

## Prova 3 – Física

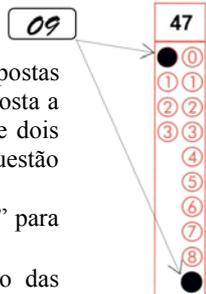
Nº DE ORDEM:

Nº DE INSCRIÇÃO:

NOME DO CANDIDATO:

### INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA

- Confira os campos Nº DE ORDEM, Nº DE INSCRIÇÃO e NOME DO CANDIDATO, que constam na etiqueta fixada em sua carteira.
- É proibido folhear o Caderno de Questões antes do sinal, às 9h.**
- Após o sinal, confira se este caderno contém 40 questões objetivas e/ou algum defeito de impressão/encadernação e verifique se as matérias correspondem àquelas relacionadas na etiqueta fixada em sua carteira. Qualquer problema avise imediatamente o fiscal.
- Durante a realização da prova é proibido o uso de dicionário, de calculadora eletrônica, bem como o uso de boné, de óculos com lentes escuras, de gorro, de turbante ou similares, de relógio, de celulares, de bips, de aparelhos de surdez, de MP3 *player* ou de aparelhos similares. É proibida ainda a consulta a qualquer material adicional.
- A comunicação ou o trânsito de qualquer material entre os candidatos é proibido. A comunicação, se necessária, somente poderá ser estabelecida por intermédio dos fiscais.
- No tempo destinado a esta prova (4 horas), está incluído o de preenchimento da Folha de Respostas.
- O tempo mínimo de permanência na sala é de duas horas e meia, após o início da prova. Ou seja, você só poderá deixar a sala de provas após as 11h30min.
- Preenchimento da Folha de Respostas: no caso de questão com apenas uma alternativa correta, lance na Folha de Respostas o número correspondente a essa alternativa correta. No caso de questão com mais de uma alternativa correta, a resposta a ser lançada corresponde à soma dessas alternativas corretas. Em qualquer caso o candidato deve preencher sempre dois alvéolos: um na coluna das dezenas e um na coluna das unidades, conforme o exemplo (do segundo caso) ao lado: questão 47, resposta 09, que corresponde à soma das alternativas corretas 01 e 08.
- ATENÇÃO:** não rabisque nem faça anotações sobre o código de barras da Folha de Respostas. Mantenha-o “limpo” para leitura óptica eficiente e segura.
- Se desejar ter acesso ao seu desempenho, transcreva as respostas deste caderno no “Rascunho para Anotação das Respostas” (nesta folha, abaixo) e destaque-o na linha pontilhada, para recebê-lo hoje, ao término da prova, no horário das 13h15min às 13h30min, mediante apresentação do documento de identificação. Após esse período o “Rascunho para Anotação das Respostas” não será devolvido.
- Ao término da prova, levante o braço e aguarde atendimento. Entregue ao fiscal este caderno, a Folha de Respostas e o Rascunho para Anotação das Respostas.
- A desobediência a qualquer uma das determinações dos fiscais poderá implicar a anulação da sua prova.
- São de responsabilidade única do candidato a leitura e a conferência de todas as informações contidas neste Caderno de Questões e na Folha de Respostas.



Corte na linha pontilhada.

### RASCUNHO PARA ANOTAÇÃO DAS RESPOSTAS – PROVA 3 – VERÃO 2018

Nº DE ORDEM:

NOME:

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |



UEM – Comissão Central do Vestibular Unificado

FORMULÁRIO

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $v = v_0 + a t$ $v^2 = v_0^2 + 2 a \Delta x$ $x = A \cos (\omega t + \varphi_0)$ $a = -\omega^2 x$ $\vec{F}_R = m \vec{a}$ $\vec{F}_k = -k \vec{x}$ $\vec{P} = m \vec{g}$ $f_{at} = \mu N$ $a_c = \frac{v^2}{r}$ $W = F d \cos \theta$ $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ $E_p = m g h$ $E_p = -G \frac{M m}{d}$ $E_p = \frac{1}{2} k x^2$ $W = \Delta E_c$ $\vec{p} = m \vec{v}$ $\vec{I} = \vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}$ $\tau = \pm F d \sin \theta$ $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$ $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ $v = \omega r$ $\Phi_E = E S \cos \theta$ $\sigma = \frac{\Delta q}{\Delta S}$ | $\bar{E}_c = \frac{3}{2} k_B T$ $\rho = \frac{m}{V}$ $p = \frac{F}{A}$ $p = p_0 + \rho g h$ $L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$ $Q = mL$ $pV = nRT$ $Q = mc\Delta T$ $\Phi = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{KA}{L} (T_2 - T_1)$ $\Delta U = Q - W$ $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ $W = p\Delta V$ $\eta = \frac{W}{Q_q}$ $F = qvB \sin \theta$ $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$ $E = K \frac{q}{r^2}$ $\vec{F} = q\vec{E}$ $V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$ $V = Ed$ $W_{AB} = qV_{AB}$ $i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ $V = Ri$ $R = \rho \frac{L}{A}$ $f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ $v = \sqrt{\frac{B}{d}}$ | $C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$ $P = Vi = Ri^2 = \frac{V^2}{R}$ $V = \epsilon - ri$ $F = BiL \sin \theta$ $C = k \frac{\epsilon_0 A}{d}$ $C = \frac{q}{\Delta V}$ $U = \frac{1}{2} C (\Delta V)^2$ $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$ $B = \mu_0 ni$ $\Phi_B = BS \cos \theta$ $\Phi_B = Li$ $U_B = \frac{1}{2} Li^2$ $\epsilon = -\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$ $n = \frac{c}{v}$ $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ $\frac{1}{f} = \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$ $m = -\frac{p'}{p}$ $V = \frac{1}{f}$ $V_{eq} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$ $v = \lambda f$ $E = hf$ $E = mc^2$ $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ | $T^2 = kr^3$ $C = mc$ $T = \frac{1}{f}$ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ $\omega = 2\pi f$ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $f = f_0 \left( \frac{v \pm v_R}{v \mp v_f} \right)$ <p><b>CONSTANTES FÍSICAS</b></p> $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ $k_0 = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m}/\text{A}$ $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F}/\text{m}$ $c = 3 \times 10^8 \text{ m}/\text{s}$ $\rho_{\text{água}} = 1,0 \text{ g}/\text{cm}^3$ $c_{\text{água}} = 1,0 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ $c_{\text{vapor d'água}} = 0,5 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ $L_{F(\text{água})} = 80 \text{ cal}/\text{g}$ $L_{V(\text{água})} = 540 \text{ cal}/\text{g}$ $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$ $R = 8,32 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ $1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ N}/\text{m}^2$ $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ |
|--|--|---|--|

# FÍSICA

## Questão 01

Um sistema óptico é constituído de três lâminas finas e planas de faces paralelas  $A$ ,  $B$  e  $C$ , de mesma espessura  $d$ . Cada lâmina é feita de um material diferente, e seus índices de refração são representados por  $n_A$ ,  $n_B$  e  $n_C$  (respectivamente).

Essas lâminas são posicionadas de modo que suas faces são paralelas entre si. Cada lâmina fica imersa no ar, e o espaço entre lâminas consecutivas fica preenchido com uma camada de ar de espessura  $D$ . Um raio luminoso monocromático atravessa o sistema, e sua trajetória pertence a um plano perpendicular às faces das lâminas. O raio incide sobre a primeira lâmina formando com a normal um ângulo de  $60^\circ$  e emerge da última lâmina formando com a normal um ângulo  $\alpha$ . Mede-se o comprimento do caminho retilíneo  $s$  percorrido pelo raio dentro de cada lâmina, conforme pode ser visto no quadro a seguir. Considere que o índice de refração do ar é igual a 1. Sobre esse sistema, assinale o que for **correto**.

| Lâmina | $s$ (mm)    |
|--------|-------------|
| A      | $d\sqrt{3}$ |
| B      | $d\sqrt{2}$ |
| C      | $3d/2$      |

Dados:  $\cos 30^\circ = \sin 60^\circ = \sqrt{3}/2$ ;  
 $\cos 60^\circ = \sin 30^\circ = 1/2$ .

- 01)  $n_A = 3\sqrt{2}/4$ .  
02)  $n_B = \sqrt{6}/2$ .  
04)  $n_C = 3\sqrt{15}/10$ .  
08)  $\alpha = 30^\circ$ .  
16) O comprimento total da trajetória do raio luminoso, desde o ponto onde ele incide na primeira lâmina até o ponto onde ele emerge da última lâmina, é igual a  $4D + d\sqrt{3} + d\sqrt{2} + 3d/2$ .

## Questão 02

Ao despertar no castelo do conde Drácula com o dia já prestes a raiar, seu hóspede Jonathan Harker registrou em seu diário: “Dormi até tarde e só despertei de livre e espontânea vontade quando meu sono terminou. Depois de trocar de roupa, passei do quarto para a outra sala, onde havia ceado na noite anterior. Encontrei um desjejum de pratos frios, acompanhado de café bem quente, cuja temperatura fora mantida [constante] por ter sido colocado junto da lareira a fim de não perder o calor.” (Adaptado de STOKER, B. *Drácula*. São Paulo: Nova Cultural, 2002, p. 26). Em relação à temperatura do café, conforme descrição do fragmento, e aos processos de transmissão de calor, assinale o que for **correto**.

- 01) A temperatura do café permanece constante porque a quantidade de calor que ele recebe é a mesma que ele perde.  
02) A temperatura do café permanece constante, independentemente da distância em que ele se encontra da lareira.  
04) Uma maneira de a energia térmica proveniente da lareira se propagar ocorre na forma de radiação eletromagnética.  
08) Se o café for afastado da posição em que foi colocado junto à lareira, sua temperatura diminuirá.  
16) A informação de que a temperatura do café se mantém constante é equivocada, pois é impossível que isso ocorra na prática.

## Questão 03

Um feixe de partículas idênticas eletrizadas está descrevendo uma trajetória circular (no vácuo) em um campo magnético constante e uniforme de módulo  $B = 7 \times 10^{-2}$  T. Considerando que a carga de cada partícula é  $q = 4 \times 10^{-6}$  C e que essas partículas se movem com velocidade (em módulo)  $v = 2 \times 10^2$  m/s, assinale o que for **correto**.

- 01) O ângulo entre o vetor velocidade das partículas e o vetor que representa o campo magnético deve mudar a cada instante, visto que o movimento é circular.  
02) O módulo da força magnética que atua em cada partícula é  $F = 5,6 \times 10^{-5}$  N.  
04) Para cada partícula, a força magnética corresponde à força resultante centrípeta.  
08) O módulo da quantidade de movimento e a energia cinética de cada partícula são constantes.  
16) Medindo-se o raio da trajetória circular, podemos calcular a massa de cada partícula.

**Questão 04**

Considere resistores cilíndricos homogêneos de comprimento  $l$ , área  $A$  de seção transversal, feitos de um material cuja resistividade elétrica é  $\rho$ . Assinale o que for **correto**.

- 01) A resistência elétrica de cada um desses resistores é diretamente proporcional ao comprimento  $l$ .
- 02) Quanto maior for a área  $A$  da seção transversal de um resistor, menor será sua resistência elétrica.
- 04) A resistência elétrica oferecida por dois desses resistores ligados em série é equivalente à resistência oferecida por apenas um desses resistores com as mesmas características, mas com o dobro do comprimento  $l$ .
- 08) A resistência elétrica oferecida por dois desses resistores ligados em paralelo é equivalente à resistência oferecida por apenas um desses resistores com as mesmas características, mas com o dobro da área  $A$  da seção transversal.
- 16) No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida de resistividade elétrica é  $\Omega \cdot m^2$ .

**Questão 05**

Cinco amostras de materiais diferentes estão inicialmente à mesma temperatura. O calor específico  $c$  e a massa  $m$  de cada amostra são apresentados no quadro abaixo. De forma controlada, é fornecido calor às amostras e são medidas as variações das temperaturas correspondentes. Todas as amostras recebem a mesma quantidade de calor. Despreze as perdas de calor para o ambiente. Assinale o que for **correto**.

| Amostra | $c$ (cal/g·°C) | $m$ (g) |
|---------|----------------|---------|
| 1       | 0,30           | 200     |
| 2       | 0,90           | 100     |
| 3       | 0,01           | 1000    |
| 4       | 0,05           | 1200    |
| 5       | 0,50           | 300     |

- 01) A maior variação de temperatura ocorre na amostra 2.
- 02) A menor variação de temperatura ocorre na amostra 3.
- 04) As variações de temperatura das amostras 1 e 4 são iguais.
- 08) A variação de temperatura da amostra 1 corresponde a  $3/2$  da variação de temperatura da amostra 2.
- 16) A capacidade térmica total de um sistema formado pelas cinco amostras equivale a  $1,76 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ .

**Questão 06**

Assim como Orsted, os cientistas Biot e Savart também analisaram interações entre um fio condutor de comprimento  $L$  com corrente elétrica e uma agulha imantada de comprimento  $l$ .

O centro da agulha encontra-se a uma distância  $d$  desse fio, tal que  $l \ll d \ll L$ . Em particular, Biot e Savart investigaram pequenas oscilações da agulha ao redor da orientação de equilíbrio e concluíram que a força exercida pelo fio com corrente elétrica sobre os polos da agulha era inversamente proporcional à distância  $d$ . Posteriormente, essa interpretação dada à interação entre o fio com corrente e os polos magnéticos da agulha modificou-se. Em vez de se considerar uma força direta agindo sobre os polos, passou-se a aceitar a existência de um campo magnético ao redor do fio devido à corrente elétrica que o atravessava. Desse modo, esse campo magnético é que estaria agindo sobre os polos da agulha, dando origem à força. Sobre a interação eletromagnética entre o fio com corrente elétrica e os polos da agulha imantada, assinale o que for **correto**.

- 01) As linhas do campo magnético associado a um fio retilíneo condutor com corrente elétrica são circunferências concêntricas ao fio e contidas em planos perpendiculares a ele.
- 02) O módulo do campo magnético associado a um fio retilíneo condutor com corrente elétrica é inversamente proporcional à distância  $d$ .
- 04) Quando o fio é percorrido por uma corrente elétrica, a agulha ficará submetida a um torque se ela estiver orientada paralelamente ao fio na situação inicial.
- 08) Se o período de oscilação da agulha é diretamente proporcional à raiz quadrada da distância entre seu centro e o fio, é preciso triplicar essa distância para que esse período dobre.
- 16) O módulo do campo magnético associado a um fio retilíneo condutor com corrente elétrica é diretamente proporcional à intensidade dessa corrente.

**Questão 07**

Uma pequena esfera eletricamente carregada, de massa  $m = 10\text{ g}$  e carga  $q = -5 \times 10^{-6}\text{ C}$ , cai verticalmente a partir do repouso em uma região em que atua um campo elétrico constante e uniforme  $\vec{E}$ . Esse campo tem direção vertical, aponta para baixo e tem módulo igual a  $200\text{ V/m}$  ( $\vec{E}$  é paralelo ao campo gravitacional da Terra no local do experimento). Despreze a resistência do ar e considere  $g = 9,8\text{ m/s}^2$ . Assinale o que for **correto**.

- 01) Apesar da presença do campo elétrico, a esfera cai com aceleração constante e igual a  $g$ , visto que seu peso é igual a  $mg$ .
- 02) Em módulo, a velocidade da esfera é igual a  $4,85\text{ m/s}$  após meio segundo de queda.
- 04) A esfera percorre  $4,85\text{ m}$  no primeiro segundo de queda.
- 08) A razão entre o peso da esfera e a força de origem eletrostática que atua sobre ela, em módulo, é igual a  $98$ .
- 16) Se a resistência do ar fosse levada em conta, a velocidade terminal da esfera não dependeria de  $\vec{E}$ .

**Questão 08**

Inicialmente, uma pessoa encontra-se em pé apoiada com os dois pés sobre uma balança digital. Em uma segunda situação, ela apoia um de seus pés em uma cadeira próxima. Em uma terceira situação, ela encontra-se em pé apoiada com apenas um dos pés sobre a balança e o outro suspenso. Em uma última situação, ela se mantém agachada com os dois pés sobre a balança. Sobre o valor (módulo da força) indicado pela balança, assinale o que for **correto**.

- 01) Na segunda situação em comparação com a inicial, o valor indicado pela balança é menor.
- 02) Na segunda situação, o valor indicado pela balança diminui à medida que o pé da pessoa pressiona a cadeira para baixo com uma força maior.
- 04) Na segunda e na terceira situações, os valores indicados pela balança são iguais.
- 08) Na terceira situação em comparação com a inicial, há mudança no valor indicado pela balança.
- 16) Na última situação em comparação com a inicial, o valor indicado pela balança torna-se maior.

**Questão 09**

Algumas teorias do início do século XX tiveram grande impacto sobre o desenvolvimento da Física, servindo como base para grandes avanços nos campos da Astronomia, da Eletrônica, das Telecomunicações, da Medicina, entre outros. Sobre aspectos de algumas dessas teorias e suas implicações, assinale o que for **correto**.

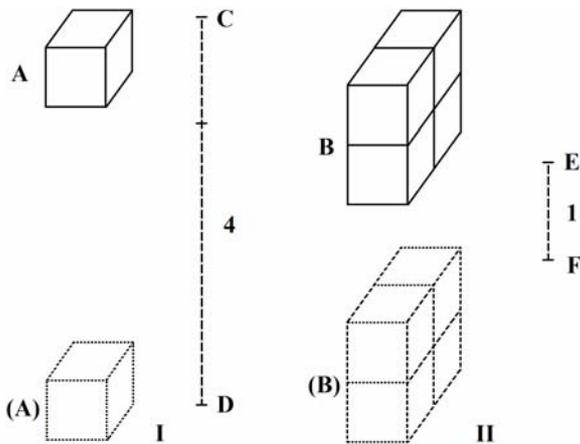
- 01) Quando uma partícula é acelerada a partir do repouso até que ela atinja uma velocidade igual a  $v$ , sua massa diminui (em relação à sua massa de repouso) por um fator que inclui a razão  $v/c$ , em que  $c$  é a velocidade da luz no vácuo.
- 02) A radiação eletromagnética manifesta essencialmente propriedades ondulatórias em processos de absorção e de emissão e propriedades corpusculares em processos de interferência e de difração.
- 04) O principal processo de produção de energia na superfície do Sol corresponde à fusão de átomos de hidrogênio para formar átomos de hélio.
- 08) Em um feixe de luz monocromático, cada fóton transporta uma quantidade de energia proporcional à frequência da onda associada a esse feixe.
- 16) A constante de Planck está relacionada ao caráter discreto da energia e ao princípio da incerteza de Heisenberg.

**Questão 10**

Considere o seguinte fragmento de uma das obras de Leibniz: “suponho que um corpo, caindo de uma certa altura, adquire a força de subir até ela de novo [...], a menos que se encontrem alguns obstáculos. [...] Suponho, também, ser necessária tanta força para elevar um corpo A, de uma libra, à altura CD de quatro toesas, quanta [força] para elevar um corpo B, de quatro libras, à altura EF de uma toesa. [...] É, pois, manifesto que, tendo o corpo A caído da altura CD, adquiriu tanta força, precisamente, como o corpo B caído da altura EF; pois, tendo chegado a F o corpo (B) e tendo ali força para subir novamente até E (pela primeira suposição), tem por conseguinte a força de elevar um corpo de quatro libras, quer dizer, o seu próprio corpo, à altura EF de uma toesa, e da mesma forma, tendo chegado a D o corpo (A) e tendo ali força para voltar a subir até C, tem a força de elevar um corpo de uma libra, quer dizer, o seu próprio corpo, à altura CD de quatro toesas. Logo (pela segunda suposição) a força desses dois corpos é igual.

Vejam agora se a quantidade de movimento é também a mesma em ambos os lados. Mas aqui, precisamente, ficaremos surpresos por encontrar grandíssima diferença, pois já foi demonstrado por Galileu ser a velocidade adquirida pela queda CD dupla da velocidade obtida pela queda EF, se bem que a altura seja quádrupla. Multiplicando, pois, o corpo A, que é como 1, pela sua velocidade, que é como 2, o produto ou a quantidade de movimento será como 2; e, por outro lado, multiplicando o corpo B, que é como 4, pela sua velocidade, que é como 1, será como 4 o produto ou a quantidade de movimento. Logo, a quantidade de movimento do corpo (A) no ponto D é a metade da quantidade de movimento do corpo (B) no ponto F e, no entanto, são iguais as suas forças. Há, portanto, grande diferença entre a quantidade de movimento e a força, como que se queria demonstrar.” (Adaptado de LEIBNIZ, G. W. *Discurso de Metafísica*. São Paulo: Abril Cultural, 1983, p. 133-134).

Sabe-se que *libra* é unidade de medida de massa, *toesa* é unidade de medida de comprimento. Chame a altura EF de  $h$  e considere que se possa entender a palavra *força* utilizada por Leibniz como equivalente ao conceito atual de *energia mecânica*. Sabe-se também que os pontos D e F se encontram à mesma altura e que a energia potencial é igual a zero nesses pontos. Assinale o que for **correto**.



- 01) A energia potencial do corpo A em C e a energia potencial do corpo B em E são iguais e diretamente proporcionais à altura  $h$ .
- 02) A energia cinética adquirida pelo corpo A ao atingir o ponto D é maior do que a energia cinética adquirida pelo corpo B ao atingir o ponto F.
- 04) A energia mecânica do corpo A ao atingir o ponto D é igual à energia mecânica do corpo B ao atingir o ponto F.
- 08) As velocidades adquiridas pelo corpo A em D e pelo corpo B em F são diretamente proporcionais às alturas de suas respectivas quedas.
- 16) Embora a altura de queda do corpo A seja o quádruplo da altura de queda do corpo B, o tempo de queda do corpo A é o dobro do tempo de queda do corpo B.

**Questão 11**

Um projétil é lançado a partir de uma plataforma de testes, de um ponto que corresponde à origem do sistema de referência. O movimento ocorre no plano  $xy$ , no quadrante em que  $x$  e  $y$  são positivos. No instante inicial do lançamento, a componente horizontal da velocidade do projétil é igual a  $2\text{ m/s}$ , e a componente vertical da velocidade é positiva, mas desconhecida. Esse experimento, nas mesmas condições iniciais, é realizado em duas situações distintas: 1) na superfície da Terra, em um local em que  $g = 9,8\text{ m/s}^2$ ; e 2) em uma estação espacial em que a aceleração em queda livre de um projétil tem módulo igual a  $a$ . Nos dois casos, mede-se o alcance horizontal  $A$  do projétil (a distância horizontal, a partir do ponto de lançamento, em que o projétil retorna à altura inicial) obtendo-se  $A_1 = 2,4\text{ m}$  (situação 1, na Terra) e  $A_2 = 6,2\text{ m}$  (situação 2, na estação). Despreze forças de atrito e assinale o que for **correto**.

- 01)  $1\text{ s}$  após o lançamento, a componente vertical da velocidade do projétil é positiva na situação 1 e negativa na situação 2.
- 02) No instante em que o projétil está na sua altura máxima, sua velocidade em relação à plataforma é igual nas duas situações.
- 04) Somando os tempos totais de voo do projétil nos dois experimentos, obtemos  $4,3\text{ s}$ .
- 08) No instante inicial do lançamento, a componente vertical da velocidade do projétil é menor que  $6\text{ m/s}$ .
- 16)  $a < 4\text{ m/s}^2$ .

**Questão 12**

A partir de medidas de desvio para o vermelho no espectro da luz proveniente de nebulosas extragalácticas, Hubble afirmou que esse fenômeno poderia ser interpretado devido ao movimento radial dessas nebulosas em relação à Terra. Ele estabeleceu uma relação de proporcionalidade entre a velocidade radial  $v$  de nebulosas extragalácticas e a distância  $d$  em que elas se encontram em relação à Terra. Hoje em dia, essa relação é conhecida pelo nome de Lei de Hubble e pode ser escrita na forma  $v = Hd$ , em que  $H \approx 71 \frac{\text{km/s}}{\text{Mpc}}$  é chamada de *constante*

*de Hubble*. Em um de seus livros, ele escreveu: “Os espectros das nebulosas são peculiares pelo fato de as linhas não estarem nas posições usuais encontradas nas fontes de luz próximas. Elas estão deslocadas em direção à extremidade vermelha de suas posições normais, como é indicado por espectros de comparação apropriados. Os deslocamentos, denominados desvios para o vermelho, aumentam, na média, com a tenuousidade aparente da nebulosa sob observação. Como a tenuousidade aparente mede a distância, segue-se que os desvios para o vermelho aumentam com a distância. Uma investigação detalhada mostra que a relação é linear.” (Adaptado de NEVES, M. C. D.; SILVA, J. A. P. *Evoluções e revoluções: O mundo em transição*. 2ª edição. Maringá: Massoni, 2010, p. 219). Em relação a esse assunto e sabendo que  $1\text{Mpc} \approx 3 \times 10^{19}\text{km}$ , assinale o que for **correto**.

- 01) Tanto a velocidade de afastamento das nebulosas quanto suas distâncias em relação à Terra são inferidas a partir de desvios para o vermelho e tenuousidade aparente, respectivamente.
- 02) De acordo com o efeito Doppler luminoso, a luz proveniente de uma fonte luminosa afastando-se do observador chega com uma frequência maior.
- 04) Um deslocamento para a extremidade violeta das raias espectrais da luz proveniente de uma fonte luminosa pode ser interpretado como uma aproximação entre a fonte e o observador.
- 08) A luz proveniente das nebulosas mencionadas no texto chega à Terra com um comprimento de onda menor em comparação com o comprimento de onda da luz proveniente de fontes de luz próximas.
- 16) Por meio de análise dimensional da Lei de Hubble, conclui-se que a constante de Hubble pode ser interpretada como uma grandeza física com dimensão de frequência.

**Questão 13**

Uma partícula de massa  $(5/\pi) \times 10^{-27}\text{kg}$  e de carga  $1,6 \times 10^{-19}\text{C}$  move-se em uma trajetória circular de raio  $(1/\pi)\text{m}$  em uma região em que há um campo magnético constante e uniforme, de intensidade igual a  $5000\text{G}$  ( $1\text{G} = 10^{-4}\text{T}$ ). Desconsidere efeitos relativísticos. A velocidade da luz corresponde a  $c = 3 \times 10^8\text{m/s}$ . Sobre esse sistema, assinale o que for **correto**.

- 01) A frequência do movimento corresponde a  $8 \times 10^6\text{Hz}$ .
- 02) Em módulo, a velocidade da partícula é maior que  $0,05c$ .
- 04) O período do movimento é igual a  $1,25 \times 10^{-7}\text{s}$ .
- 08) A energia cinética da partícula é igual a  $1,5 \times 10^{-13}\text{J}$ .
- 16) O módulo da quantidade de movimento da partícula é igual a  $8 \times 10^{-20}\text{kg} \cdot \text{m/s}$ .

**Questão 14**

Considere um par de estrelas, separadas por uma distância  $3r$ , que se atraem gravitacionalmente e giram em movimento circular uniforme em torno de um ponto denominado “centro de massa do sistema”, de modo que o período de rotação  $t$  em torno de seus próprios eixos seja igual ao período de translação  $T$  em torno do centro de massa (como se estivessem ligadas por uma barra rígida). Suponha que uma estrela tenha massa  $M$ , a outra tenha massa  $2M$  e considere  $G$  a constante da gravitação universal. Sabe-se que a distância da estrela de massa  $M$  em relação ao centro de massa é  $2r$ . Assinale o que for **correto**.

- 01) O módulo da velocidade em relação ao centro de massa é igual para as duas estrelas.
- 02) As estrelas ficam submetidas a uma força de atração gravitacional cujo módulo é igual a  $\frac{2}{9} \frac{GM^2}{r^2}$ .
- 04) A estrela de massa  $2M$  fica submetida a uma força centrípeta cujo módulo é igual a  $\frac{(2M)}{r} \left( \frac{2\pi r}{T} \right)^2$ .
- 08) O período de translação  $T$  das estrelas em torno do centro de massa é igual a  $6\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ .
- 16) Em relação a um referencial solidário a uma das estrelas, a outra estrela encontra-se em repouso em relação a ele.

**Questão 15**

Uma corda de náilon de uma guitarra, com densidade linear igual a  $7,2\text{g/m}$ , está sob uma tração de  $72\text{N}$ . Os suportes fixos que mantêm a corda esticada estão a uma distância de  $90\text{cm}$  um do outro. Assinale o que for **correto** sobre as ondas estacionárias (modos de vibração) que podem se formar na corda.

- 01) A onda estacionária pode ser vista como uma superposição de ondas incidentes e refletidas.  
 02) A velocidade das ondas transversais na corda corresponde (em módulo) a  $100\text{m/s}$ .  
 04) Na onda estacionária com dois ventres, o comprimento de onda da vibração na corda é igual a  $0,45\text{m}$ .  
 08) Na onda estacionária com três ventres, a corda vibra em uma frequência de  $(500/3)\text{Hz}$ .  
 16) O comprimento de onda do som emitido pela corda é igual ao comprimento de onda da vibração correspondente na corda, independentemente do modo de vibração.

**Questão 16**

Para analisar o movimento vertical realizado por melancias na água, uma pessoa próxima à beira de uma piscina com água em repouso soltou várias delas em seu interior, de alturas diferentes. Apesar de poderem ter tamanhos distintos, considere que todas as melancias têm a mesma densidade, sendo que ela é menor do que a densidade da água. Assinale o que for **correto**.

- 01) No equilíbrio, algumas melancias podem flutuar na água, e outras não, dependendo de seus tamanhos.  
 02) No equilíbrio, algumas melancias se mantêm submersas, dependendo da altura de que são soltas em relação à superfície da água.  
 04) A velocidade de uma melancia durante sua entrada na água é constante.  
 08) O módulo do empuxo que age sobre uma melancia durante sua entrada na água é variável.  
 16) Quando uma melancia se encontra totalmente imersa na água, a força resultante sobre ela é igual a zero.

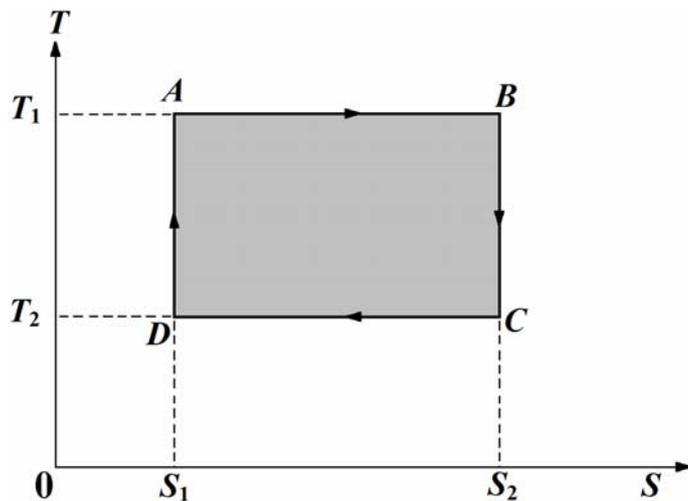
**Questão 17**

Dois discos circulares idênticos, 1 e 2, cada um com massa  $m = 300\text{g}$ , deslocam-se sobre uma superfície horizontal (no plano  $xy$ , sendo  $O$  a origem do sistema de referência) e colidem elasticamente entre si. A velocidade do disco 1 passa de  $1\text{m/s}$  (na direção do eixo  $Ox$ , sentido positivo) antes da colisão para  $1\text{m/s}$  (na direção do eixo  $Oy$ , sentido positivo) depois da colisão. O tempo de contato entre os discos durante a colisão é de  $0,01\text{s}$ . Suponha que as forças de contato, cujos módulos são  $F_{12}$  (que age no disco 1 devido ao impacto com o disco 2) e  $F_{21}$  (que age no disco 2 devido ao impacto com o disco 1), sejam constantes durante a colisão. Despreze as forças de atrito. Assinale o que for **correto**.

- 01)  $F_{12} = F_{21} = 30\sqrt{2}\text{ N}$ .  
 02) O impulso recebido pelo disco 1 é paralelo ao eixo  $y$  e aponta no sentido positivo do eixo.  
 04) A energia cinética total do sistema composto pelos dois discos é a mesma, antes e depois da colisão.  
 08) O disco 2 também recebe um impulso cujo módulo, cuja direção e cujo sentido são iguais aos do impulso recebido pelo disco 1.  
 16) Devido à colisão, o disco 1 recebe um impulso de módulo  $(3\sqrt{2}/10)\text{ N}\cdot\text{s}$ .

**Questão 18**

Considere o diagrama  $TS$  (Temperatura  $\times$  Entropia) de uma transformação cíclica sofrida por um sistema termodinâmico. Durante a transformação  $AB$ , o sistema recebe uma quantidade de calor  $Q_1$  ( $=|Q_1|$ ) e, durante a transformação  $CD$ , o sistema perde uma quantidade de calor  $Q_2$  ( $=-|Q_2|$ ). Sabe-se que, se a entropia  $S$  permanece constante ao longo de um processo, ele é adiabático. Sabe-se também que, ao trocar calor  $Q$  a uma temperatura  $T$  constante (na escala kelvin), a variação de entropia de um sistema,  $\Delta S$ , é dada por  $\Delta S = \frac{Q}{T}$ . Em geral, convencionou-se  $Q > 0$  quando o sistema recebe calor e  $Q < 0$  quando o sistema perde calor. Assinale o que for **correto**.



- 01) Os lados  $AB$  e  $CD$  do retângulo no diagrama  $TS$  representam transformações isotérmicas.
- 02) Os lados  $BC$  e  $DA$  do retângulo no diagrama  $TS$  representam transformações em que não há trocas de calor.
- 04) O diagrama  $TS$  na forma de retângulo  $ABCD$  representa uma máquina térmica operando em um ciclo de Carnot.
- 08) O trabalho realizado pelo sistema durante o ciclo é igual a  $Q_1 + Q_2$ .
- 16) Sabendo-se que a variação de entropia para uma transformação cíclica é igual a 0 (zero), então conclui-se que  $\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0$ .

**Questão 19**

Assinale a(s) alternativa(s) em que a unidade mencionada, escrita em termos do quilograma, do metro e do segundo, representa **corretamente** a grandeza física correspondente entre parênteses.

- 01)  $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$  (impulso).
- 02)  $\frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$  (força).
- 04)  $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$  (trabalho).
- 08)  $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$  (potência).
- 16)  $\frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$  (pressão).

**Questão 20**

Em relação aos conceitos de indução eletromagnética e de indutância de um circuito elétrico, assinale o que for **correto**.

- 01) No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida de indutância é o weber (Wb).
- 02) A corrente elétrica em um circuito gera um fluxo magnético diretamente proporcional à intensidade dessa corrente através do próprio circuito.
- 04) A variação temporal da corrente elétrica em um circuito dá origem a uma força eletromotriz induzida nesse mesmo circuito.
- 08) A corrente elétrica induzida em um circuito dá origem a um campo magnético que se opõe à variação do fluxo magnético que atravessa esse circuito.
- 16) A corrente elétrica variável no tempo em um circuito está associada a uma aceleração dos portadores de carga desse circuito.