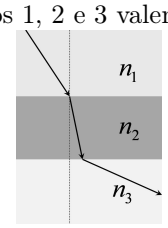
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - SBF

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

1102	ALESSANDRA DE SOUZA TEIXEIRA	
1103	ALEXANDRE JOÃO FLORENTINO	
1104	CASSIANA	
1105	FABIANE SANTOS DE SOUZA	
1106	FERNANDO TREVISOL	
1107	JONATAN DE SOUZA DA SILVA	
1108	KÉLEN DA SILVA XAVIER	
1109	KETERLLIN FARIAS CIDADE	
1110	LETICIA DA ROSA TEIXEIRA	
1111	MARCELO DA SILVA LUIZ	
1112	MARIANE SOARES DA SILVA	
1113	SCHIRLEY APARECIDA DE ALANO SCHEFFER	
1114	SOLANGE DE ALMEIDA DA BOIT PRESA	
1115	TÂNIA ALINE VARELA DA SILVA	
1116	YURI ZANERIPPE MIGUEL	
1117	NL	
1118	NL	

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

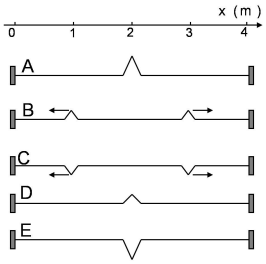
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

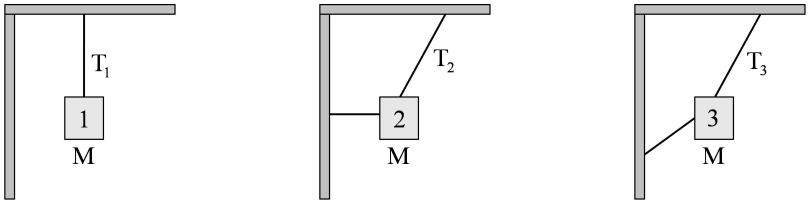
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

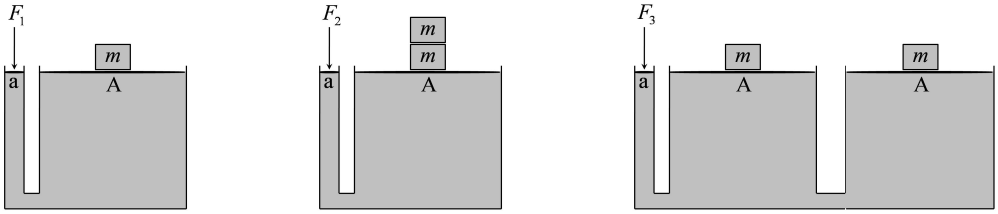
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.

figura A

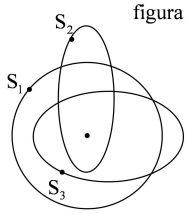
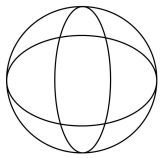


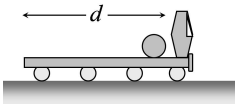
figura B



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

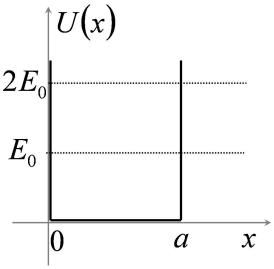
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



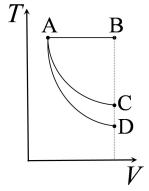
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

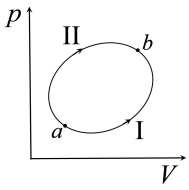
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

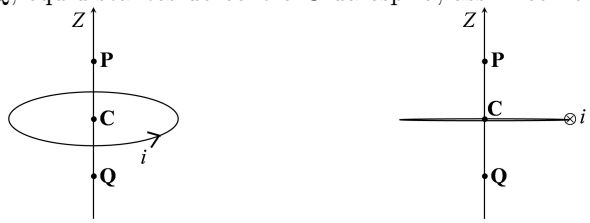
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

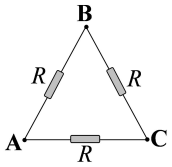
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right)$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

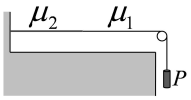
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

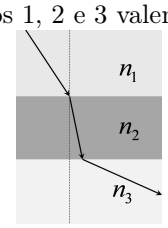
	A	B	C	D	E	
1	○	○	○	○		
2	○	○	○	○	○	
3	○	○	○	○		
4	○	○	○	○		
5	○	○	○	○		
6	○	○	○	○		
7	○	○	○	○		
8	○	○	○	○		
9	○	○	○	○		
10	○	○	○	○		
11	○	○	○	○		
12	○	○	○	○		
13	○	○	○	○		
14	○	○	○	○		
15	○	○	○	○		
16	○	○	○	○		
17	○	○	○	○		
18	○	○	○	○		
19	○	○	○	○		
20	○	○	○	○	○	

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

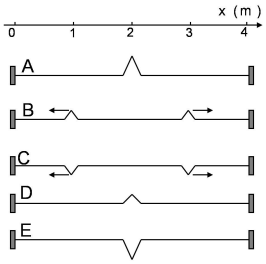
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

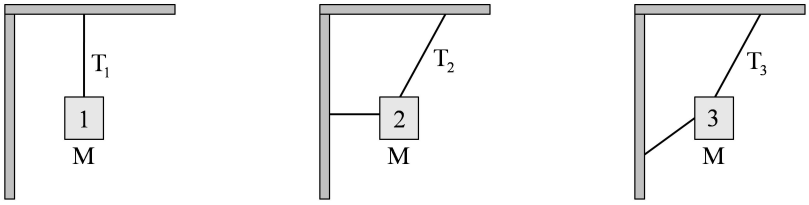
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

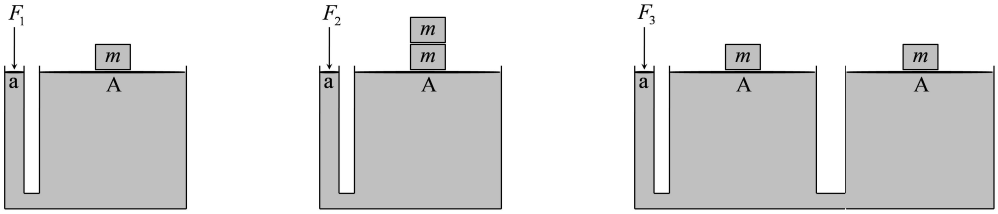
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.

figura A

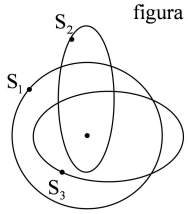
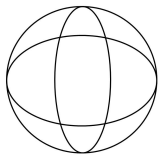


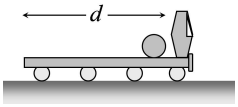
figura B



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

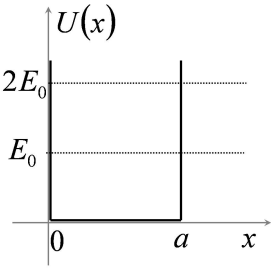
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



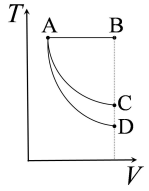
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

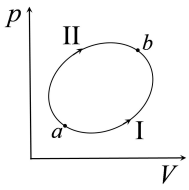
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

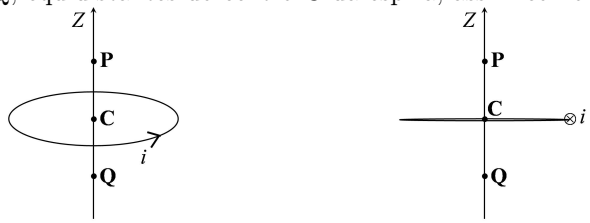
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

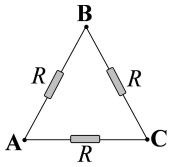
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \, (\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t})$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

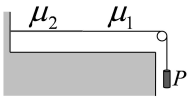
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

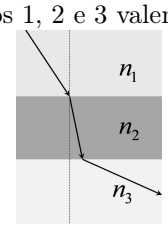
	A	B	C	D	E	
	○	○	○	○		1
	○	○	○	○	○	2
	○	○	○	○		3
	○	○	○	○		4
	○	○	○	○		5
	○	○	○	○		6
	○	○	○	○		7
	○	○	○	○		8
	○	○	○	○		9
	○	○	○	○		10
	○	○	○	○		11
	○	○	○	○		12
	○	○	○	○		13
	○	○	○	○		14
	○	○	○	○		15
	○	○	○	○		16
	○	○	○	○		17
	○	○	○	○		18
	○	○	○	○		19
	○	○	○	○	○	20

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

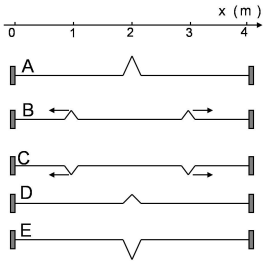
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

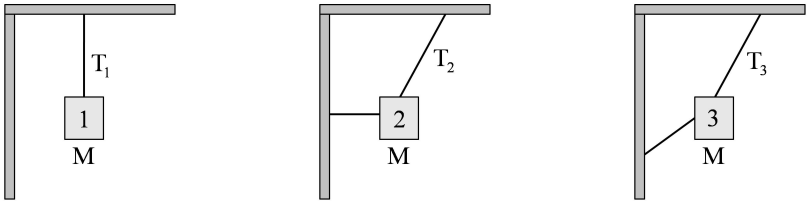
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

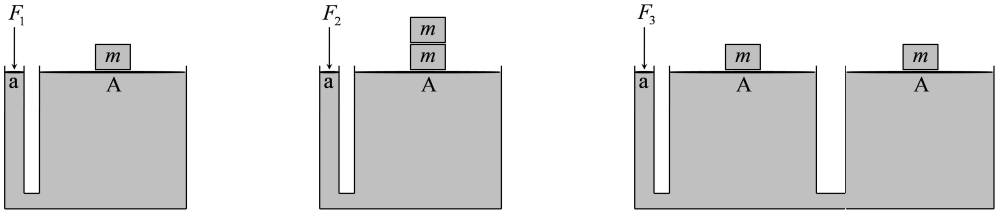
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.

figura A

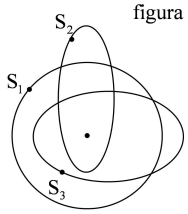
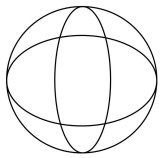


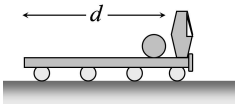
figura B



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

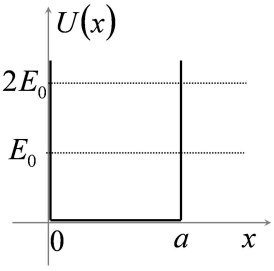
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



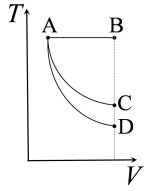
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

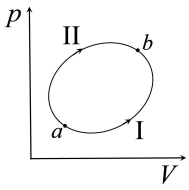
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

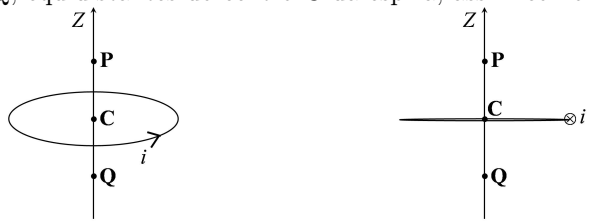
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

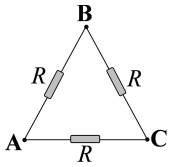
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right)$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

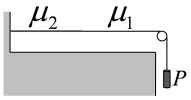
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

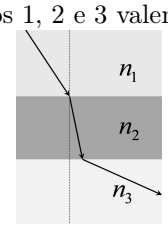
	A	B	C	D	E	
1	○	○	○	○		1
2	○	○	○	○	○	2
3	○	○	○	○		3
4	○	○	○	○		4
5	○	○	○	○		5
6	○	○	○	○		6
7	○	○	○	○		7
8	○	○	○	○		8
9	○	○	○	○		9
10	○	○	○	○		10
11	○	○	○	○		11
12	○	○	○	○		12
13	○	○	○	○		13
14	○	○	○	○		14
15	○	○	○	○		15
16	○	○	○	○		16
17	○	○	○	○		17
18	○	○	○	○		18
19	○	○	○	○		19
20	○	○	○	○	○	20

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

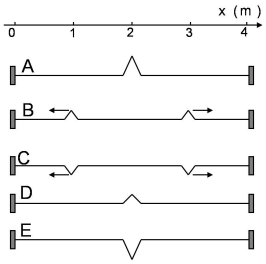
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

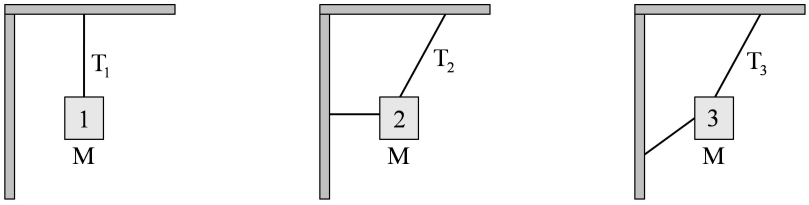
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

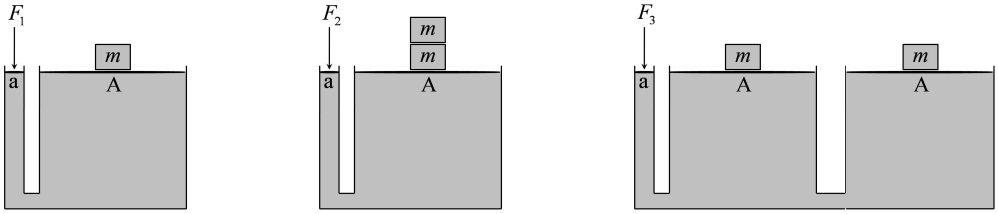
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

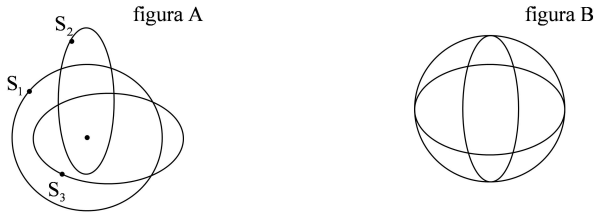
8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

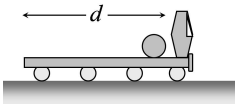
10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

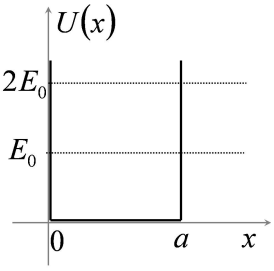
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



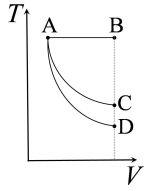
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

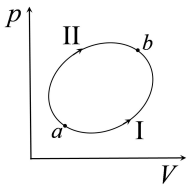
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

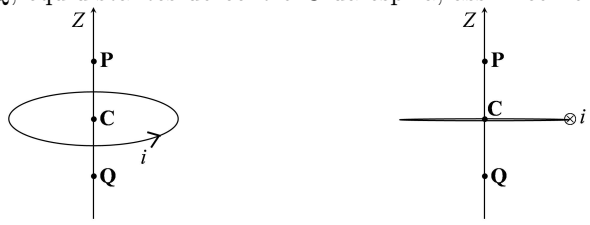
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

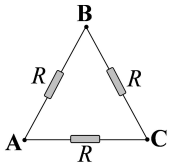
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right)$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

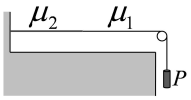
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

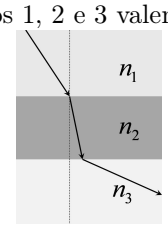
	A	B	C	D	E	
	●		●	●		●
1	○	○	○	○		
2	○	○	○	○	○	
3	○	○	○	○		
4	○	○	○	○		
5	○	○	○	○		
6	○	○	○	○		
7	○	○	○	○		
8	○	○	○	○		
9	○	○	○	○		
10	○	○	○	○		
11	○	○	○	○		
12	○	○	○	○		
13	○	○	○	○		
14	○	○	○	○		
15	○	○	○	○		
16	○	○	○	○		
17	○	○	○	○		
18	○	○	○	○		
19	○	○	○	○		
20	○	○	○	○	○	

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

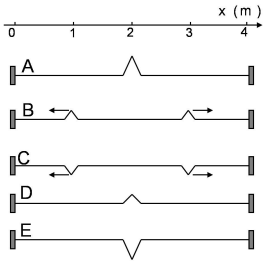
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

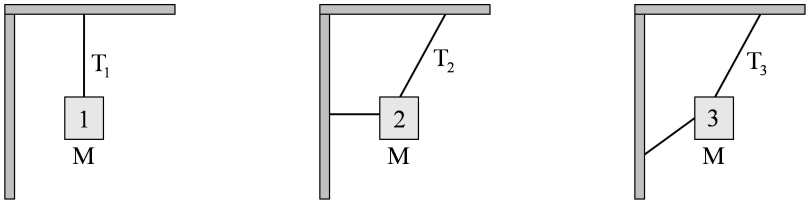
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

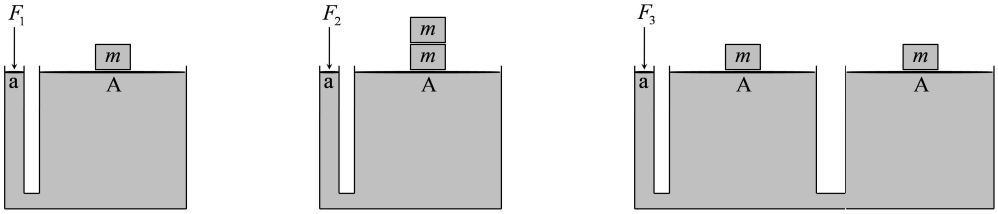
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

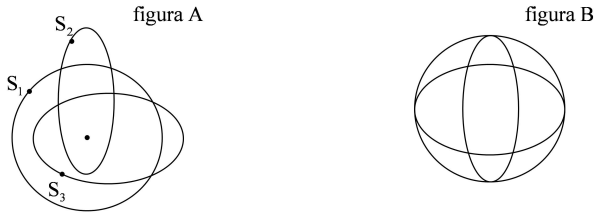
8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

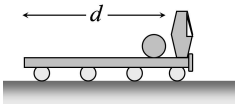
10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

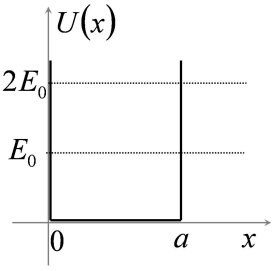
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



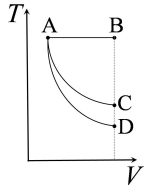
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

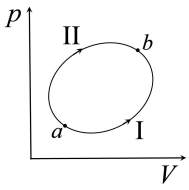
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

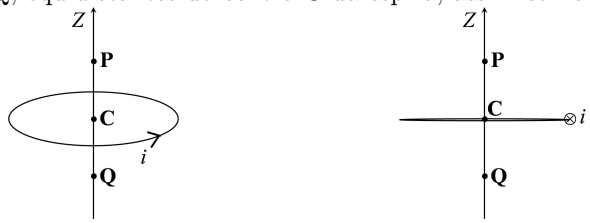
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

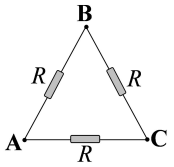
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right)$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

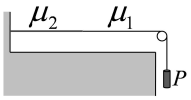
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

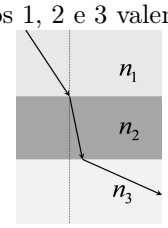
	A	B	C	D	E	
		●	●	●		●
1	○	○	○	○		
2	○	○	○	○	○	
3	○	○	○	○		
4	○	○	○	○		
5	○	○	○	○		
6	○	○	○	○		
7	○	○	○	○		
8	○	○	○	○		
9	○	○	○	○		
10	○	○	○	○		
11	○	○	○	○		
12	○	○	○	○		
13	○	○	○	○		
14	○	○	○	○		
15	○	○	○	○		
16	○	○	○	○		
17	○	○	○	○		
18	○	○	○	○		
19	○	○	○	○		
20	○	○	○	○	○	

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

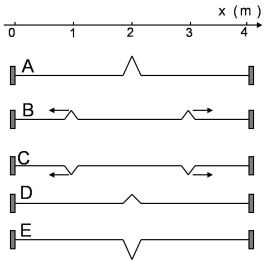
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

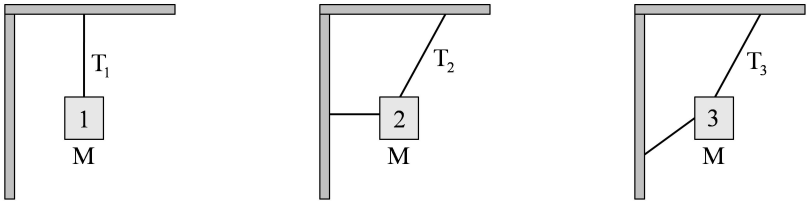
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

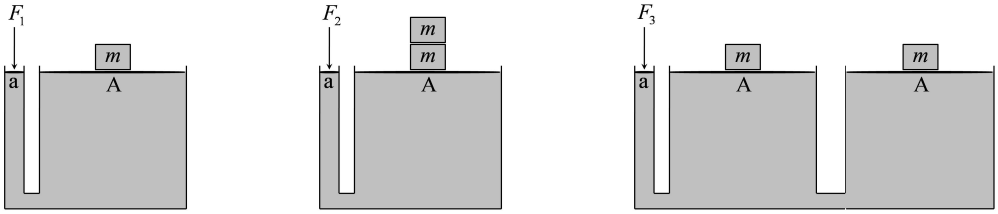
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

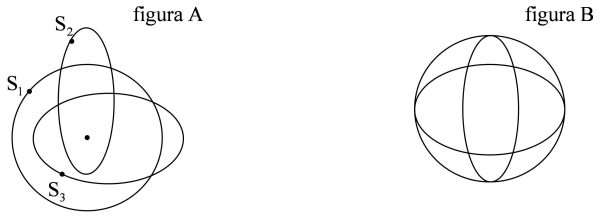
8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

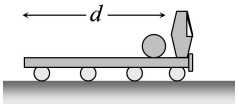
10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

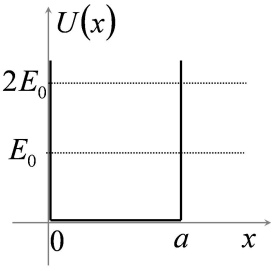
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



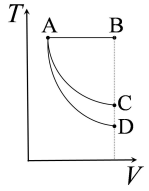
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

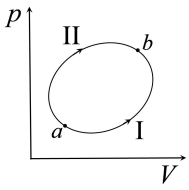
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

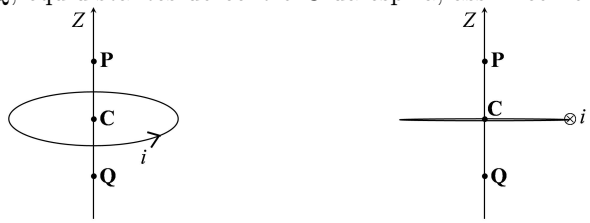
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

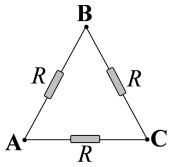
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \, (\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t})$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

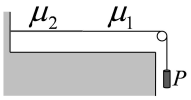
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

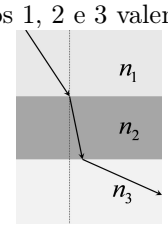
	A	B	C	D	E	
	○	○	○	○		1
	○	○	○	○	○	2
	○	○	○	○		3
	○	○	○	○		4
	○	○	○	○		5
	○	○	○	○		6
	○	○	○	○		7
	○	○	○	○		8
	○	○	○	○		9
	○	○	○	○		10
	○	○	○	○		11
	○	○	○	○		12
	○	○	○	○		13
	○	○	○	○		14
	○	○	○	○		15
	○	○	○	○		16
	○	○	○	○		17
	○	○	○	○		18
	○	○	○	○		19
	○	○	○	○	○	20

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

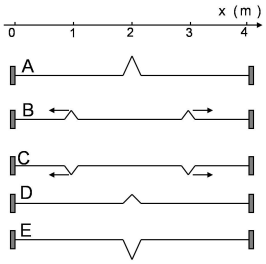
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

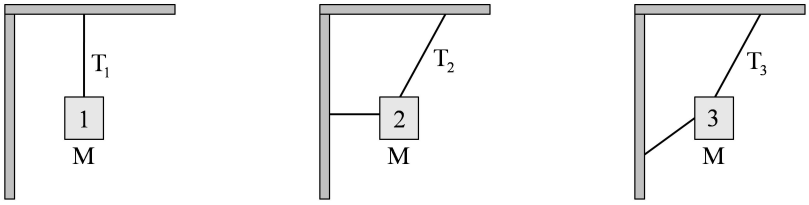
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

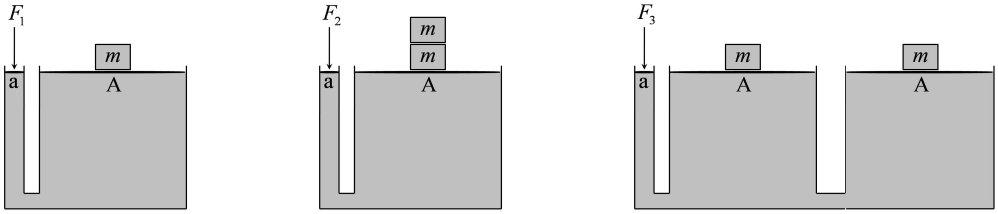
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

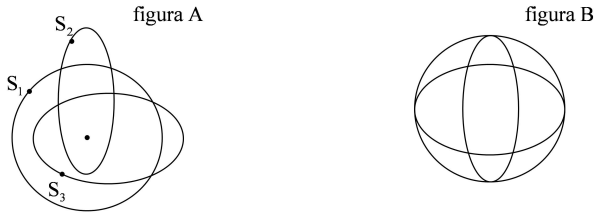
8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

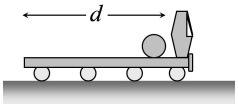
10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

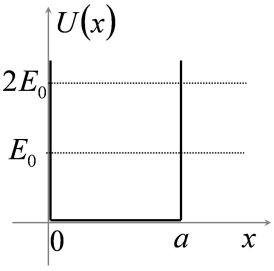
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



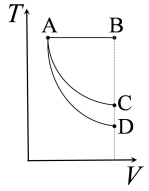
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

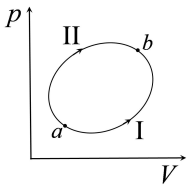
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

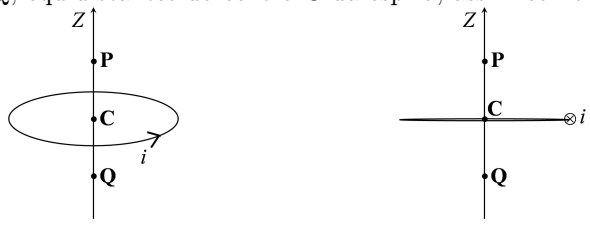
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

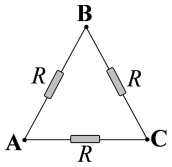
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \, (\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t})$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

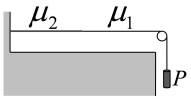
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

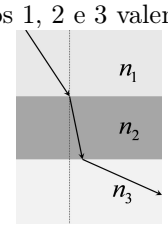
	A	B	C	D	E	
1	○	○	○	○		
2	○	○	○	○	○	
3	○	○	○	○		
4	○	○	○	○		
5	○	○	○	○		
6	○	○	○	○		
7	○	○	○	○		
8	○	○	○	○		
9	○	○	○	○		
10	○	○	○	○		
11	○	○	○	○		
12	○	○	○	○		
13	○	○	○	○		
14	○	○	○	○		
15	○	○	○	○		
16	○	○	○	○		
17	○	○	○	○		
18	○	○	○	○		
19	○	○	○	○		
20	○	○	○	○	○	

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

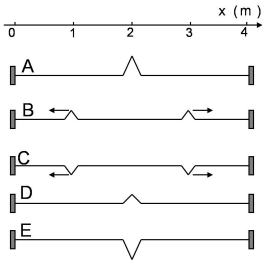
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

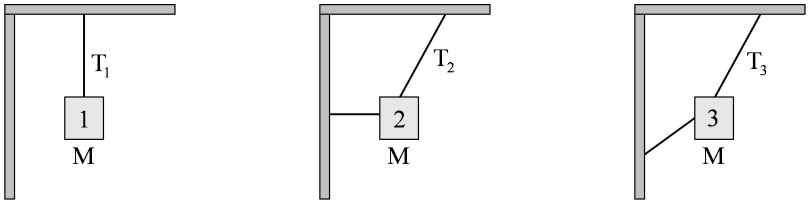
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

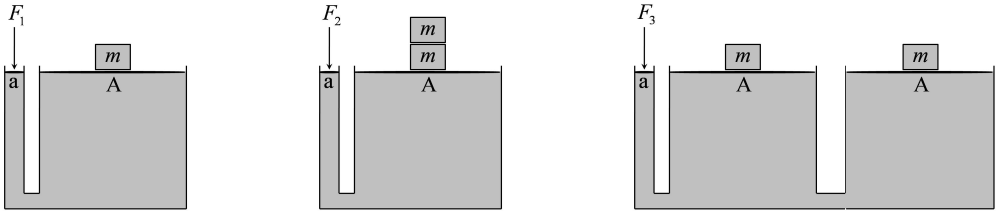
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

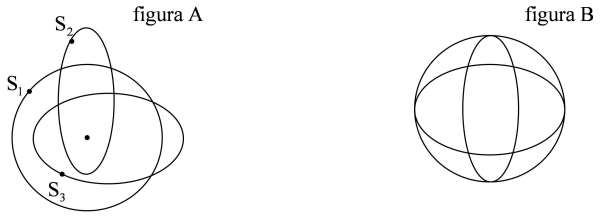
8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

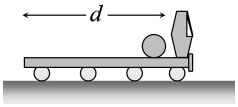
10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

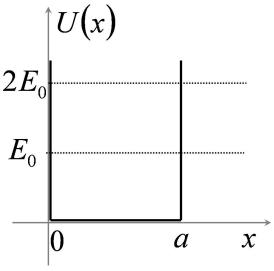
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



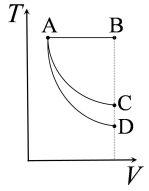
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

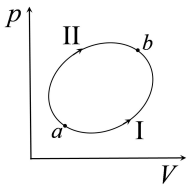
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

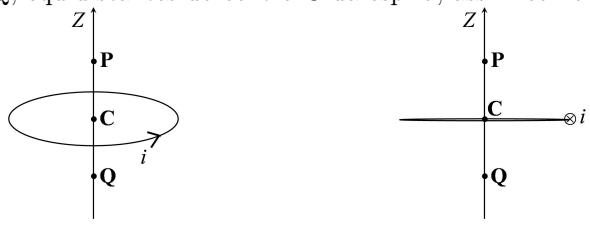
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

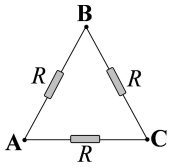
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right)$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

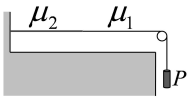
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

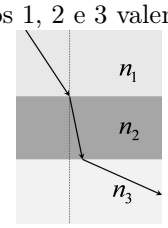
	A	B	C	D	E	
1	○	○	○	○		
2	○	○	○	○	○	
3	○	○	○	○		
4	○	○	○	○		
5	○	○	○	○		
6	○	○	○	○		
7	○	○	○	○		
8	○	○	○	○		
9	○	○	○	○		
10	○	○	○	○		
11	○	○	○	○		
12	○	○	○	○		
13	○	○	○	○		
14	○	○	○	○		
15	○	○	○	○		
16	○	○	○	○		
17	○	○	○	○		
18	○	○	○	○		
19	○	○	○	○		
20	○	○	○	○	○	

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

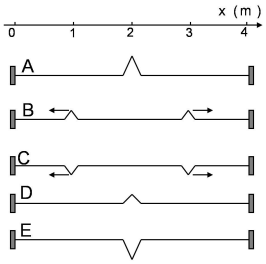
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

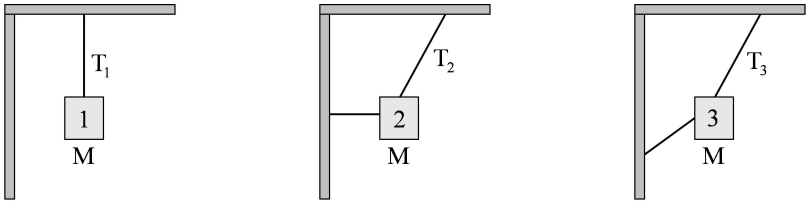
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

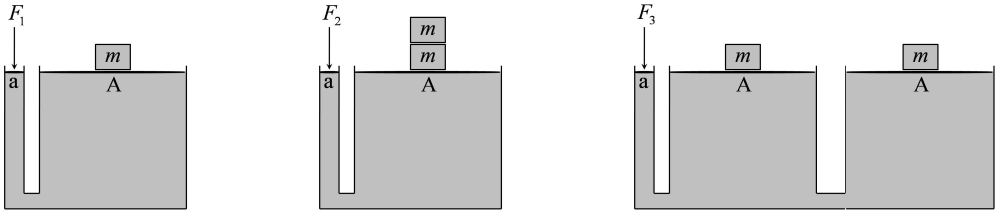
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

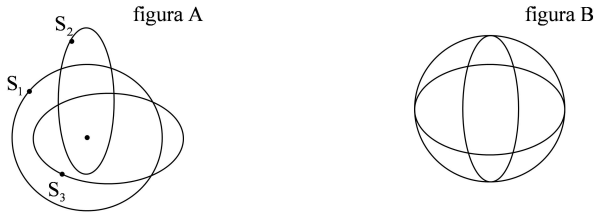
8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

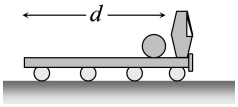
10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

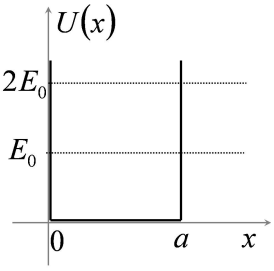
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



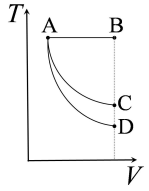
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

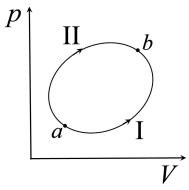
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

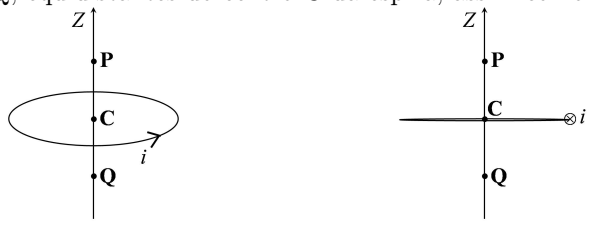
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

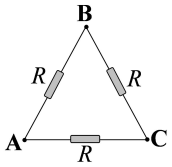
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right)$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

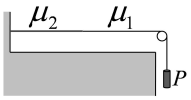
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

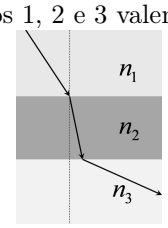
	A	B	C	D	E	
		●●	●	●		●
1	○	○	○	○		
2	○	○	○	○	○	
3	○	○	○	○		
4	○	○	○	○		
5	○	○	○	○		
6	○	○	○	○		
7	○	○	○	○		
8	○	○	○	○		
9	○	○	○	○		
10	○	○	○	○		
11	○	○	○	○		
12	○	○	○	○		
13	○	○	○	○		
14	○	○	○	○		
15	○	○	○	○		
16	○	○	○	○		
17	○	○	○	○		
18	○	○	○	○		
19	○	○	○	○		
20	○	○	○	○	○	

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

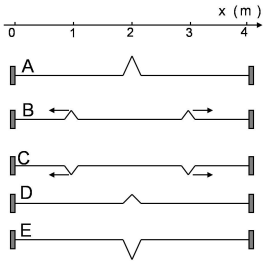
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

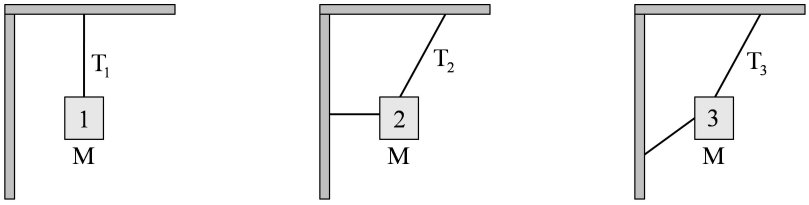
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

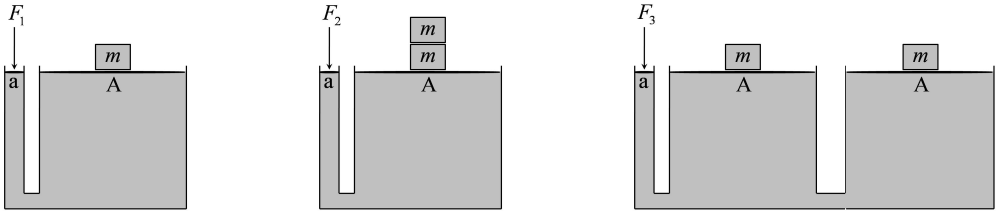
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

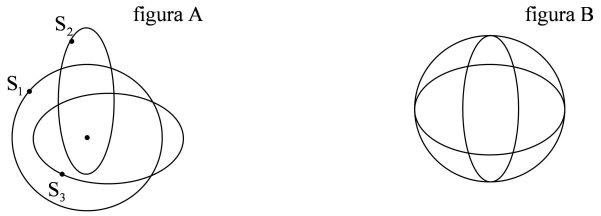
8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

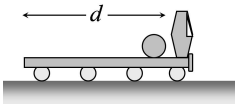
10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

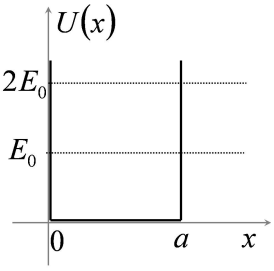
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



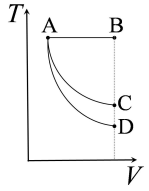
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

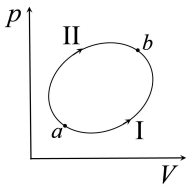
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

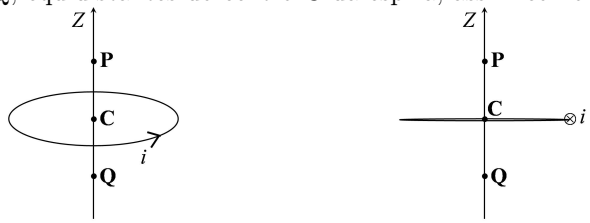
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

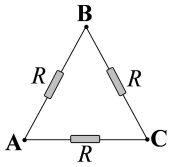
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \, (\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t})$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

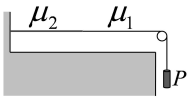
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

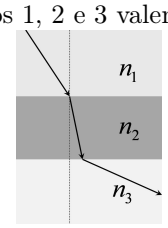
	A	B	C	D	E	
	○	○	○	○		1
	○	○	○	○	○	2
	○	○	○	○		3
	○	○	○	○		4
	○	○	○	○		5
	○	○	○	○		6
	○	○	○	○		7
	○	○	○	○		8
	○	○	○	○		9
	○	○	○	○		10
	○	○	○	○		11
	○	○	○	○		12
	○	○	○	○		13
	○	○	○	○		14
	○	○	○	○		15
	○	○	○	○		16
	○	○	○	○		17
	○	○	○	○		18
	○	○	○	○		19
	○	○	○	○	○	20

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

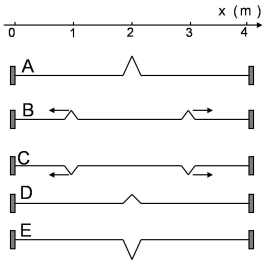
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

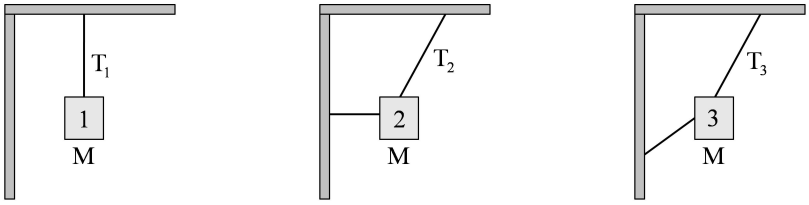
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

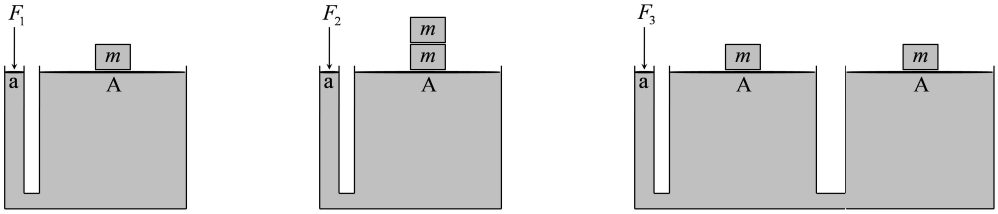
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.

figura A

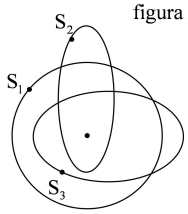
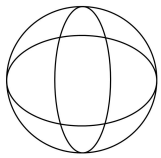


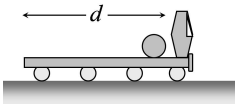
figura B



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

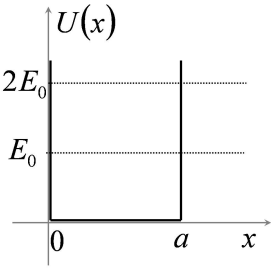
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



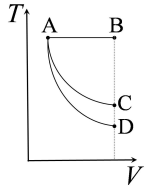
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

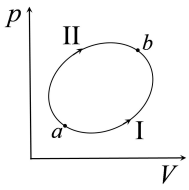
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

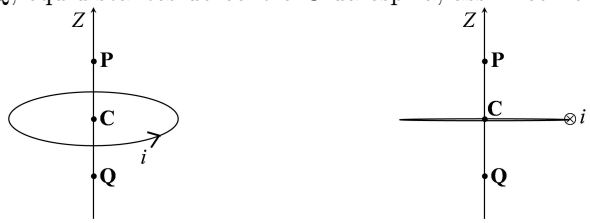
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

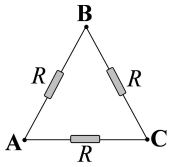
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \, (\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t})$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

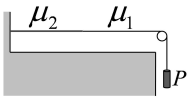
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

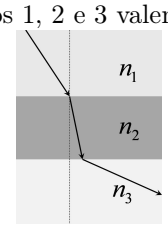
	A	B	C	D	E	
1	○	○	○	○		
2	○	○	○	○	○	
3	○	○	○	○		
4	○	○	○	○		
5	○	○	○	○		
6	○	○	○	○		
7	○	○	○	○		
8	○	○	○	○		
9	○	○	○	○		
10	○	○	○	○		
11	○	○	○	○		
12	○	○	○	○		
13	○	○	○	○		
14	○	○	○	○		
15	○	○	○	○		
16	○	○	○	○		
17	○	○	○	○		
18	○	○	○	○		
19	○	○	○	○		
20	○	○	○	○	○	

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

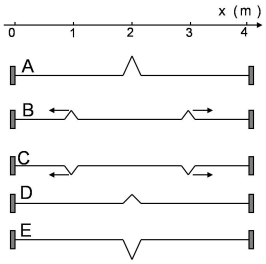
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

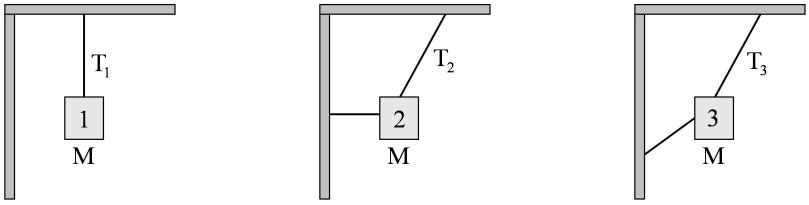
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

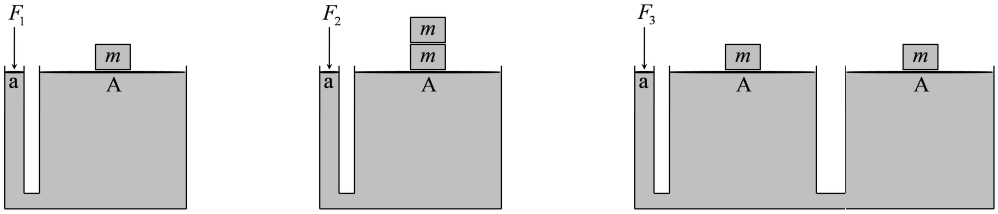
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.

figura A

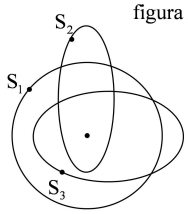
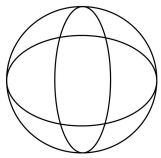


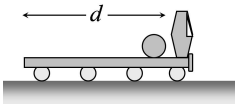
figura B



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

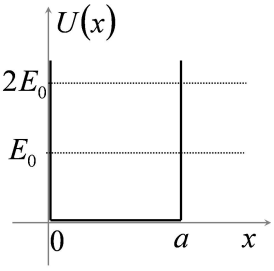
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



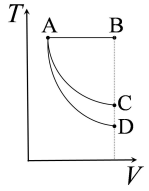
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

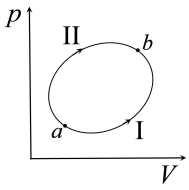
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

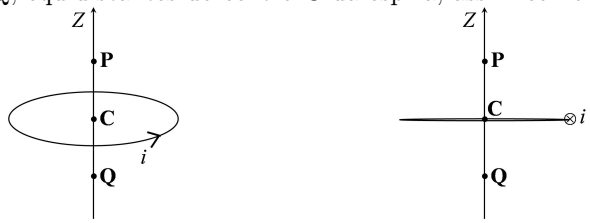
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

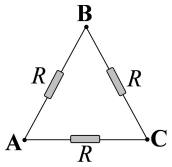
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \, (\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t})$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

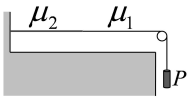
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

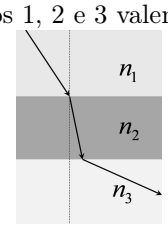
	A	B	C	D	E
1	○	○	○	○	
2	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	
4	○	○	○	○	
5	○	○	○	○	
6	○	○	○	○	
7	○	○	○	○	
8	○	○	○	○	
9	○	○	○	○	
10	○	○	○	○	
11	○	○	○	○	
12	○	○	○	○	
13	○	○	○	○	
14	○	○	○	○	
15	○	○	○	○	
16	○	○	○	○	
17	○	○	○	○	
18	○	○	○	○	
19	○	○	○	○	
20	○	○	○	○	○

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

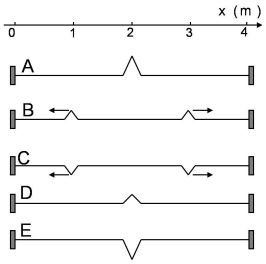
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

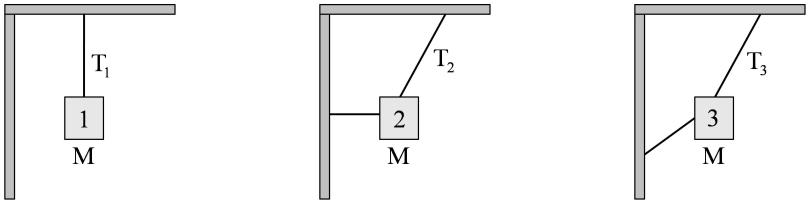
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

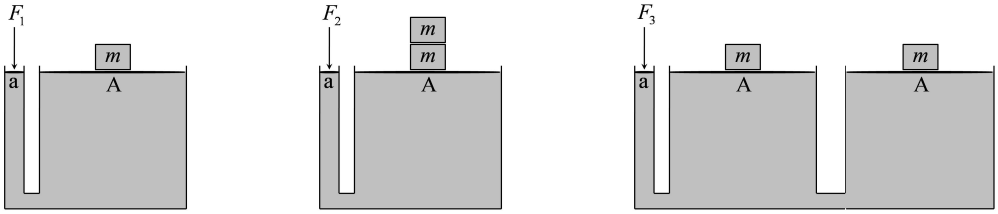
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

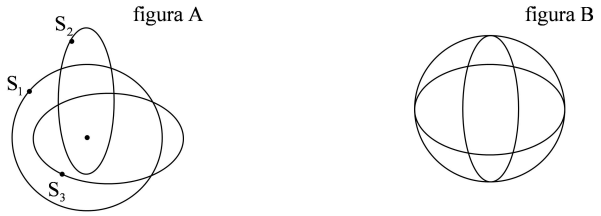
8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

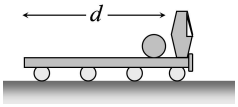
10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

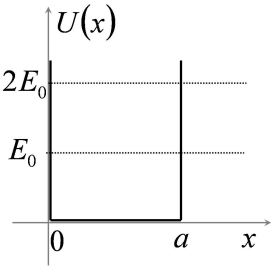
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



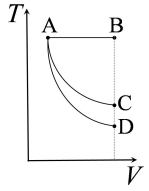
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

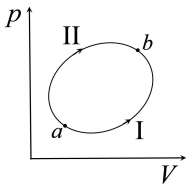
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

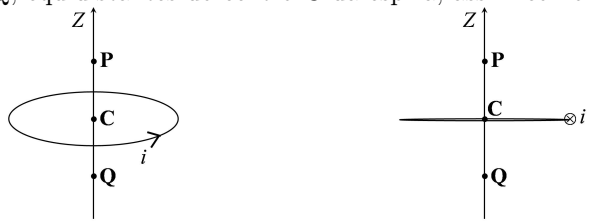
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

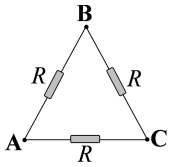
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right)$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

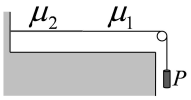
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

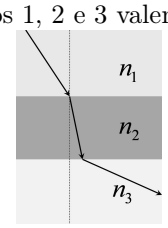
	A	B	C	D	E	
		●	●●	●		●
1	○	○	○	○		
2	○	○	○	○	○	
3	○	○	○	○		
4	○	○	○	○		
5	○	○	○	○		
6	○	○	○	○		
7	○	○	○	○		
8	○	○	○	○		
9	○	○	○	○		
10	○	○	○	○		
11	○	○	○	○		
12	○	○	○	○		
13	○	○	○	○		
14	○	○	○	○		
15	○	○	○	○		
16	○	○	○	○		
17	○	○	○	○		
18	○	○	○	○		
19	○	○	○	○		
20	○	○	○	○	○	

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

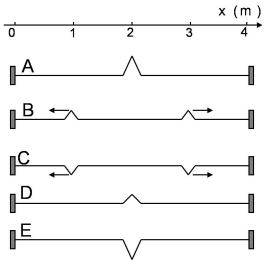
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

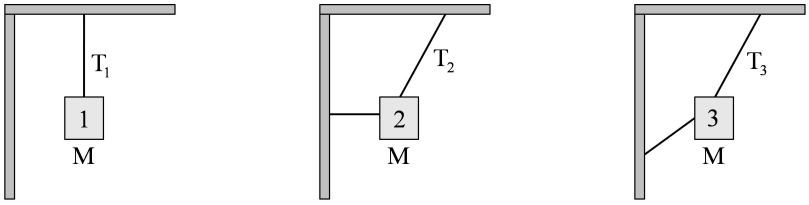
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

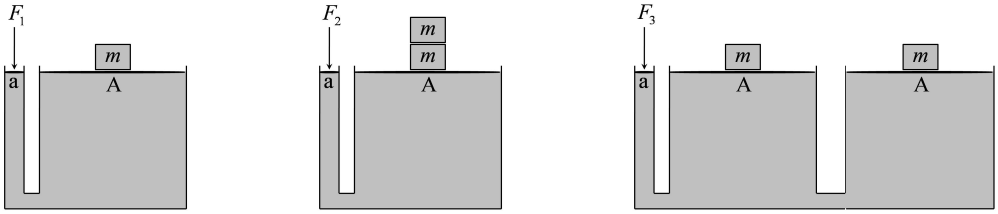
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

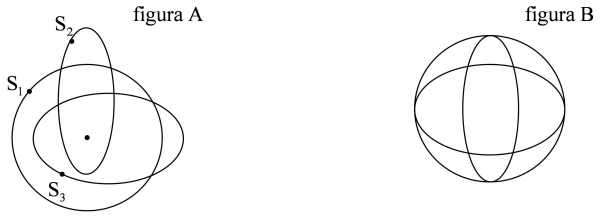
8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

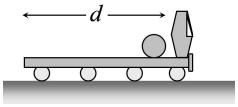
10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

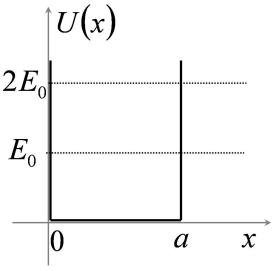
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



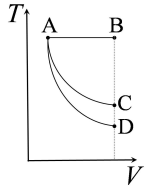
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

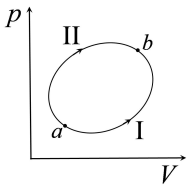
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

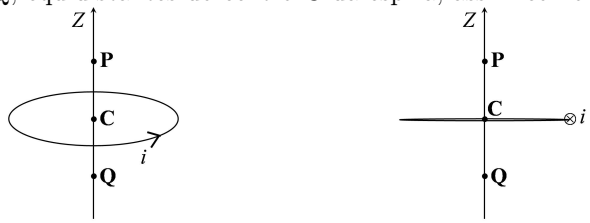
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

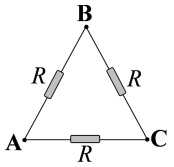
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right)$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

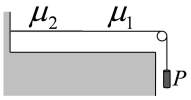
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

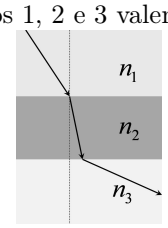
	A	B	C	D	E	
1	○	○	○	○		
2	○	○	○	○	○	
3	○	○	○	○		
4	○	○	○	○		
5	○	○	○	○		
6	○	○	○	○		
7	○	○	○	○		
8	○	○	○	○		
9	○	○	○	○		
10	○	○	○	○		
11	○	○	○	○		
12	○	○	○	○		
13	○	○	○	○		
14	○	○	○	○		
15	○	○	○	○		
16	○	○	○	○		
17	○	○	○	○		
18	○	○	○	○		
19	○	○	○	○		
20	○	○	○	○	○	

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

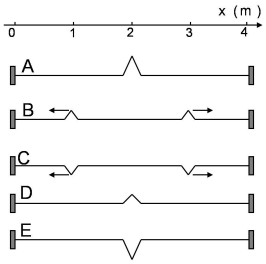
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

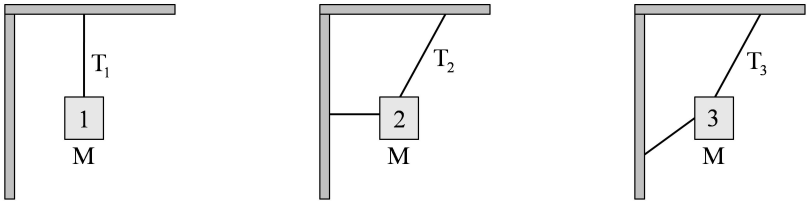
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

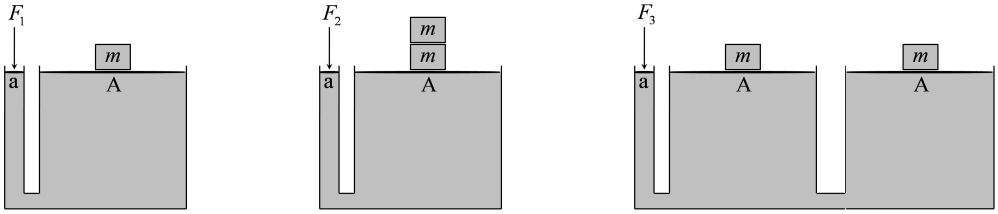
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

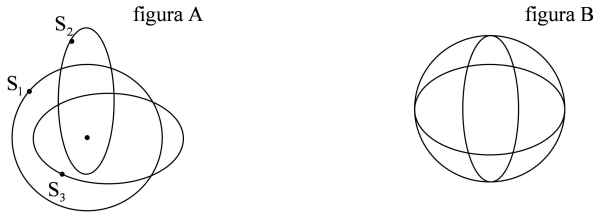
8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

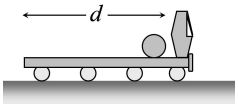
10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

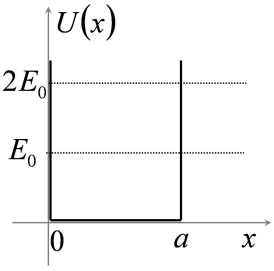
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



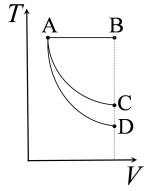
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

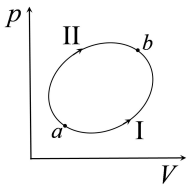
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

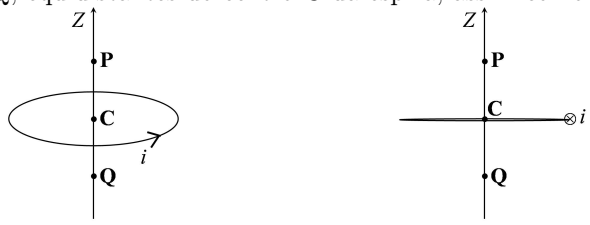
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

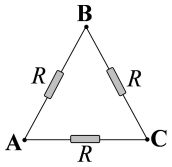
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \, (\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t})$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

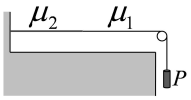
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

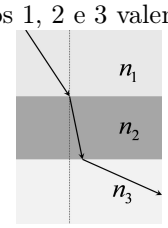
	A	B	C	D	E	
1	○	○	○	○		
2	○	○	○	○	○	
3	○	○	○	○		
4	○	○	○	○		
5	○	○	○	○		
6	○	○	○	○		
7	○	○	○	○		
8	○	○	○	○		
9	○	○	○	○		
10	○	○	○	○		
11	○	○	○	○		
12	○	○	○	○		
13	○	○	○	○		
14	○	○	○	○		
15	○	○	○	○		
16	○	○	○	○		
17	○	○	○	○		
18	○	○	○	○		
19	○	○	○	○		
20	○	○	○	○	○	

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

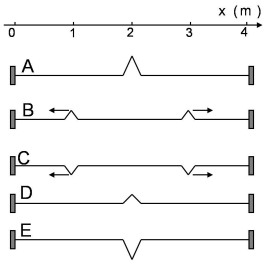
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

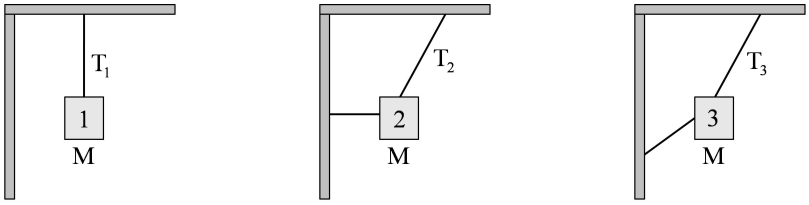
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

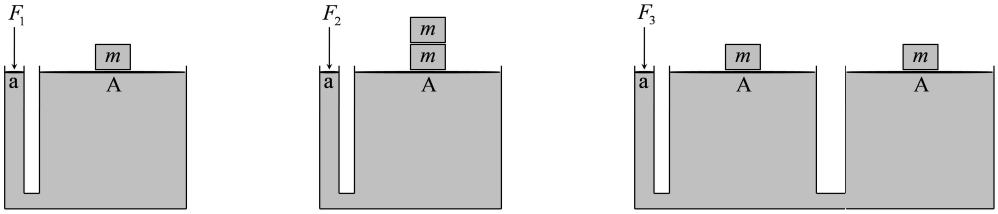
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.

figura A

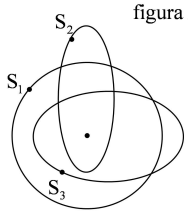
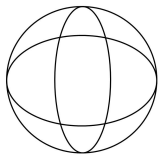


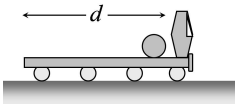
figura B



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

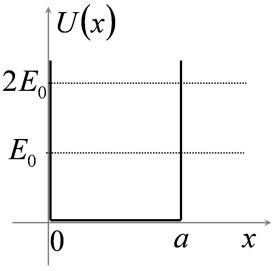
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



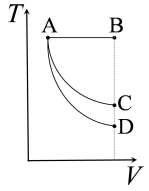
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

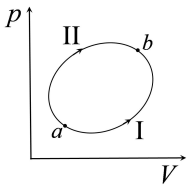
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

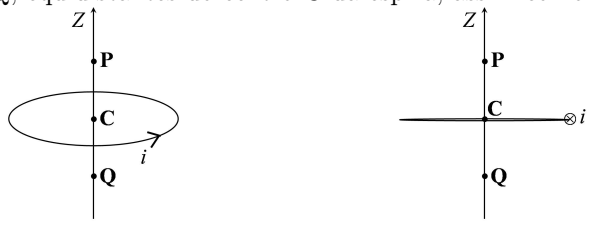
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

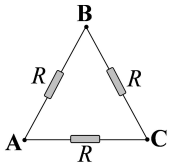
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right)$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

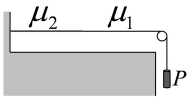
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

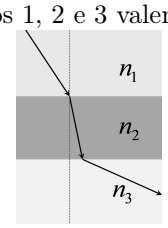
	A	B	C	D	E	
						1
						2
						3
						4
						5
						6
						7
						8
						9
						10
						11
						12
						13
						14
						15
						16
						17
						18
						19
						20

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____

Seleção Nacional - Turma 2017 - Prova Escrita (23/10/2016)

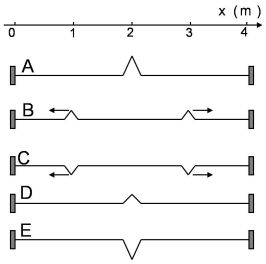
1. Na figura, indica-se um raio luminoso monocromático que penetra, a partir de um meio com índice de refração n_1, em um meio com índice de refração n_2 e em seguida emerge em um meio com índice de refração n_3. As velocidades de propagação da luz nesses meios 1, 2 e 3 valem respectivamente v_1, v_2 e v_3.



Assinale a relação correta entre essas velocidades.

(a) $v_3 > v_1 > v_2$.
(b) $v_3 < v_1 < v_2$.
(c) $v_2 > v_1 > v_3$.
(d) $v_2 > v_3 > v_1$.

2. Puxa-se uma corda leve pelo seu centro, de forma tal que uma fotografia da corda no instante $t = 0$, quando a corda é solta, revela a forma esquemática mostrada na figura A. A velocidade de propagação de pulsos nesta corda é de 1m/s. Observe as configurações desenhadas a seguir (com uma régua indicada no alto).



Qual é a configuração que pode representar a forma observada para a corda no instante $t = 1s$?

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

3. Um objeto move-se em uma trajetória unidimensional, sobre um eixo x, e sua posição como função do tempo é descrita por $x(t) = 1 + 4t - 0,1t^2$. Todas as grandezas estão expressas em unidades do S.I. A <u>distância</u> <u>total</u> percorrida pelo objeto entre os instantes $t = 0$ e $t = 30$s vale, em metros,

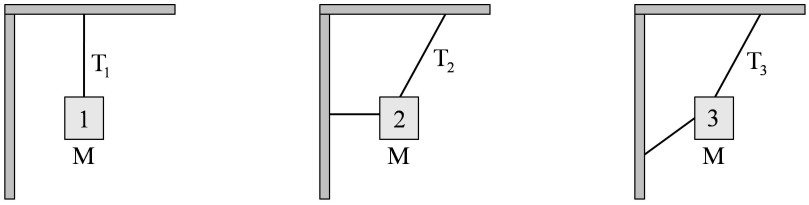
(a) 30.
(b) 31.
(c) 40.
(d) 50.

4. Uma partícula move-se ao longo do eixo x. Sua velocidade v varia com o tempo de acordo com $v = v_0 \exp(-t/T)$, onde v_0 e T são constantes. No instante $t = 0$, a partícula está em $x = 0$. No instante em que a velocidade for $v_0/2$, a posição e a aceleração da partícula serão

(a) $x = v_0T/2\,,\ a = -v_0/(2T)$.
(b) $x = v_0T/2\,,\ a = v_0/(2T)$.
(c) $x = v_0T\,,\ a = v_0/T$.
(d) $x = v_0/T\,,\ a = v_0T$.

5. Na recente observação de ondas gravitacionais pelo LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, o fenômeno físico que gerou o pulso observado corresponde à
   (a) fusão de dois buracos negros.
   (b) colisão de duas estrelas de nêutrons
   (c) criação de supernova a partir de duas estrelas.
   (d) emissão de matéria escura.

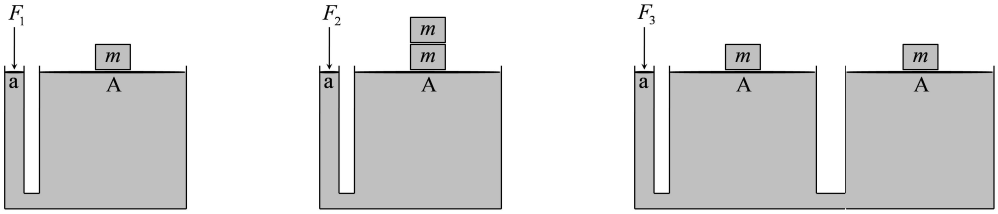
6. Três corpos, 1, 2 e 3, todos de massa M, estão presos por cordas ao teto e parede de uma sala, conforme mostrado na figura (o corpo 1 está preso apenas ao teto).



   A força de tensão na corda que vai de cada corpo ao teto vale, em módulo, T_1, T_2 e T_3, como indicado nas figuras. Pode-se afirmar que
   (a) $T_1 = T_2 = T_3$.
   (b) $T_1 = T_2 > T_3$.
   (c) $T_1 > T_2 > T_3$.
   (d) $T_1 < T_2 < T_3$.

7. O "poder do soco" de um boxeador é, por definição, a energia cinética K que está no sistema mão-braço-corpo (SMBC) imediatamente antes de ocorrer o impacto contra um alvo. Para estimar quanto vale esta energia cinética, o boxeador desfere um soco contra um saco de pancadas com massa m que recua com velocidade V. Modelando tal colisão como completamente inelástica, e sendo M a massa do SMCB, qual das equações avalia o "poder do soco"?
   (a) $K = \frac{m}{2} V^2$.
   (b) $K = \frac{m+M}{2} V^2$.
   (c) $K = \frac{(m+M)^2}{2M} V^2$.
   (d) $K = \frac{(m+M)^2}{2m} V^2$.

8. Considere três prensas hidráulicas, sustentando em equilíbrio cargas de diferentes massas, como mostrado na figura. A sustentação é dada por forças aplicadas aos pistões pequenos, todos com a mesma área a. As áreas dos pistões grandes, sobre os quais estão as massas, são todas iguais a A.



   Se as forças de sustentação têm módulos F_1, F_2 e F_3, como indicado na figura, podemos afirmar que
   (a) $F_1 = F_2 = F_3$.
   (b) $F_1 = F_2/2 = F_3$.
   (c) $F_1 = F_2 = F_3/2$.
   (d) $F_1 = F_2/2 = F_3/2$.

9. O comprimento de uma nave espacial mede exatamente a metade de seu comprimento próprio. A velocidade da nave espacial em relação ao observador vale, em unidades da velocidade da luz,
   (a) $1/2$.
   (b) $\sqrt{2}/2$.
   (c) $\sqrt{3}/2$.
   (d) $\sqrt{3}$.

10. Três satélites artificiais da Terra, S_1, S_2 e S_3, descrevem órbitas com excentricidades diferentes, como apresentado na figura A. O satélite S_1 está em órbita circular com período T_1. Os satélites S_2 e S_3 descrevem órbitas cujos períodos são respectivamente T_2 e T_3. Na Figura B, as órbitas são apresentadas como sendo superpostas.

figura A

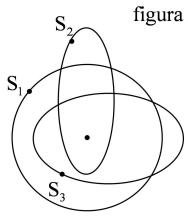
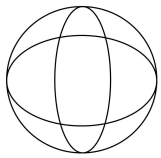


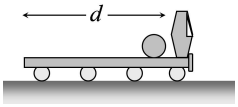
figura B



Sobre os períodos das três órbitas pode-se afirmar que:

(a) $T_1 > T_2 > T_3$.
(b) $T_1 < T_2 < T_3$.
(c) $T_1 = T_2 < T_3$.
(d) $T_1 = T_2 = T_3$.

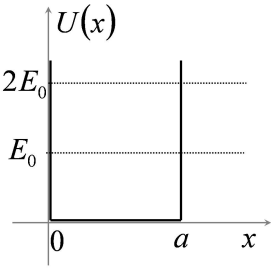
11. Um caminhão está inicialmente em repouso, com uma esfera homogênea de massa M e raio R apoiada sobre sua carroceria. O momento de inércia dessa esfera, em relação a um eixo que passa por seu centro de massa, vale $2MR^2/5$. No instante de tempo $t = 0$, o caminhão passa a mover-se em linha reta, com aceleração constante de módulo A. Consequentemente, a esfera desloca-se sobre a carroceria do caminhão até cair, após percorrer uma distância d.



Suponha que durante todo seu movimento sobre a carroceria do caminhão a esfera role sem deslizar. O tempo decorrido entre o início do movimento e a queda é

(a) $\sqrt{2d/A}$.
(b) $\sqrt{4d/(5A)}$.
(c) $\sqrt{14d/(5A)}$.
(d) Não há dados suficientes para responder.

12. Pode-se descrever um sistema físico como uma partícula de massa m que move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ como a indicada na figura.



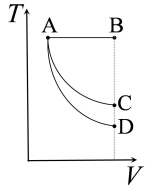
Suponha que temos duas situações: na primeira, a partícula possui energia mecânica E_0 e na segunda, sua energia mecânica passa a ser $2E_0$. Nos dois casos, o movimento da partícula será oscilatório entre os pontos $x = 0$ e $x = a$; quando $E = E_0$ o período é T_1 e quando $E = 2E_0$ o período é T_2. A razão entre esses dois períodos de oscilação, T_1/T_2, vale

(a) $1/2$.
(b) $\sqrt{2}/2$.
(c) $\sqrt{2}$.
(d) 2.

13. Dentre as interações fundamentais, qual pode transformar uma partícula elementar em outra?

(a) Gravitacional.
(b) Eletromagnética.
(c) Forte.
(d) Fraca.

14. O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal de mesma natureza, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor com o meio externo.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD é correto afirmar que:

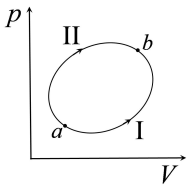
(a) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e a sua energia interna diminui.

(b) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e a energia interna do sistema permanece constante; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e diminui sua energia interna.

(c) na transformação AB há absorção de calor do meio externo e aumento na energia interna do sistema; na transformação AD o sistema cede calor ao meio externo e sua energia interna não varia.

(d) na transformação AB não há troca de calor com o meio externo e o sistema aumenta sua energia interna; na transformação AD há absorção de calor do meio externo sem que haja variação na energia interna.

15. Uma amostra com n moles de um gás ideal pode ser levada de um estado a para um estado b por meio dos caminhos I e II indicados no diagrama $p - V$ da figura.



Se $p_b = 1,10p_a$ e $V_b = 1,50V_a$, é <u>falso</u> afirmar que

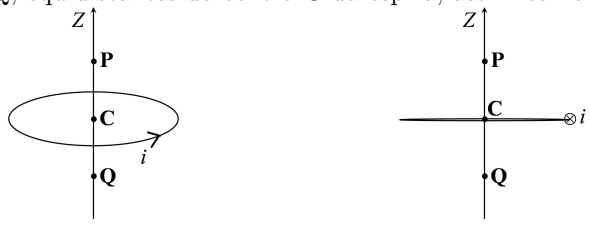
(a) a temperatura no estado b é maior do que no estado a.

(b) o trabalho realizado sobre o gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(c) o calor fornecido ao gás no caminho II é maior do que no caminho I.

(d) a variação de entropia no caminho II é maior do que no caminho I.

16. As figuras a seguir ilustram uma espira circular de centro em C por onde flui uma corrente estacionária i. Nas figuras, também estão indicados o eixo perpendicular ao plano da espira que passa pelo seu centro, o eixo Z, e dois pontos desse eixo, P e Q, equidistantes do centro C da espira, assim como o sentido da corrente i.



Sobre os respectivos campos magnéticos criados por esta espira de corrente nos pontos P e Q, assinale a afirmativa correta.

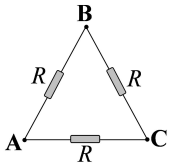
(a) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para baixo.

(b) Ambos têm a direção do eixo Z, e apontam para cima.

(c) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para cima, enquanto o campo em Q aponta para baixo.

(d) Ambos têm a direção do eixo Z, mas o campo em P aponta para baixo, enquanto o campo em Q aponta para cima.

17. Um trecho de um circuito elétrico, num laboratório, é isolado para realização de medidas. Na figura, o trecho está indicado de forma esquemática: são 3 resistências idênticas de valor R ligadas entre os pontos A, B e C.



A leitura da resistência feita com um ohmímetro entre os pontos A e B fornece o valor

(a) $2R/3$.
(b) R.
(c) $3R/2$.
(d) $3R$.

18. As equações de Maxwell na forma diferencial

(I) $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$

(II) $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

(III) $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(IV) $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J}_0 + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right)$

descrevem as relações locais entre os campos elétrico $\vec{E}$ e magnético $\vec{B}$ e suas fontes. Qual dessas equações expressa a não existência de monopolos magnéticos?

(a) I
(b) II
(c) III
(d) IV

19. A compreensão e o domínio das ondas eletromagnéticas, previstas pela teoria de Maxwell, estabelecida na segunda metade do século XIX, revolucionaram a tecnologia e os meios de comunicação. Considere uma onda eletromagnética propagando-se no vácuo. Suponha que o campo elétrico dessa onda seja dado, utilizando-se um sistema cartesiano de coordenadas, pela expressão $\vec{E} = \vec{E}_0 \hat{x} \cos(kz - \omega t) + \vec{E}_0 \hat{y} \cos(kz - \omega t)$, onde E_0, ω e k são constantes positivas, com $\omega = kc$, sendo c a velocidade da luz no vácuo e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ os vetores unitários da base cartesiana. Considere as afirmativas abaixo e assinale V para afirmativa verdadeira e F para a falsa.

( ) A amplitude do campo elétrico dessa onda é $E_0\sqrt{2}$.

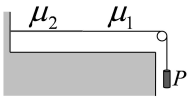
( ) Essa onda se propaga tanto na direção de $\hat{x}$ quanto na direção de $haty$.

( ) Essa onda está circularmente polarizada.

As afirmativas são, respectivamente,

(a) V, F e F.
(b) F, F e F.
(c) F, F e V.
(d) F, V e V.

20. Uma corda é composta de duas partes de diferentes densidades, μ_1 e $\mu_2 = 4\mu_1$. A corda, como indicado na figura, está esticada, presa a uma parede fixa e passando por uma roldana com um objeto de peso P preso à sua outra extremidade.



Sejam v_i e f_i $(i = 1; 2)$ os módulos da velocidade e as freqüências de vibração de uma onda em cada uma das partes da corda. Assinale a afirmativa correta.

(a) $v_1 = v_2$ e $f_1 = f_2$.
(b) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = f_2$
(c) $v_1 = 2v_2$ e $f_1 = 2f_2$
(d) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = f_2$
(e) $v_2 = 2v_1$ e $f_1 = 2f_2$

	A	B	C	D	E	
1	○	○	○	○		
2	○	○	○	○	○	
3	○	○	○	○		
4	○	○	○	○		
5	○	○	○	○		
6	○	○	○	○		
7	○	○	○	○		
8	○	○	○	○		
9	○	○	○	○		
10	○	○	○	○		
11	○	○	○	○		
12	○	○	○	○		
13	○	○	○	○		
14	○	○	○	○		
15	○	○	○	○		
16	○	○	○	○		
17	○	○	○	○		
18	○	○	○	○		
19	○	○	○	○		
20	○	○	○	○	○	

Ao marcar uma resposta, preencha TODO o círculo.

Assinatura: _____