$

$$v_1 = 10 \cdot 10 \qquad v_2 = 5,0 \cdot 10$$

$$v_1 = 100 \text{ cm/s} \qquad v_2 = 50 \text{ cm/s}$$

**4** (UFPE) Qual(ais) característica(s) da luz – comprimento de onda, frequência e velocidade – muda(m) de valor quando a luz passa do ar para o vidro?

- a) Apenas a frequência.  
b) Apenas a velocidade.  
c) A frequência e o comprimento de onda.  
d) A velocidade e o comprimento de onda.  
e) A frequência e a velocidade.

**Resolução:**

Ao sofrer refração, uma onda mantém sua frequência. Porém para que isso ocorra se faz necessária a alteração de sua velocidade bem como de seu comprimento de onda.

**Resposta: D**

**5** (Unicruz-RS) Em relação à reflexão e refração sofridas por ondas em uma superfície de vidro “liso”, é correto afirmar:

- a) A reflexão no vidro é predominantemente difusa.  
b) Sendo o vidro mais refringente que o ar, um raio do tipo *laser* irá deslocar-se mais lentamente neste último.  
c) Para diminuir a quantidade de *laser* refratado é necessário que ele incida sobre a superfície do vidro com um ângulo igual ou maior ao ângulo limite.  
d) O vidro apresenta um índice de refração maior para a luz amarela do que para a luz verde.  
e) A luz anil percorre mais rapidamente o vidro do que a luz alaranjada.

**Resolução:**

Quando uma onda luminosa incide numa superfície lisa, como é o caso do vidro em questão, temos uma reflexão especular. Isso explica por que vemos nosso reflexo quando olhamos para uma superfície de vidro (janela de um carro, por exemplo). Em uma superfície irregular, a reflexão seria difusa. Por essa razão enxergamos esta folha, sem com isso ver nosso reflexo. Na incidência de uma onda luminosa no vidro, se esta sofrer refração, ela terá sua velocidade diminuída devido ao fato de o vidro ter um maior índice de refração, isto é, ser mais refringente.

**Resposta: B**