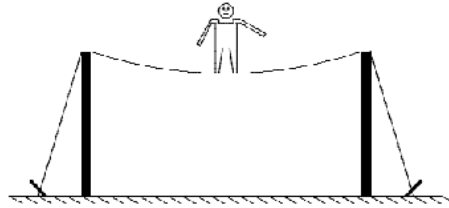


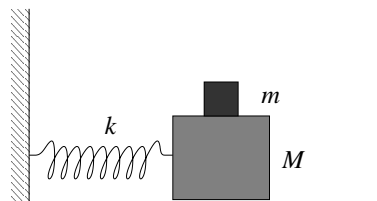
Escolha a opção correta em cada uma das questões que seguem. Marque cada resposta com um X na grade de respostas (última página).

1. Um artista de circo, de peso P , caminha sobre uma corda, como mostrado na figura.



A tensão na corda

- (a) é aproximadamente $2P$.
 - (b) é aproximadamente P .
 - (c) é aproximadamente $P/2$.
 - (d) é muito menor que P .
 - (e) é muito maior que P .
2. Em uma loja de departamentos, uma escada rolante transporta 20 pessoas por minuto do primeiro para o segundo piso, localizado 5 m acima. A massa média por pessoa é 60 kg. Qual é, aproximadamente, a potência requerida?
- (a) 250 W
 - (b) 500 W
 - (c) 1000 W
 - (d) 1500 W
 - (e) 2000 W
3. Um bloco de massa $M = 5$ kg oscila sem atrito sobre uma superfície horizontal, sob a ação de uma mola de constante elástica $k = 1000$ N/m. Um segundo bloco, de massa $m = 1$ kg é colocado sobre o primeiro, conforme mostra a figura abaixo.



O coeficiente de atrito estático entre os dois blocos é $\mu = 0,8$. Qual é, aproximadamente, a amplitude máxima de oscilação em que os blocos permanecerão solidários? (Use $g = 10$ m/s².)

- (a) 0,024 m
- (b) 0,036 m
- (c) 0,048 m
- (d) 0,060 m
- (e) 0,072 m

4. Astrônomos anunciam a descoberta de um planeta orbitando uma estrela de massa igual a 2 vezes a massa do Sol. A órbita deste planeta é aproximadamente circular, com um período igual ao período da órbita da Terra em redor do Sol.

Selecione a alternativa que melhor representa o raio da órbita desse planeta, em termos do raio médio da órbita da Terra ao redor do Sol (r_T).

- (a) $2 r_T$
- (b) $2^{1/2} r_T$
- (c) $2^{1/3} r_T$
- (d) $2^{1/4} r_T$
- (e) $2^{1/5} r_T$

5. Uma sala quadrada, cujas paredes têm 3 m de comprimento, 3 m de altura, e espessura de 25 cm, tem isolamento térmico perfeito no piso e no teto. A sala é mantida a 26°C quando a temperatura no exterior é de 11°C . Para manter a temperatura, o sistema de aquecimento fornece à sala 300 cal/s .

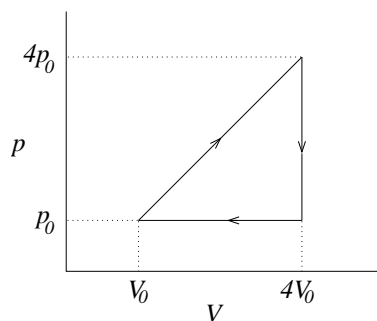
Selecione a alternativa que representa, aproximadamente, o valor da condutividade térmica do material de que são feitas as paredes.

- (a) $56 \text{ cal/m}\cdot\text{s}\cdot\text{C}^\circ$
- (b) $30 \text{ cal/m}\cdot\text{s}\cdot\text{C}^\circ$
- (c) $14 \text{ cal/m}\cdot\text{s}\cdot\text{C}^\circ$
- (d) $0,56 \text{ cal/m}\cdot\text{s}\cdot\text{C}^\circ$
- (e) $0,14 \text{ cal/m}\cdot\text{s}\cdot\text{C}^\circ$

6. Um gás ideal, diatômico ($c_V = 5R/2$ e $c_p = 7R/2$), percorre reversivelmente o ciclo triangular ilustrado no diagrama pV abaixo.

Selecione a alternativa que expressa corretamente o rendimento termodinâmico desse ciclo.

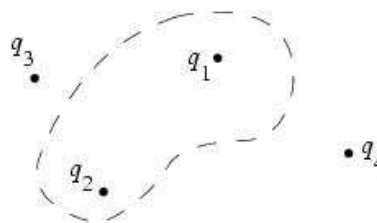
- (a) 0,05
- (b) 0,10
- (c) 0,15
- (d) 0,20
- (e) 0,25



7. Um determinado sistema percorre um ciclo termodinâmico irreversível, no qual absorve calor de um reservatório térmico a alta temperatura, realiza trabalho mecânico e entrega calor para um reservatório térmico a baixa temperatura. Seja ΔS_{ciclo} a variação da entropia do sistema, em um ciclo completo. Assinale a alternativa correta a respeito de ΔS_{ciclo} .

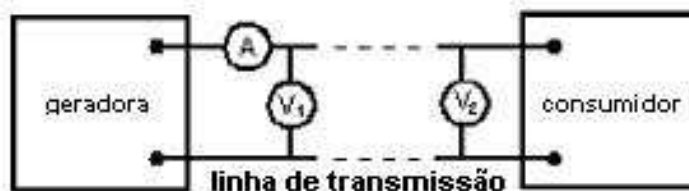
- (a) ΔS_{ciclo} depende da diferença entre as temperaturas.
- (b) ΔS_{ciclo} depende do trabalho realizado.
- (c) $\Delta S_{ciclo} > 0$.
- (d) $\Delta S_{ciclo} = 0$.
- (e) $\Delta S_{ciclo} < 0$.

8. Considere as 4 cargas representadas na figura. Considere uma superfície gaussiana envolvendo 2 das 4 cargas (as cargas q_1 e q_2). Quais as cargas que contribuem com um valor não nulo para o fluxo elétrico através da superfície gaussiana?



- (a) Apenas q_1 e q_2 .
- (b) Apenas q_3 e q_4 .
- (c) Nenhuma das 4 cargas contribui.
- (d) Todas as 4 cargas contribuem.
- (e) A resposta depende da simetria da superfície gaussiana escolhida.

9. Na figura abaixo, o voltímetro V_1 mede 600 V, o voltímetro V_2 mede 580 V e o amperímetro A mede 100 A.



A perda de energia na linha de transmissão que conecta a estação geradora e o consumidor, em 2 horas, é de:

- (a) 2 kWh.
- (b) 4 kWh.
- (c) 116 kWh.
- (d) 118 kWh.
- (e) 120 kWh.

10. Uma partícula carregada positivamente está em repouso, nas proximidades de um fio que transporta uma corrente elétrica. A corrente elétrica é devida ao movimento dos elétrons no fio. Numa situação como essa, o fio exerce sobre a partícula

- (a) uma força nula.
- (b) apenas uma força elétrica.
- (c) apenas uma força magnética.
- (d) forças elétrica e magnética não nulas com intensidades iguais.
- (e) forças elétrica e magnética com intensidades distintas.

11. Feixes de partículas carregadas e distintas podem passar sem deflexão através de campos elétrico e magnético cruzados. Qual das seguintes grandezas deve então ser comum às partículas que constituem esses feixes?

- (a) Massa.
- (b) Módulo da carga elétrica.
- (c) Sinal da carga elétrica.
- (d) Velocidade.
- (e) Sinal e módulo da carga elétrica.

12. A histerese magnética diz respeito ao comportamento da magnetização em função de um campo magnético aplicado \mathbf{B} , quando se realiza um ciclo no valor do campo, isto é, quando o campo é variado desde um valor inicial negativo (positivo), passando por zero e indo até um valor final positivo (negativo) de mesmo valor absoluto que o campo inicial. As curvas de histerese nos dizem que:

- (a) mesmo na ausência de \mathbf{B} externo, um material ferromagnético pode estar magnetizado.
- (b) materiais paramagnéticos apresentam histerese fraca.
- (c) a magnetização cresce sem limite se aumentarmos a intensidade do \mathbf{B} externo.
- (d) a magnetização anula-se quando a intensidade do \mathbf{B} externo vai a zero.
- (e) as curvas de histerese são consequência da lei de Curie.

13. Quando um circuito RLC-série encontra-se em ressonância:

- (a) o resistor dissipa a menor energia possível e não há energia transferida ao indutor ou ao capacitor.
- (b) o ângulo de fase entre a corrente elétrica e a fem alternada é de $\pi/2$.
- (c) a amplitude da corrente elétrica que percorre o circuito é mínima.
- (d) a impedância do circuito é mínima.
- (e) o circuito exhibe comportamento puramente indutivo, não dissipando nenhuma energia no resistor.

14. Considere uma distribuição de massa de forma esférica, de raio R , com densidade dada por $\rho(r) = \rho_0(1 - r/R)$. Considerando-se um sistema de coordenadas cuja origem está no centro da distribuição de massa, e sendo G a *constante universal da gravitação* e $\hat{\mathbf{r}}$ o vetor unitário na direção radial, o campo gravitacional gerado pela distribuição de massa pode ser dado por

$$(a) \quad \mathbf{g} = -G\frac{4\pi}{3}\rho_0 r \left(1 - \frac{3r}{4R}\right) \hat{\mathbf{r}}, \quad r < R; \quad \mathbf{g} = -G\frac{4\pi}{3}\rho_0 \frac{R^3}{r^2} \hat{\mathbf{r}}, \quad r > R$$

$$(b) \quad \mathbf{g} = -G\frac{4\pi}{3}\rho_0 r \left(1 - \frac{3r^2}{4R^2}\right) \hat{\mathbf{r}}, \quad r < R; \quad \mathbf{g} = -G\frac{4\pi}{3}\rho_0 \frac{R^3}{r^2} \hat{\mathbf{r}}, \quad r > R$$

$$(c) \quad \mathbf{g} = 0 \hat{\mathbf{r}}, \quad r < R; \quad \mathbf{g} = -G\frac{4\pi}{3}\rho_0 \frac{R^3}{r^2} \hat{\mathbf{r}}, \quad r > R$$

$$(d) \quad \mathbf{g} = -G\frac{4\pi}{3}\rho_0 r \left(1 - \frac{3r}{4R}\right) \hat{\mathbf{r}}, \quad r < R; \quad \mathbf{g} = -G\frac{4\pi}{3}\rho_0 \frac{R^3}{r} \hat{\mathbf{r}}, \quad r > R$$

$$(e) \quad \mathbf{g} = -G\frac{4\pi}{3}\rho_0 r \left(1 - \frac{3r^2}{4R^2}\right) \hat{\mathbf{r}}, \quad r < R; \quad \mathbf{g} = -G\frac{4\pi}{3}\rho_0 \frac{R^3}{r} \hat{\mathbf{r}}, \quad r > R$$

15. Uma partícula de massa m cuja energia mecânica relativística é o dobro de sua energia de repouso colide com outra partícula de massa m que se encontra em repouso. Após a colisão, as partículas permanecem unidas, formando uma única partícula.

Selecione a opção que representa a massa da partícula resultante da colisão.

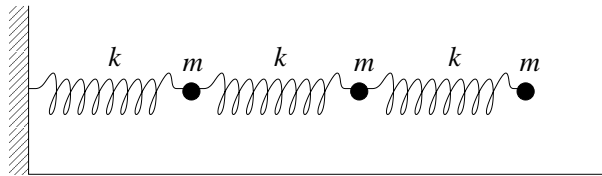
- (a) $3m$
- (b) $\sqrt{6}m$
- (c) $2m$
- (d) $\sqrt{3}m$
- (e) $\sqrt{2}m$

16. Escrevendo um episódio sobre conflitos entre civilizações galácticas, o roteirista imagina a situação seguinte: em uma nave espacial viajando incógnita entre dois sistemas estelares, o piloto aciona inadvertidamente um instrumento que envia um sinal localizador. Dois segundos depois, ele o desliga. Uma nave da civilização inimiga capta o sinal, registrando que ele durou 2,5 segundos.

Qual é a opção que melhor representa a velocidade relativa entre as duas naves, de acordo com a Teoria da Relatividade Restrita?

- (a) $0,9 c$
- (b) $0,8 c$
- (c) $0,7 c$
- (d) $0,6 c$
- (e) $0,5 c$

17. Considere um sistema constituído por três partículas de massa m unidas por molas de constante elástica k . A massa número 1 está ligada a uma outra mola de constante k , presa a uma parede, conforme mostra a figura. Considere que são possíveis apenas movimentos ao longo da linha que une as três partículas, denotando como x_i o afastamento da partícula i de sua posição de equilíbrio.



Selecione a opção que pode representar adequadamente o Lagrangiano desse sistema.

- (a) $L = \frac{1}{2}m (\dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2 + \dot{x}_3^2) + \frac{1}{2}k [x_1^2 + (x_2 - x_1)^2 + (x_3 - x_2)^2]$
- (b) $L = \frac{1}{2}m (\dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2 + \dot{x}_3^2) + \frac{1}{2}k (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2)$
- (c) $L = \frac{1}{2}m [(\dot{x}_1 - \dot{x}_2)^2 + (\dot{x}_2 - \dot{x}_3)^2] + \frac{1}{2}k [x_1^2 + (x_2 - x_1)^2 + (x_3 - x_2)^2]$
- (d) $L = \frac{1}{2}m [(\dot{x}_1 - \dot{x}_2)^2 + (\dot{x}_2 - \dot{x}_3)^2] + \frac{1}{2}k (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2)$
- (e) $L = \frac{1}{2}m (\dot{x}_1^2 + \dot{x}_3^2) + \frac{1}{2}k [x_1^2 + (x_2 - x_1)^2 + (x_3 - x_2)^2]$

18. Considere duas massas, m_1 e m_2 , ligadas por uma barra rígida de comprimento ℓ e massa desprezível. A massa m_1 pode deslocar-se sem atrito ao longo de um fio horizontal na direção x . A massa m_2 fica suspensa, formando um pêndulo, que pode oscilar no plano xy . O sistema está imerso em um campo gravitacional uniforme.

Sendo x_1 a coordenada que representa a posição da massa m_1 ao longo do fio horizontal e θ o ângulo que a barra faz com a direção vertical, o Lagrangiano desse sistema pode ser dado pela seguinte expressão

$$L = \frac{1}{2}m_1\dot{x}_1^2 + \frac{1}{2}m_2 \left(\dot{x}_1^2 + 2\ell \cos \theta \dot{x}_1 \dot{\theta} + \ell^2 \dot{\theta}^2 \right) + m_2 g \ell \cos \theta .$$

Selecione a opção que representa o *momentum* canonicamente conjugado à coordenada x_1 .

- (a) $p_1 = m_1 \dot{x}_1$
- (b) $p_1 = (m_1 + m_2) \dot{x}_1$
- (c) $p_1 = (m_1 + m_2) \dot{x}_1 + m_2 \ell \cos \theta \dot{x}_1$
- (d) $p_1 = (m_1 + m_2) \dot{x}_1 + m_2 \ell \cos \theta \dot{\theta}$
- (e) $p_1 = (m_1 + m_2) \dot{x}_1 + m_2 \left(\ell \cos \theta \dot{x}_1 + \ell \cos \theta \dot{\theta} + 2\ell^2 \dot{\theta} \right)$

19. Considere um sistema físico com uma única coordenada generalizada q e com *momentum* canônico p . O Hamiltoniano do sistema é

$$H = \frac{p^2}{2} + \cos q.$$

As equações canônicas de movimento para esse sistema são

- (a) $\dot{q} = p, \quad \dot{p} = \text{sen} q.$
- (b) $\dot{q} = p, \quad \dot{p} = -\text{sen} q.$
- (c) $\dot{q} = -p, \quad \dot{p} = \text{sen} q.$
- (d) $\dot{q} = p, \quad \dot{p} = \cos q.$
- (e) $\dot{q} = -p, \quad \dot{p} = -\cos q.$

20. Considere um pêndulo de comprimento ℓ e massa m , livre para oscilar em qualquer direção e sujeito a um campo gravitacional uniforme.

Selecione a alternativa que pode representar o Hamiltoniano para esse sistema, em termos das coordenadas polares θ e ϕ e dos *momenta* conjugados p_θ e p_ϕ ,

- (a) $H = \frac{p_\theta^2}{2m\ell^2} + \frac{p_\phi^2}{2m\ell^2 \text{sen}^2 \theta} + mgl \cos \theta$
- (b) $H = \frac{p_\theta^2}{2m\ell^2} + \frac{p_\phi^2}{2m\ell^2 \text{sen}^2 \theta} - mgl \cos \theta$
- (c) $H = \frac{p_\theta^2}{2m\ell^2} + \frac{p_\phi^2}{2m\ell^2 \cos^2 \theta} + mgl \text{sen} \theta$
- (d) $H = \frac{p_\theta^2}{2m\ell^2} + \frac{p_\phi^2}{2m\ell^2 \cos^2 \theta} - mgl \text{sen} \theta$
- (e) $H = \frac{p_\theta^2}{2m\ell^2} + \frac{p_\phi^2}{2m\ell^2} + mgl \cos \theta$

21. As equações abaixo supostamente representam relações termodinâmicas fundamentais. (A, B, C e D são constantes positivas.)

- I. $S = ANV/U$
- II. $S = BN \ln(UV/N)$
- III. $S = C(NVU)^{1/3}$

Qual (quais) destas expressões é (são) consistente(s) com os postulados fundamentais da Termodinâmica?

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

22. Considere as seguintes afirmativas, a respeito de uma transição de fases de primeira ordem de um sistema em equilíbrio com reservatórios de temperatura e pressão. Qual delas é verdadeira?

- (a) O parâmetro de ordem é contínuo e os potenciais termodinâmicos são contínuos.
- (b) A entropia é descontínua, mas a energia interna e o potencial químico são contínuos.
- (c) A entropia e o potencial químico são descontínuos e a energia interna é contínua.
- (d) A entropia e a energia interna são descontínuas e o potencial químico é contínuo.
- (e) A entropia é contínua e os potenciais termodinâmicos são descontínuos.

23. Uma função é côncava ou convexa em relação a uma determinada variável se a sua derivada segunda com relação a essa variável for negativa ou positiva, respectivamente. Considere as afirmativas abaixo, a respeito dos potenciais termodinâmicos.

I. A energia interna é uma função côncava da entropia e convexa do volume.

II. A entalpia é uma função convexa da entropia e da pressão.

III. A energia livre de Helmholtz é uma função côncava da temperatura e convexa do volume.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s)

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

24. O hamiltoniano para o modelo de Ising com dois sítios, onde J é a constante de interação e $\sigma_{1,2} = \pm 1$ representa o estado de cada sítio é

$$H = -J\sigma_1\sigma_2.$$

À temperatura T , a probabilidade de encontrar os dois sítios no mesmo estado é

- (a) $\frac{e^{-J/k_B T}}{2 \sinh(J/k_B T)}$
- (b) $\frac{e^{J/k_B T}}{2 \sinh(J/k_B T)}$
- (c) $\frac{e^{J/k_B T}}{2 \tanh(J/k_B T)}$
- (d) $\frac{e^{-J/k_B T}}{2 \tanh(J/k_B T)}$
- (e) $\frac{e^{J/k_B T}}{2 \cosh(J/k_B T)}$

25. Os níveis de energia de um oscilador harmônico são dados por $\epsilon_n = (n + 1/2)\hbar\omega$. À temperatura T , qual é a probabilidade de encontrá-lo num estado com n ímpar?

- (a) $1 - e^{-\hbar\omega/kT}$
- (b) $1 - e^{\hbar\omega/kT}$
- (c) $\left(1 + e^{-\hbar\omega/kT}\right)^{-1}$
- (d) $\left(1 - e^{-\hbar\omega/kT}\right)^{-1}$
- (e) $\left(1 + e^{\hbar\omega/kT}\right)^{-1}$

26. Uma esfera de raio R , feita de material não condutor, está carregada com uma distribuição de cargas com simetria esférica, cuja densidade volumétrica é dada por $\rho = \alpha r^2$, onde α é uma constante e r é a distância até o centro da esfera. A expressão que melhor representa o módulo do campo elétrico para pontos do interior da esfera ($r \leq R$), é

- (a) $E = \frac{\alpha R^5}{5\epsilon_0 r^2}$
- (b) $E = \frac{\alpha R^3}{3\epsilon_0 r^2}$
- (c) $E = \frac{\alpha r^3}{5\epsilon_0}$
- (d) $E = \frac{\alpha R r^2}{4\epsilon_0}$
- (e) $E = \frac{\alpha R^2 r}{3\epsilon_0}$

27. Considere uma espira condutora de forma circular, com raio R , conduzindo uma corrente i . A espira está no plano xy , com centro na origem, e a corrente tem a direção e o sentido do vetor unitário \mathbf{e}_ϕ .

Assinale a alternativa que melhor descreve a orientação do potencial vetor \mathbf{A} em um ponto com coordenadas $x = R$, $y = 0$ e $z = R$.

- (a) O vetor \mathbf{A} tem apenas componente na direção de \mathbf{e}_x ,
- (b) O vetor \mathbf{A} tem apenas componente na direção de \mathbf{e}_y .
- (c) O vetor \mathbf{A} tem apenas componente na direção de \mathbf{e}_z .
- (d) O vetor \mathbf{A} tem componentes não-nulas nas direções de \mathbf{e}_x e \mathbf{e}_z .
- (e) O vetor \mathbf{A} tem componentes não-nulas nas direções de \mathbf{e}_y e \mathbf{e}_z .

28. Um capacitor é formado por duas placas condutoras paralelas quadradas, de lados iguais a ℓ . A placa inferior está no plano xy , com um dos lados coincidindo com o eixo x e outro coincidindo com o eixo y . A placa superior está exatamente acima da inferior, a uma altura d . A placa superior está carregada com carga q e a inferior com carga $-q$. As placas são bastante próximas, de modo que efeitos de borda podem ser desprezados.

Assinale a alternativa que corresponde ao módulo do campo elétrico entre as placas, do ponto de vista de um observador que se move com velocidade v ao longo do eixo y .

- (a) $E = \frac{q}{\epsilon_0 \ell^2}$
- (b) $E = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \frac{q}{\epsilon_0 \ell^2}$
- (c) $E = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2} \frac{q}{\epsilon_0 \ell^2}$
- (d) $E = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2} \frac{q}{\epsilon_0 \ell^2}$
- (e) $E = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1} \frac{q}{\epsilon_0 \ell^2}$

29. Um cilindro circular reto, de comprimento infinito e raio $s = a$, feito de material condutor, está colocado em uma região com campo elétrico uniforme, de módulo E_0 e direção perpendicular ao eixo do cilindro. Na região externa ao cilindro, $s \geq a$, o campo elétrico tem as seguintes componentes

$$E_r = E_0 \cos \phi \left(1 + \frac{a^2}{s^2}\right), \quad E_\phi = -E_0 \sin \phi \left(1 - \frac{a^2}{s^2}\right), \quad E_z = 0.$$

Selecione a alternativa que expressa a densidade superficial de cargas na superfície do cilindro.

- (a) $2(\epsilon_0 E_0) \cos \phi$
- (b) $(\epsilon_0 E_0) \cos \phi$
- (c) $(\epsilon_0 E_0 / 4\pi) \cos \phi$
- (d) $2(\epsilon_0 E_0) \sin \phi$
- (e) $(\epsilon_0 E_0) \sin \phi$

30. Uma esfera não-condutora de raio R está carregada com carga q , uniformemente distribuída.

Assinale a alternativa que melhor representa a energia elétrica total acumulada no espaço em torno da esfera, desde $r = R$ até $r \rightarrow \infty$.

- (a) $U = q^2 / (8\pi\epsilon_0 R)$
- (b) $U = q^2 / (8\pi\epsilon_0 R^2)$
- (c) $U = q^2 / (4\pi\epsilon_0 R)$
- (d) $U = q^2 / (4\pi\epsilon_0 R^2)$
- (e) $U = q^2 / (4\pi\epsilon_0 R^3)$

31. O quadrivetor potencial e o quadrivetor corrente são dados por $(\mathbf{A}, iV/c)$ e $(\mathbf{J}, ic\rho)$. O tensor de campo eletromagnético é definido pelas suas componentes, $F_{\mu\nu} = (\partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu)$, onde ∂_μ representa a derivada em relação à componente x_μ do quadrivetor posição, (\mathbf{x}, ict) . Sendo satisfeita a condição de Lorentz, as componentes do potencial vetor satisfazem a equação da onda não homogênea, $\sum_\nu \partial_\nu^2 A_\mu = -\mu_0 J_\mu$.

Selecione a alternativa que representa equações de Maxwell, em forma covariante.

- (a) $\partial_\nu A_\mu = \mu_0 \epsilon_0 J_\mu$
- (b) $\partial_\nu A_\mu = \mu_0 F_{\mu\nu}$
- (c) $\partial_\nu F_{\mu\nu} = \mu_0 \epsilon_0 A_\mu$
- (d) $\partial_\nu F_{\mu\nu} = \mu_0 \epsilon_0 F_{\mu\nu}$
- (e) $\partial_\nu F_{\mu\nu} = \mu_0 J_\mu$

32. Suponhamos um meio no qual o índice de refração para raios luminosos é dado por $n(k) = k/(a + bk^2)^{1/2}$, onde a e b são constantes positivas e k é o número de onda. Denotando como c a velocidade da luz no vácuo, a velocidade de grupo de uma onda com comprimento de onda k propagando-se nesse meio é dada por

- (a) c
- (b) $c/n(k)$
- (c) $cb/n(k)$
- (d) $cn(k)$
- (e) $cbn(k)$

33. Os autovetores de S_z são denotados como $|+\rangle$, que representa *spin up*, e $|-\rangle$, que representa *spin down*. Um elétron é preparado no estado $|+\rangle$. Mede-se então, imediatamente, o observável S_x . Como poderá ser o estado resultante ?

- (a) $|+\rangle$
- (b) $|-\rangle$
- (c) $\frac{1}{\sqrt{2}}(|+\rangle + |-\rangle)$
- (d) $\frac{1}{\sqrt{5}}(|+\rangle - 2|-\rangle)$
- (e) $\frac{1}{\sqrt{5}}(2|+\rangle - |-\rangle)$

34. Um elétron num átomo de hidrogênio encontra-se num estado representado por

$$\Psi(r, \theta, \phi, m_s) = R_{21}(r) \left(\sqrt{2/3} Y_1^0(\theta, \phi) \chi_- + \sqrt{1/3} Y_1^{-1}(\theta, \phi) \chi_+ \right),$$

onde χ_+ e χ_- representam estados de *spin*. O momentum angular total é dado por $\mathbf{J} = \mathbf{L} + \mathbf{S}$. Quais valores de J_z podem ser medidos, e com qual probabilidade p ?

- (a) $0, p = 2/3$ e $-\hbar, p = 1/3$
- (b) $-\hbar/2, p = 2/3$ e $\hbar/2, p = 1/3$
- (c) $-\hbar/2, p = 1/3$ e $\hbar/2, p = 2/3$
- (d) $\hbar/2, p = 1$
- (e) $-\hbar/2, p = 1$

35. Considerando que 3 quarks formam um bárion, e que esses quarks, estejam no estado fundamental (momento angular orbital nulo), quais são os spins possíveis dos bárions?

- (a) $1/2$ e 0
- (b) $3/2$ e $1/2$
- (c) $5/2$ e $1/2$
- (d) $5/2$ e $3/2$
- (e) $5/2, 3/2$ e $1/2$

36. Considere o oscilador harmônico isotrópico bidimensional:

$$H = \frac{p_x^2}{2m} + \frac{p_y^2}{2m} + \frac{m\omega^2}{2}(x^2 + y^2).$$

Quais são as três primeiras energias e degenerescências respectivas?

- (a) $\hbar\omega$ (1), $2\hbar\omega$ (2), $3\hbar\omega$ (3)
- (b) $\hbar\omega/2$ (1), $\hbar\omega$ (2), $3\hbar\omega/2$ (2)
- (c) $\hbar\omega/2$ (1), $\hbar\omega$ (2), $2\hbar\omega$ (2)
- (d) $\hbar\omega$ (1), $2\hbar\omega$ (2), $3\hbar\omega$ (2)
- (e) $\hbar\omega/2$ (1), $\hbar\omega$ (1), $2\hbar\omega$ (2)

37. Os sólidos cristalinos podem ser classificados como isolantes, condutores ou semi-condutores. A respeito desse tipo de material são feitas as seguintes afirmativas:

- I. nos isolantes há estados eletrônicos não ocupados que são energeticamente muito próximos aos estados ocupados;
- II. semi-condutores são materiais altamente anisotrópicos, capazes de conduzir corrente elétrica somente numa direção ;
- III. nos condutores os elétrons mais energéticos encontram-se em bandas de energia cujos estados não estão todos ocupados.

Estão corretas

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

38. Duas reações de fusão nuclear envolvendo os isótopos de hidrogênio deutério (D) e trítio (T) são as seguintes: $D+D \rightarrow T+x$ e $D+T \rightarrow He^4+y$. As partículas x e y liberadas nas reações são, respectivamente,

- (a) próton e próton
- (b) próton e nêutron
- (c) próton e elétron
- (d) nêutron e nêutron
- (e) nêutron e próton

39. Denotando como λ_c o comprimento de onda limite para ejetar elétrons da superfície de um metal e como ν a frequência dos fótons incidentes, a função trabalho do metal e a energia dos fotoelétrons emitidos são dadas, respectivamente, por

- (a) $(h\nu/c)$, $h\nu - (h\lambda_c/c)$
- (b) $(h\nu/c)$, $h\nu - (h\nu/c)$
- (c) $(h\lambda_c/c)$, $h\nu - (h\nu/c)$
- (d) (hc/λ_c) , $h\nu - (h\lambda_c/c)$
- (e) (hc/λ_c) , $h\nu - (hc/\lambda_c)$

40. No que segue são feitas três afirmativas, relativas ao domínio da Física Atômica e Molecular.

- I. O princípio de exclusão de Pauli aplica-se a todo tipo de partículas elementares, tanto férmions como bósons.
- II. O princípio da incerteza de Heisenberg aplica-se apenas a partículas que têm *spin* fracionário, como os elétrons.
- III. A condensação de Bose-Einstein é um fenômeno que foi observado pela primeira vez em anos recentes, envolvendo populações de partículas em temperaturas bem próximas do zero absoluto.

Estão corretas

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

Nome: _____

Grade de Respostas

	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					

	a	b	c	d	e
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					

Assinatura do candidato: _____

Assinatura do responsável
pela aplicação do exame: _____