

1. Em uma manhã de março de 2001, a plataforma petrolífera P-36, da Petrobrás, foi a pique. Em apenas três minutos, ela percorreu os 1320 metros de profundidade que a separavam do fundo do mar. Suponha que a plataforma, partindo do repouso, acelerou uniformemente durante os primeiros 30 segundos, ao final dos quais sua velocidade atingiu um valor  $V$  com relação ao fundo, a que, no restante do tempo, continuou a cair verticalmente, mas com velocidade constante de valor igual a  $V$ . Nessa hipótese, qual foi o valor  $V$ ?

- (A) 4,0 m/s.
- (B) 7,3 m/s.
- (C) 8,0 m/s.
- (D) 14,6 m/s.
- (E) 30,0 m/s.

2. Um projétil é lançado verticalmente para cima, a partir do nível do solo, com velocidade inicial de 30 m/s.

Admitindo a desprezando a resistência do ar, analise as seguintes afirmações a respeito do movimento desse projétil.

I - 1 s após o lançamento, o projétil se encontra na posição de altura 25 m com relação ao solo.

II - 3 s após o lançamento, o projétil atinge a posição de altura máxima.

III - 5 s após o lançamento, o projétil se encontra na posição de altura 25 m com relação ao solo.

Quais estão corretas?

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

3. Um automóvel que trafega em uma auto-estrada reta e horizontal, com velocidade constante, está sendo observado de um helicóptero. Relativamente ao solo, o helicóptero voa com velocidade constante de 100 km/h, na mesma direção e no mesmo sentido do movimento do automóvel. Para o observador situado no helicóptero, o automóvel avança a 20 km/h. Qual é, então, a velocidade do automóvel relativamente ao solo?

- (A) 120 km/h.
- (B) 100 km/h.
- (C) 80 km/h.
- (D) 60 km/h.
- (E) 20 km/h.

4. Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas nas afirmações abaixo, na ordem em que elas aparecem.

- \_\_\_\_\_ descreveu movimentos acelerados sobre um plano inclinado e estudou os efeitos da gravidade terrestre local sobre tais movimentos.

- \_\_\_\_\_, usando dados coletados por Tycho Brahe, elaborou enunciados concisos para descrever os movimentos dos planetas em suas órbitas em torno do Sol.

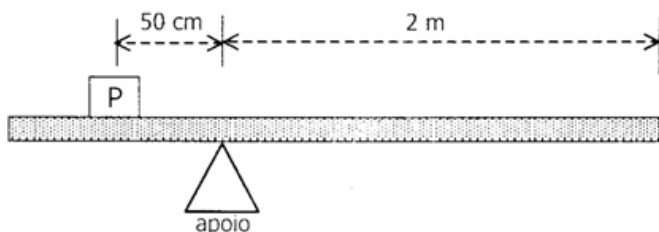
- \_\_\_\_\_ propôs uma teoria que explica o movimento dos corpos celestes, segundo a qual a gravidade terrestre atinge a Lua, assim como a gravidade solar se estende à Terra e aos demais planetas.

- (A) Newton - Kepler - Galileu
- (B) Galileu - Kepler - Newton
- (C) Galileu - Newton - Kepler
- (D) Kepler - Newton - Galileu
- (E) Kepler - Galileu - Newton

5. Um foguete é disparado verticalmente a partir de uma base de lançamentos, onde seu peso é  $P$ . Inicialmente, sua velocidade cresce por efeito de uma aceleração constante. Segue-se, então, um estágio durante o qual o movimento se faz com velocidade constante relativamente a um observador inercial. Durante esse estágio, do ponto de vista desse observador, o módulo da força resultante sobre o foguete é

- (A) zero.
- (B) maior do que zero, mas menor do que  $P$ .
- (C) igual a  $P$ .
- (D) maior do que  $P$ , mas menor do que  $2P$ .
- (E) igual a  $2P$ .

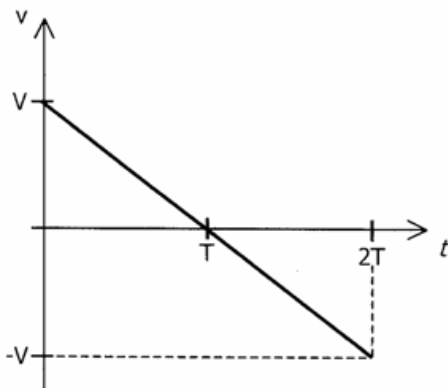
6. A figura abaixo representa uma alavanca constituída por uma barra homogênea e uniforme, de comprimento de 3m, a por um ponto de apoio fixo sobre o solo. Sob a ação de um contrapeso  $P$  igual a 60N, a barra permanece em equilíbrio, em sua posição horizontal, nas condições especificadas na figura.



Qual é o peso da barra?

- (A) 20 N.
- (B) 30 N.
- (C) 60 N.
- (D) 90 N.
- (E) 180 N.

7. O gráfico de velocidade contra tempo mostrado abaixo representa o movimento executado por uma partícula de massa  $m$  sobre uma linha reta, durante um intervalo de tempo  $2T$ .



Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas nas afirmações abaixo, referentes àquele movimento, na ordem em que elas aparecem.

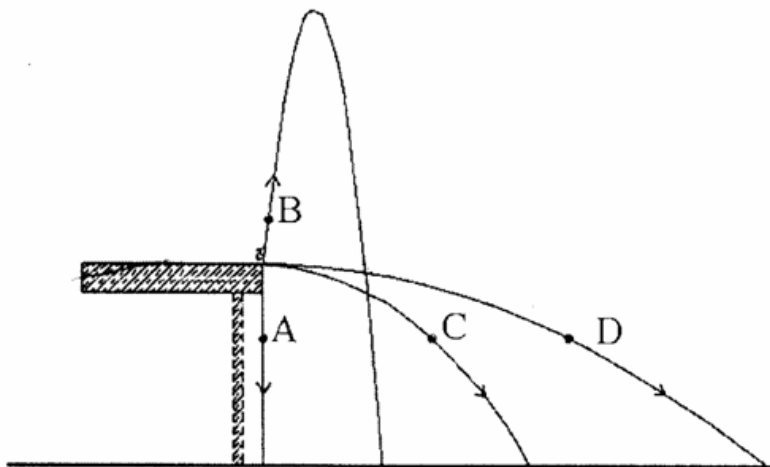
- Em módulo, a quantidade de movimento linear da partícula no instante  $T$  é igual a
- Em módulo, a variação da quantidade de movimento da partícula ao longo do intervalo de tempo,  $2T$  é igual a

- (A) zero - zero
- (B) zero -  $2mV$
- (C) zero -  $mV$
- (D)  $mV$  - zero
- (E)  $mV$  -  $2mV$

8. Uma pessoa em repouso sobre um piso horizontal observa um cubo, de massa  $0,20$  kg, que desliza sobre o piso, em movimento retilíneo de translação. Inicialmente, o cubo desliza sem atrito, com velocidade constante de  $2$  m/s. Em seguida, o cubo encontra pela frente, a travessa em linha reta, um trecho do piso, de  $0,3$  m, onde existe atrito. Logo após a travessia deste trecho, a velocidade de deslizamento do cubo é de  $1$  m/s. Para aquele observador, qual foi o trabalho realizado pela força de atrito sobre o cubo?

- (A)  $-0,1$  J.
- (B)  $-0,2$  J.
- (C)  $-0,3$  J.
- (D)  $-0,4$  J.
- (E)  $-0,5$  J.

9. A figura abaixo representa as trajetórias dos projéteis idênticos A, B, C e D, desde seu ponto comum de lançamento, na borda de uma mesa, até o ponto de impacto no chão, considerado perfeitamente horizontal. O projétil A é deixado cair a partir do repouso, e os outros três são lançados com velocidades iniciais não-nulas.



Desprezando o atrito com o ar, um observador em repouso no solo pode afirmar que, entre os níveis da mesa e do chão,

- (A) o projétil A é o que experimenta maior variação de energia cinética.
- (B) o projétil B é o que experimenta maior variação de energia cinética.
- (C) o projétil C é o que experimenta maior variação de energia cinética.
- (D) o projétil D é o que experimenta maior variação de energia cinética.
- (E) todos os projéteis experimentam a mesma variação de energia cinética.

10. Uma esfera de gelo, de massa igual a 300 g e massa específica igual a 0,92 , flutua à superfície da água - cuja massa específica é igual a 1,00 - num recipiente em repouso com relação ao solo. Os valores aproximados do volume total do gelo a do seu volume imerso são dados, em , respectivamente, por

- (A) 326 a 276.
- (B) 300 a 300.
- (C) 300 a 276.
- (D) 326 a 300.
- (E) 326 a 326.

11. O calor específico de certa amostra de gás é igual a 1 kJ/(kg.°C). Qual das alternativas expressa corretamente esse valor nas unidades J/(g.K) ?

- (A)  $3,66 \times 10^{-3}$ .
- (B) 1.
- (C) 10.
- (D) 273,16.
- (E)  $10^3$ .

12. Uma barra de gelo de 1 kg, que se encontrava inicialmente à temperatura de  $-10^\circ\text{C}$ , passa a receber calor de uma fonte térmica e, depois de algum tempo, acha-se totalmente transformada em água a  $10^\circ\text{C}$ . Seja  $Q_g$  a quantidade de calor necessária para o gelo passar de  $-10^\circ\text{C}$  a  $0^\circ\text{C}$ ,  $Q_f$  a quantidade de calor necessária para fundir totalmente o gelo a  $Q_a$  a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura da água de  $0^\circ\text{C}$  até  $10^\circ\text{C}$ .

	Calor específico	Calor de fusão
Gelo	2,09 J/(g.°C)	334,40 J/g
Água	4,18 J/(g.°C)	-

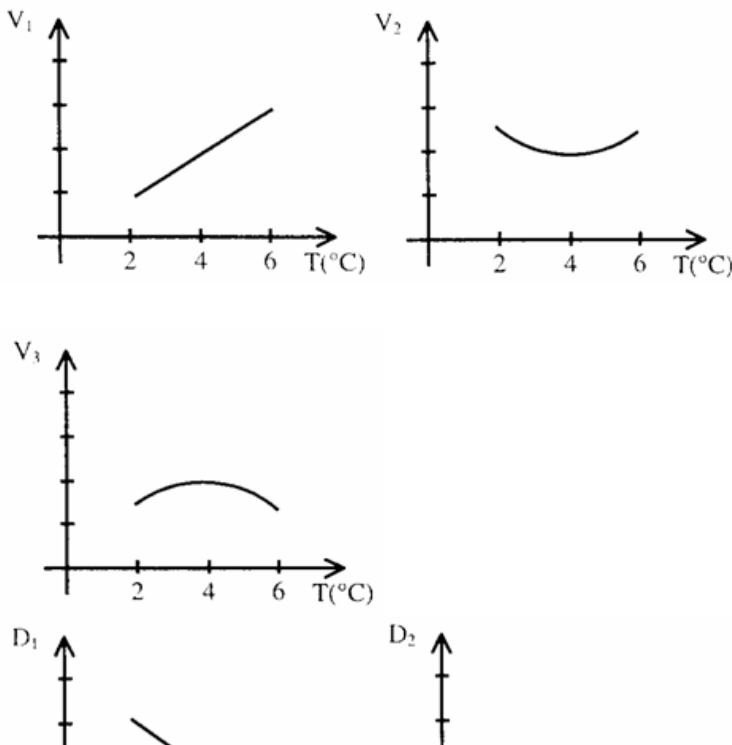
Considerando os dados da tabela acima, assinale a alternativa na qual as quantidades de calor  $Q_g$ ,  $Q_f$  e  $Q_a$  estão escritas em ordem crescente de seus valores, quando expressos numa mesma unidade.

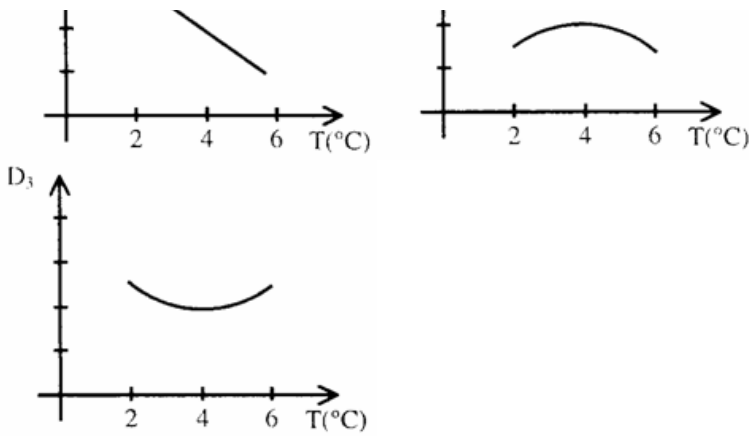
- (A)  $Q_g$ ,  $Q_f$ ,  $Q_a$
- (B)  $Q_g$ ,  $Q_a$ ,  $Q_f$
- (C)  $Q_f$ ,  $Q_g$ ,  $Q_a$
- (D)  $Q_f$ ,  $Q_a$ ,  $Q_g$
- (E)  $Q_a$ ,  $Q_g$ ,  $Q_f$

13. É correto afirmar que, durante a expansão isotérmica de uma amostra de gás ideal,

- (A) a energia cinética média das moléculas do gás aumenta.
- (B) o calor absorvido pelo gás é nulo.
- (C) o trabalho realizado pelo gás é nulo.
- (D) o trabalho realizado pelo gás é igual à variação da sua energia interna.
- (E) o trabalho realizado pelo gás é igual ao calor absorvido pelo mesmo.

14. Qualitativamente, os gráficos  $V_1$ ,  $V_2$  a  $V_3$ , apresentados abaixo, propõem diferentes variações de volume com a temperatura para uma certa substância, no intervalo de temperaturas de  $2^\circ\text{C}$  a  $6^\circ\text{C}$ . Do mesmo modo, os gráficos  $D_1$ ,  $D_2$  a  $D_3$  propõem diferentes variações de densidade com a temperatura para a mesma substância, no mesmo intervalo de temperaturas.





Dentre esses gráficos, selecione o par que melhor representa, respectivamente, as variações de volume e de densidade da água com a temperatura, à pressão atmosférica, no intervalo de temperaturas considerado.

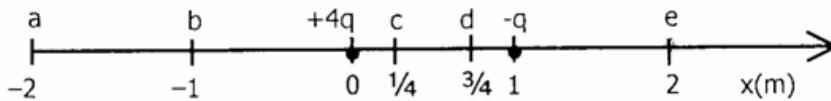
- (A)  $V_1 - D_1$
- (B)  $V_1 - D_3$
- (C)  $V_2 - D_1$
- (D)  $V_2 - D_2$
- (E)  $V_3 - D_3$

15. O módulo da força eletrostática entre duas cargas elétricas elementares - consideradas puntiformes separadas pela distância nuclear típica de  $10^{-15}$  m é  $2,30 \times 10^2$  N. Qual é o valor aproximado da carga elementar?

(Constante eletrostática  $k = 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ )

- (A)  $2,56 \times 10^{-38}$  C.
- (B)  $2,56 \times 10^{-20}$  C.
- (C)  $1,60 \times 10^{-19}$  C.
- (D)  $3,20 \times 10^{-19}$  C.
- (E)  $1,60 \times 10^{-10}$  C.

16. Duas cargas elétricas puntiformes, de valores  $+4q$  e  $-q$ , são fixadas sobre o eixo dos x, nas posições indicadas na figura abaixo.



Sobre esse eixo, a posição na qual o campo elétrico é nulo é indicada pela letra

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

17. Os fios comerciais de cobre, usados em ligações elétricas, são identificados através de números de bitola. À temperatura ambiente, os fios 14 e 10, por exemplo, têm áreas de seção reta iguais a  $2,1 \text{ mm}^2$  e  $5,3 \text{ mm}^2$ , respectivamente. Qual é, àquela temperatura, o valor aproximado da razão entre a resistência elétrica,  $R_{14}$ , de um metro de fio 14 e a resistência elétrica,  $R_{10}$ , de um metro de fio 10?

- (A) 2,5.
- (B) 1,4.
- (C) 1,0.
- (D) 0,7.
- (E) 0,4.

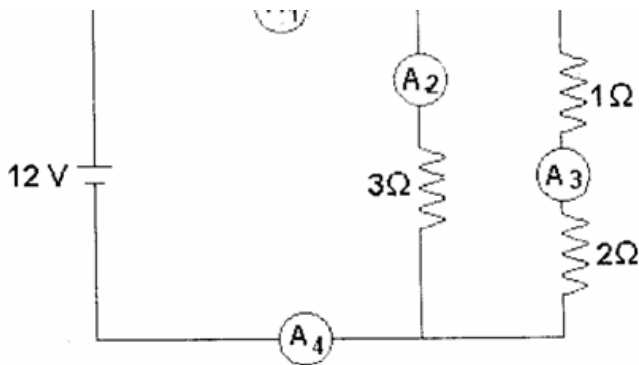
18. Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas no parágrafo abaixo.

Para fazer funcionar uma lâmpada de lanterna, que traz as especificações  $0,9\text{W}$  a  $6\text{V}$ , dispõe-se, como única fonte de tensão, de uma bateria de automóvel de  $12\text{V}$ . Uma solução para compatibilizar esses dois elementos de circuito consiste em ligar a lâmpada à bateria (considerada uma fonte ideal) em com um resistor cuja resistência elétrica seja no mínimo de .

- (A) paralelo -  $4 \ \Omega$
- (B) série -  $4 \ \Omega$
- (C) paralelo -  $40 \ \Omega$
- (D) série -  $40 \ \Omega$
- (E) paralelo -  $80 \ \Omega$

19. No circuito elétrico abaixo, os amperímetros  $A_1, A_2, A_3$  e  $A_4$ , a fonte de tensão e os resistores são todos ideais.





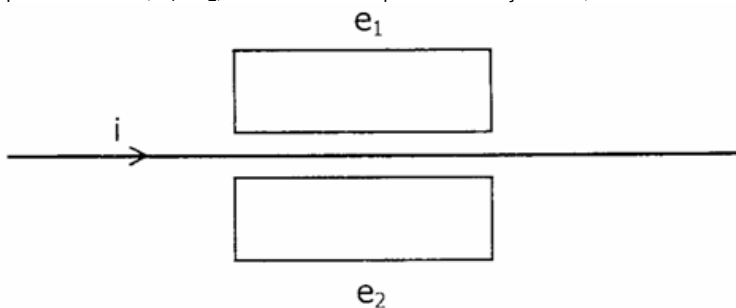
Nessas condições, pode-se afirmar que

- (A)  $A_1$  a  $A_2$  registram correntes de mesma intensidade.
- (B)  $A_1$  a  $A_4$  registram correntes de mesma intensidade.
- (C) a corrente em  $A_1$  é mais intensa do que a corrente em  $A_4$ .
- (D) a corrente em  $A_2$  é mais intensa do que a corrente em  $A_3$ .
- (E) a corrente em  $A_3$  é mais intensa do que a corrente em  $A_4$ .

20. A histórica experiência de Oersted, que unificou a eletricidade e o magnetismo, pode ser realizada por qualquer pessoa, bastando para tal que ela disponha de uma pilha comum de lanterna, de um fio elétrico a de

- (A) um reostato.
- (B) um eletroscópio.
- (C) um capacitor.
- (D) uma lâmpada.
- (E) uma bússola.

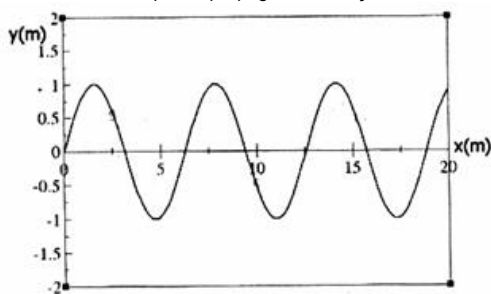
21. A figura abaixo representa um fio retilíneo que é percorrido por uma corrente elétrica no sentido indicado pela seta, cuja intensidade  $i$  aumenta à medida que o tempo decorre. Nas proximidades desse fio, encontram-se duas espiras condutoras,  $e_1$  e  $e_2$ , simetricamente dispostas em relação a ele, todos no mesmo plano da página.



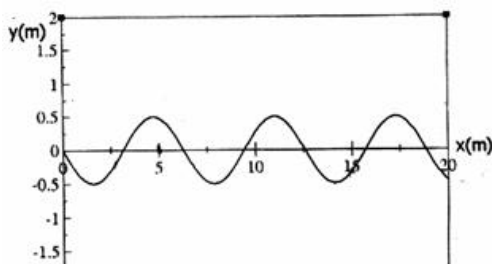
Nessas condições, pode-se afirmar que as correntes elétricas induzidas nas espiras  $e_1$  a  $e_2$  são, respectivamente,

- (A) nula a nula.
- (B) de sentido anti-horário a de sentido horário.
- (C) de sentido horário a de sentido horário.
- (D) de sentido anti-horário a de sentido anti-horário.
- (E) de sentido horário a de sentido anti-horário.

22. A figura abaixo representa as configurações espaciais, em um certo instante  $t$ , de duas ondas transversais senoidais,  $U$  e  $V$ , que se propagam na direção  $x$ .



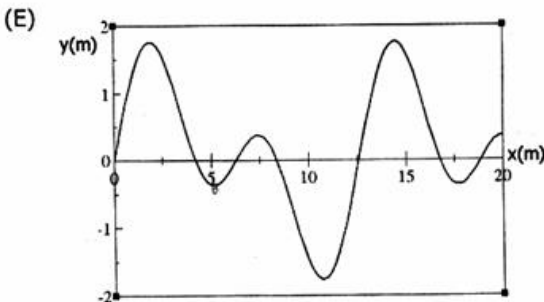
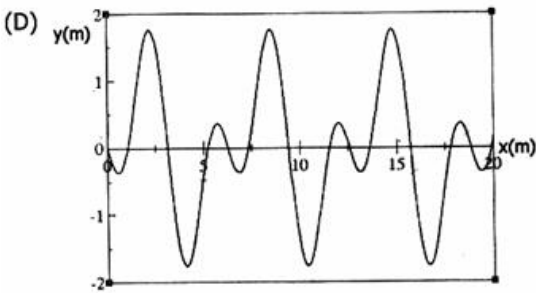
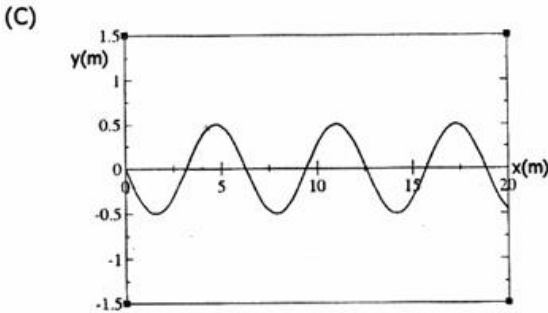
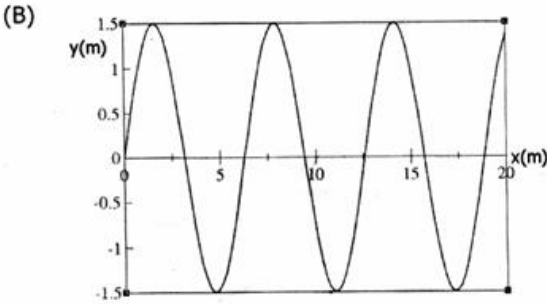
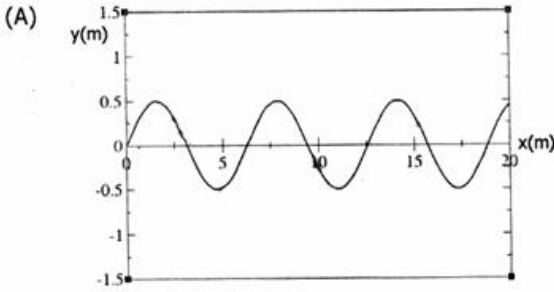
onda U





onda V

Qual das alternativas representa corretamente a configuração espacial, no mesmo instante t, da onda resultante da superposição de U e V?



23. A menor intensidade de som que um ser humano pode ouvir é da ordem de  $10^{-16} \text{ W/cm}^2$ . Já a maior intensidade suportável (limiar da dor) situa-se em torno de  $10^{-3} \text{ W/cm}^2$ .

Usa-se uma unidade especial para expressar essa grande variação de intensidades percebidas pelo ouvido humano: o bel (B). O significado dessa unidade é o seguinte: dois sons diferem de 1 B quando a intensidade de um deles é 10 vezes maior (ou menor) que a do outro, diferem de 2 B quando essa intensidade é 100 vezes maior (ou menor) que a do outro, de 3 B quando ela é 1000 vezes maior (ou menor) que a do outro, a assim por diante. Na prática, usa-se o decibel (dB), que corresponde a 1/10 do bel. Quantas vezes maior é, então, a intensidade dos sons produzidos em concertos de rock (110 dB) quando comparada com a intensidade do som produzido por uma buzina de automóvel (90 dB)?

(A) 1,22.

(B) 10.

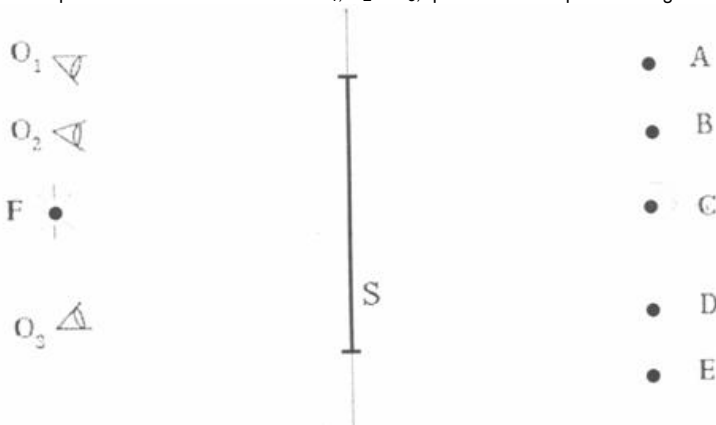
- (C) 20.
- (D) 100.
- (E) 200.

24. Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas no parágrafo abaixo, na ordem em que elas aparecem.

Os radares usados para a medida da velocidade dos automóveis em estradas têm como princípio de funcionamento o chamado efeito Doppler. O radar emite ondas eletromagnéticas que retornam a ele após serem refletidas no automóvel. A velocidade relativa entre o automóvel e o radar é determinada, então, a partir da diferença de \_\_\_\_\_ entre as ondas emitida e refletida. Em um radar estacionado à beira da estrada, a onda refletida por um automóvel que se aproxima apresenta \_\_\_\_\_ frequência \_\_\_\_\_ velocidade, comparativamente à onda emitida pelo radar.

- (A) velocidades - igual - maior
- (B) frequências - menor - igual
- (C) velocidades - menor - maior
- (D) frequências - maior - igual
- (E) velocidades - igual - menor

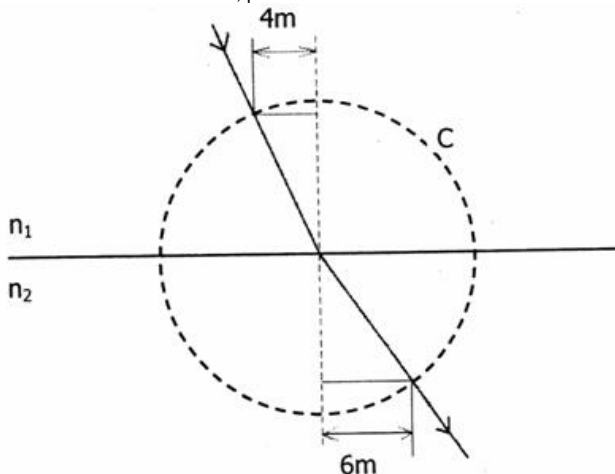
25. A figura abaixo representa um espelho plano S, colocado perpendicularmente ao plano da página. Também estão representados os observadores  $O_1$ ,  $O_2$  e  $O_3$ , que olham no espelho a imagem da fonte de luz F.



As posições em que cada um desses observadores vê a imagem da fonte F são, respectivamente,

- (A) A, B e D.
- (B) B, B e D.
- (C) C, C e C.
- (D) D, D e B.
- (E) E, D e A.

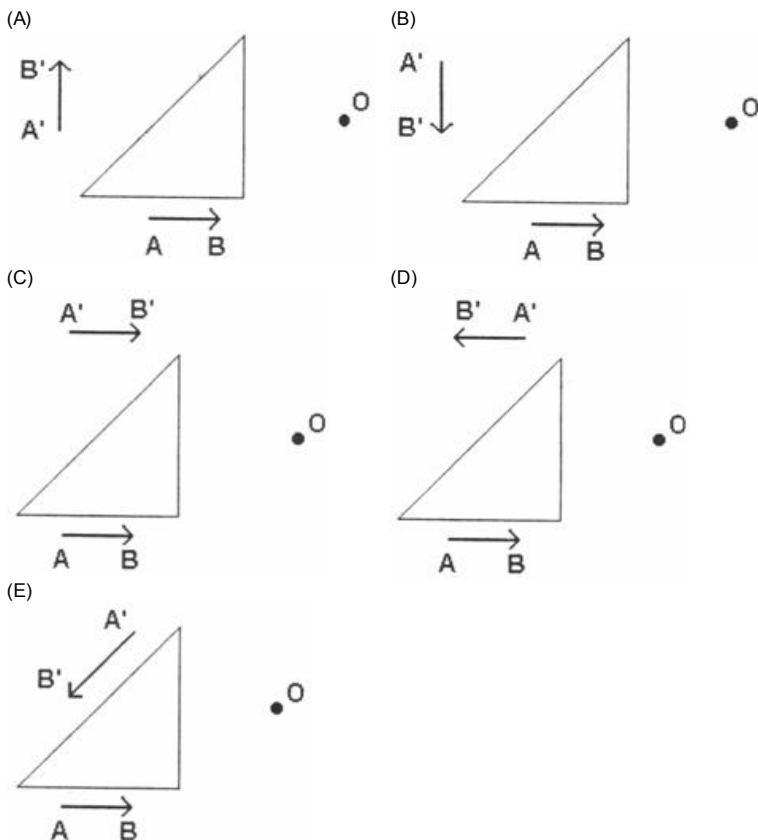
26. A figura abaixo representa um raio de luz monocromática que se refrata na superfície plana de separação de dois meios transparentes, cujos índices de refração são  $n_1$  e  $n_2$ . Com base nas medidas expressas na figura, onde C é uma circunferência, pode-se calcular a razão dos índices de refração desses meios.



Qual das alternativas apresenta corretamente o valor dessa razão?

- (A) 2/3.
- (B) 3/4.
- (C) 1.
- (D) 4/3.
- (E) 3/2.

27. Nas figuras abaixo está representado, em corte transversal, um prisma triangular de vidro, imerso no ar. O prisma reflete totalmente em sua face maior os raios de luz que incidem frontalmente nas outras duas faces. Qual das alternativas representa corretamente a imagem A'B' do objeto AB, vista por um observador situado em O?



28. Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas no parágrafo abaixo, na ordem em que elas aparecem.

Na partícula alfa - que é simplesmente um núcleo de Hélio - existem dois \_\_\_\_\_, que exercem um sobre o outro uma força \_\_\_\_\_ de origem eletromagnética a que são mantidos unidos pela ação de forças \_\_\_\_\_.

- (A) nêutrons - atrativa - elétricas
- (B) elétrons - repulsiva - nucleares
- (C) prótons - repulsiva - nucleares
- (D) prótons - repulsiva - gravitacionais
- (E) nêutrons - atrativa - gravitacionais

29. Os modelos atômicos anteriores ao modelo de Bohr, baseados em conceitos da física clássica, não explicavam o espectro de raios observado na análise espectroscópica dos elementos químicos. Por exemplo, o espectro visível do átomo de hidrogênio - que possui apenas um elétron - consiste de quatro raios distintas, de frequências bem definidas.

No modelo que Bohr propôs para o átomo de hidrogênio, o espectro de raios de diferentes frequências é explicado

- (A) pelo caráter contínuo dos níveis de energia do átomo de hidrogênio.
- (B) pelo caráter discreto dos níveis de energia do átomo de hidrogênio.
- (C) pela captura de três outros elétrons pelo átomo de hidrogênio.
- (D) pela presença de , quatro isótopos diferentes numa amostra comum de hidrogênio.
- (E) pelo movimento em espiral do elétron em direção ao núcleo do átomo de hidrogênio.

30. O decaimento de um átomo, de um nível de energia excitado para um nível de energia mais baixo, ocorre com a emissão simultânea de radiação eletromagnética.

A esse respeito, considere as seguintes afirmações.

- I - A intensidade da radiação emitida é diretamente proporcional à diferença de energia entre os níveis inicial e final envolvidos.
- II - A frequência da radiação emitida é diretamente proporcional à diferença de energia entre os níveis inicial e final envolvidos.
- III - O comprimento de onda da radiação emitida é inversamente proporcional à diferença de energia entre os níveis inicial e final envolvidos.

Quais estão corretas?

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