

## Prova 3 – Física

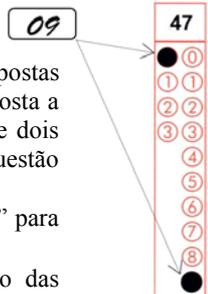
Nº DE ORDEM:

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.
- 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.
- No tempo destinado a esta prova (4 horas), está incluído o de preenchimento da Folha de Respostas.
- 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 – INVERNO 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

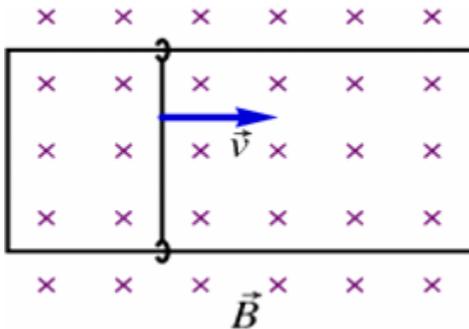
FORMULÁRIO

$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ $v = v_0 + a t$ $v^2 = v_0^2 + 2 a \Delta x$ $x = A \cos (\omega t + \varphi_0)$ $a = -\omega^2 x$ $\vec{F}_R = m \vec{a}$ $\vec{F}_k = -k \vec{x}$ $\vec{P} = m \vec{g}$ $f_{at} = \mu N$ $a_c = \frac{v^2}{r}$ $W = F d \cos \theta$ $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ $E_p = m g h$ $E_p = -G \frac{M m}{d}$ $E_p = \frac{1}{2} k x^2$ $W = \Delta E_c$ $\vec{p} = m \vec{v}$ $\vec{I} = \vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}$ $\tau = \pm F d \sin \theta$ $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$ $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ $v = \omega r$ $\Phi_E = E S \cos \theta$ $\sigma = \frac{\Delta q}{\Delta S}$	$\bar{E}_c = \frac{3}{2} k_B T$ $\rho = \frac{m}{V}$ $p = \frac{F}{A}$ $p = p_0 + \rho g h$ $L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$ $Q = mL$ $pV = nRT$ $Q = mc \Delta T$ $\Phi = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{KA}{L} (T_2 - T_1)$ $\Delta U = Q - W$ $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ $W = p \Delta V$ $\eta = \frac{W}{Q_q}$ $F = qvB \sin \theta$ $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$ $E = K \frac{q}{r^2}$ $\vec{F} = q \vec{E}$ $V = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 r}$ $V = Ed$ $W_{AB} = qV_{AB}$ $i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ $V = Ri$ $R = \rho \frac{L}{A}$ $f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ $v = \sqrt{\frac{B}{d}}$	$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$ $P = Vi = Ri^2 = \frac{V^2}{R}$ $V = \epsilon - ri$ $F = BiL \sin \theta$ $C = k \frac{\epsilon_0 A}{d}$ $C = \frac{q}{\Delta V}$ $U = \frac{1}{2} C (\Delta V)^2$ $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$ $B = \mu_0 ni$ $\Phi_B = BS \cos \theta$ $\Phi_B = Li$ $U_B = \frac{1}{2} Li^2$ $\epsilon = -\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$ $n = \frac{c}{v}$ $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ $\frac{1}{f} = \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$ $m = -\frac{p'}{p}$ $V = \frac{1}{f}$ $V_{eq} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$ $v = \lambda f$ $E = hf$ $E = mc^2$ $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	$T^2 = kr^3$ $C = mc$ $T = \frac{1}{f}$ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ $\omega = 2\pi f$ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $f = f_0 \left( \frac{v \pm v_R}{v \mp v_f} \right)$ <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

Considere uma haste metálica, livre para se movimentar, apoiada sobre um fio condutor metálico fixo dobrado em forma de U. Esse conjunto forma uma espira retangular, cuja área varia conforme o deslocamento da haste. Considere que essa espira assim formada está imersa em uma região onde existe um campo magnético uniforme  $\vec{B}$ , que entra perpendicularmente no plano dessa espira, devido à presença de um ímã. Leve em conta também que a espira está em um plano paralelo à vertical e considere um pequeno intervalo de tempo imediatamente após a haste metálica ser colocada em movimento para a direita com velocidade  $\vec{v}$ , aumentando dessa forma a área da espira. Assinale o que for **correto**.



Fonte: LABAS, M. *Uma proposta de abordagem histórico-experimental da lei de indução eletromagnética de Faraday à luz da teoria da aprendizagem significativa*. Ponta Grossa, 2016. Dissertação (Mestrado). Departamento de Física – Programa de Pós-graduação em Ensino da Universidade Estadual de Ponta Grossa, p. 136.

- 01) Para um observador em repouso em relação ao ímã, elétrons livres no interior da haste começam a se movimentar junto com ela para a direita e, conseqüentemente, passam a sofrer a ação de uma força magnética vertical para baixo devido à presença do campo magnético, dando origem a um movimento de elétrons livres no sentido horário.
- 02) Para um observador em repouso em relação à haste, deve-se considerar a existência de um campo elétrico induzido nessa haste devido à ação do ímã em movimento para a esquerda com velocidade  $-\vec{v}$ , de modo que os elétrons livres passam a sofrer a ação de uma força elétrica vertical para baixo, dando origem a um movimento de elétrons livres no sentido horário.
- 04) De acordo com a lei de indução eletromagnética de Faraday, quando a haste se desloca para a direita, ocorre um aumento do fluxo de campo magnético através da espira, dando origem a uma força eletromotriz que, por sua vez, dá origem a uma corrente elétrica induzida no sentido anti-horário.
- 08) De acordo com a lei de Lenz, se a haste se movimentasse para a esquerda, então não surgiria uma corrente elétrica induzida na espira.
- 16) De acordo com a lei de indução eletromagnética de Faraday, se o campo magnético no qual a espira está imersa for gerado por um dispositivo que o faça variar no tempo, então surgirá uma corrente elétrica induzida na espira, mesmo que a haste permaneça em repouso em relação ao fio condutor em forma de U.

## Questão 02

Em seu trabalho inicial sobre a hipótese da existência dos *quanta* de energia, Einstein escreveu: “De fato, parece-me que as observações da ‘radiação de corpo negro’, fotoluminescência, produção de raios catódicos por luz ultravioleta e outros fenômenos associados à emissão ou transformação da luz podem ser facilmente entendidas se admitirmos que a energia da luz é distribuída de forma descontínua no espaço. De acordo com a hipótese aqui considerada, na propagação de um raio de luz emitido por uma fonte puntiforme, a energia não é continuamente distribuída sobre volumes cada vez maiores de espaço, mas consiste em um número finito de *quanta* de energia, localizados em pontos do espaço que se movem sem se dividir e que podem ser absorvidos ou gerados somente como unidades integrais.” (EINSTEIN, A. Sobre um ponto de vista heurístico a respeito da produção e transformação da luz. *Annalen der Physik*, v. 17, p. 132-148, 1905. In: STACHEL, J. (org.). *O ano miraculoso de Einstein: cinco artigos que mudaram a face da física*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 2001, p. 202). Em relação ao conceito de *quantum* de energia apresentado, assinale o que for **correto**.

- 01) Ao empregar o conceito de *quantum* de energia, Einstein foi capaz de entender melhor apenas o fenômeno conhecido como efeito fotoelétrico.
- 02) O *quantum* de energia é inversamente proporcional ao comprimento de onda da luz emitida por uma fonte puntiforme.
- 04) A constante de proporcionalidade entre a energia e a frequência correspondentes a um *quantum* de luz é a constante de Planck.
- 08) Para que no efeito fotoelétrico ocorra a remoção de um elétron de condução, a energia transferida pelo *quantum* de luz ao elétron do material atingido deve ser maior do que a função trabalho desse material.
- 16) A explicação fornecida por Einstein para o efeito fotoelétrico levou cientistas a reverem o modelo ondulatório da luz vigente até então.

## Questão 03

Em relação às máquinas térmicas, assinale o que for **correto**.

- 01) É impossível realizar um processo cujo único resultado seja remover uma certa quantidade de energia na forma de calor de uma fonte quente e transformá-la em trabalho.
- 02) O rendimento de uma máquina térmica é sempre não negativo e não maior do que 1.
- 04) O ciclo reversível de máximo rendimento operando entre duas fontes térmicas (a temperaturas diferentes) deve necessariamente ser formado por duas isotermas ligadas por duas transformações isobáricas.
- 08) Em uma máquina de Carnot, os trechos do ciclo em que há variação da temperatura do sistema devem ocorrer sem trocas de calor, ou seja, através de processos adiabáticos reversíveis.
- 16) O ciclo de Carnot é um ciclo reversível de máximo rendimento operando entre duas fontes térmicas (a temperaturas diferentes).

**Questão 04**

Em 1785, Charles Augustin de Coulomb propôs a existência de uma força eletrostática  $F_{el}$  para representar a interação entre duas cargas elétricas pontuais. Também propôs a existência de uma força magnetostática  $F_{mag}$  para representar a interação entre ímãs, em cujas extremidades estariam localizados polos magnéticos. Ele considerava a força eletrostática atrativa no caso de uma interação entre cargas elétricas de natureza diferente (carga positiva com carga negativa); e considerava a força eletrostática repulsiva no caso de uma interação entre cargas elétricas de mesma natureza (carga positiva com carga positiva ou carga negativa com carga negativa). Analogamente, Coulomb considerava a força magnetostática atrativa no caso de uma interação entre polos de natureza diferente (polo norte com polo sul); e considerava a força magnetostática repulsiva no caso de uma interação entre polos de mesma natureza (polo norte com polo norte ou polo sul com polo sul). Nesse contexto, suponha que a intensidade da força eletrostática e a intensidade da força magnetostática possam ser representadas, respectivamente, por:

$$F_{el} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \text{e} \quad F_{mag} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{p_1 p_2}{r^2}$$

sendo:

$q_1$ : carga elétrica do corpo eletrizado 1;

$q_2$ : carga elétrica do corpo eletrizado 2;

$p_1$ : intensidade de polo magnético do ímã 1;

$p_2$ : intensidade de polo magnético do ímã 2;

$\epsilon_0$ : permissividade elétrica do vácuo;

$\mu_0$ : permeabilidade magnética do vácuo;

$r$ : distância entre as cargas elétricas pontuais ou distância entre as extremidades de dois ímãs.

Nesse contexto e sabendo que  $c$  representa a velocidade da luz no vácuo, assinale o que for **correto**.

- 01) Embora Coulomb tenha estabelecido uma interação entre o polo de um ímã e o polo de outro ímã, não se tem conhecimento sobre a existência de polos magnéticos isolados.
- 02) Por meio de análise dimensional da equação fornecida para a intensidade da força magnetostática, conclui-se que, no Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida de intensidade de polo magnético pode ser expressa por  $C \frac{m}{s}$ .
- 04) Sendo  $v_1$  e  $v_2$  as respectivas velocidades das cargas  $q_1$  e  $q_2$ , a igualdade  $\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{p_1 p_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 c^2} \frac{q_1 v_1 q_2 v_2}{r^2}$  está dimensionalmente correta.
- 08) As unidades de medida das grandezas envolvidas na força magnetostática são consistentes com a possibilidade de os efeitos magnéticos serem devidos a cargas elétricas em movimento dentro dos ímãs.
- 16) A igualdade  $c = \frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}$  está dimensionalmente correta.

**Questão 05**

Um projétil de massa  $m$  e velocidade  $v$  atinge um bloco de madeira de massa  $49m$  e fica encravado no seu interior. O bloco está inicialmente em repouso sobre uma mesa horizontal lisa de altura  $h > 0$  em relação ao solo. No instante da colisão, a trajetória do projétil é paralela à superfície da mesa. Após a colisão, o sistema formado pelo bloco e pelo projétil cai e toca o solo. Durante a queda, o sistema percorre uma distância horizontal igual a  $d$ . Despreze as forças de atrito e as dimensões do bloco e do projétil. Considere que o módulo da aceleração gravitacional no local do experimento é igual a  $g$ . Sobre o sistema descrito acima, assinale o que for **correto**.

- 01) O módulo do momento linear do projétil imediatamente antes da colisão com o bloco é igual ao módulo do momento linear do sistema imediatamente antes de tocar o solo.
- 02) A energia perdida pelo projétil durante a colisão com o bloco inclui aquelas relacionadas com a deformação do bloco e com o aumento da temperatura na região atingida.
- 04) A velocidade do sistema imediatamente após a colisão é igual a  $v/49$ .
- 08) A razão entre a energia cinética inicial do projétil e a energia cinética do sistema imediatamente após a colisão é igual a 50.
- 16) A velocidade do projétil antes da colisão com o bloco é igual a  $50d\sqrt{g/(2h)}$ .

**Questão 06**

De acordo com o Princípio da Ação e Reação (ou 3ª Lei de Newton), se um corpo A exerce uma força sobre o corpo B, então o corpo B exerce uma força sobre o corpo A, de mesmo módulo, mesma direção, mas de sentido oposto. Sendo assim, força é um conceito utilizado para expressar a interação entre quaisquer pares de corpos. Portanto o número de forças relevantes que atuam em um certo corpo é igual ao número de corpos que interagem de forma relevante com ele. A interação gravitacional de um corpo com objetos próximos a ele ou com astros muito distantes dele são exemplos de forças não relevantes. No caso de dois corpos cujas superfícies sejam duras e ásperas, e estejam comprimidas entre si, costuma-se dizer que a impenetrabilidade mútua ocorre devido à existência de forças trocadas entre eles, que recebem o nome de forças de contato  $\vec{C}$ . Essa interação pode ser melhor compreendida por meio de suas componentes perpendiculares entre si:

$\vec{N}$ : componente normal da força de contato  $\vec{C}$ , ou simplesmente força normal, perpendicular às superfícies em contato que se comprimem;

$\vec{A}$ : componente tangencial da força de contato  $\vec{C}$ , ou simplesmente força de atrito, tangente às superfícies em contato que se comprimem.

No caso geral, a força de contato  $\vec{C}$  é igual à soma vetorial de suas componentes perpendiculares  $\vec{N}$  e  $\vec{A}$ , ou seja,  $\vec{C} = \vec{N} + \vec{A}$ . Considerando as informações fornecidas, assinale o que for **correto**.

- 01) Um corpo em repouso sobre uma superfície plana e horizontal está submetido a duas forças, pois está interagindo de forma relevante com a superfície em que se encontra e com a Terra.
- 02) Um corpo em repouso sobre uma superfície plana e inclinada está submetido a duas forças, pois está interagindo de forma relevante com a superfície em que se encontra e com a Terra.
- 04) Em algumas situações em que a força de atrito pode ser desconsiderada, tem-se que  $\vec{C} = \vec{N}$ .
- 08) No caso de dois corpos cujas superfícies sejam duras e ásperas, sempre que a componente normal da força de contato estiver agindo, necessariamente a componente tangencial dessa força de contato também estará agindo.
- 16) No caso de dois corpos cujas superfícies sejam duras e ásperas, sempre que a componente tangencial da força de contato estiver agindo, necessariamente a componente normal dessa força de contato também estará agindo.

**Questão 07**

Um capacitor de placas circulares planas e paralelas é construído de modo que a distância entre as placas é igual a  $r_0/3$ , em que  $r_0$  é o raio das placas. Com vácuo entre as placas, o capacitor tem capacitância igual a  $C_0$ . Quando o capacitor é ligado aos polos de uma bateria que fornece uma ddp igual a  $V_0$ , ele acumula uma carga igual a  $Q_0$ . Sabendo-se que a permissividade elétrica no vácuo é igual a  $\epsilon_0$  e desconsiderando efeitos de borda, assinale o que for **correto**.

- 01)  $Q_0 = 3\pi r_0^2 V_0$ .
- 02)  $C_0 = b r_0$ , em que  $b$  é uma constante.
- 04)  $C_0 / (\epsilon_0 r_0) > 9$ .
- 08) Se o espaço entre as placas for preenchido completamente por um dielétrico de permissividade igual a  $\epsilon_0(1+k)$ , com  $k > 0$ , e se a ddp for mantida constante, então a energia eletrostática armazenada no capacitor aumentará em  $100k\%$ .
- 16) Quando está plenamente carregado, o capacitor permite a passagem de corrente contínua, comportando-se como um condutor.

**Questão 08**

Considerando três espelhos, um plano (A), um esférico côncavo (B) e um esférico convexo (C), assinale o que for **correto**.

- 01) Para que as imagens dos espelhos B e C sejam nítidas e sem deformações apreciáveis, é recomendável que o ângulo de abertura útil dos espelhos esteja entre  $\pi/2$  e  $3\pi/4$  radianos.
- 02) No espelho C, um raio de luz paralelo ao eixo principal produz um raio refletido que passa pelo foco.
- 04) O espelho A pode ser pensado como um caso limite de um espelho B ou C com raio de curvatura muito grande (tendendo ao infinito).
- 08) Nos espelhos B e C, todo raio de luz que incide em uma direção que passa pelo centro de curvatura reflete sobre si mesmo.
- 16) O espelho C pode fornecer imagens reais ou virtuais, dependendo da posição do objeto em relação ao foco.

**Questão 09**

A imagem de um objeto distante aparece em um anteparo a 25cm de uma lente A, delgada, simétrica, convergente e biconvexa. A mesma lente fornece uma imagem (projetada no anteparo) de uma lâmpada de LED, de modo que o tamanho da imagem é igual a duas vezes o tamanho da lâmpada. Uma lente B, delgada simétrica e convergente, cuja convergência é igual a 6di, é então justaposta à lente A. Nessa situação, o sistema é rearranjado de modo que a imagem da lâmpada projetada no anteparo continua sendo igual a duas vezes o tamanho da lâmpada. O material de que são feitas as lentes tem índice de refração igual a 1,4, e o índice de refração do ar é igual a 1,0. Sobre esse sistema, assinale o que for **correto**.

- 01) A distância entre a lâmpada e sua imagem formada pela lente A é igual a 125cm.  
 02) O raio de curvatura de cada face da lente A é igual a 20cm.  
 04) A distância entre a lâmpada e sua imagem formada pelo sistema de lentes é igual a 45cm.  
 08) A convergência do sistema de lentes é igual a 8,5di.  
 16) Se o experimento fosse realizado dentro da água, a convergência do sistema de lentes continuaria igual, visto que a convergência é uma característica das lentes.

**Questão 10**

No Sistema Solar, o movimento de translação de cada planeta em torno do Sol é afetado pelas forças de atração exercidas pelos demais planetas. Entretanto, essas perturbações são relativamente pequenas, porque a massa do Sol é muito maior que a massa de qualquer planeta. Considere um modelo simplificado de sistema solar em que a Terra e os demais planetas giram em torno do Sol em órbitas circulares, concêntricas e coplanares, tendo o Sol fixo no centro. Considere que  $m$ ,  $m/10$  e  $4m/5$  são as massas da Terra, de Marte e de Vênus, respectivamente. Considere, também, que  $r$ ,  $3r/2$  e  $7r/10$  são os raios das órbitas da Terra, de Marte e de Vênus, respectivamente.  $G$  é a constante da gravitação universal,  $M$  é a massa do Sol ( $M \gg m$ ) e  $F_0$  é o módulo da força de atração gravitacional entre a Terra e o Sol. Considerando o modelo simplificado de Sistema Solar descrito acima e usando a gravitação universal de Newton para estimar as forças entre planetas, assinale o que for **correto**.

- 01) O vetor velocidade de cada planeta não permanece constante ao longo de sua trajetória.  
 02)  $F_0 / G = mM / r^3$ .  
 04) Em módulo, as forças gravitacionais entre Terra e Marte e entre Terra e Vênus são constantes ao longo do tempo.  
 08) O módulo da força gravitacional entre Terra e Marte é menor ou igual a  $[2m/(5M)]F_0$ .  
 16) O módulo da força gravitacional entre Terra e Vênus é menor ou igual a  $[80m/(9M)]F_0$ .

**Questão 11**

Considere o excerto: “O movimento circular é (como todo movimento curvilíneo) uma modificação contínua do movimento retilíneo.” (KANT, I. *Primeiros princípios metafísicos da ciência da natureza*. 1ª edição: 1796. Lisboa: Edições 70, 1990, p. 108). Em relação a movimentos retilíneos e circulares, supondo referenciais inerciais, assinale o que for **correto**.

- 01) Todo corpo persevera em um estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja forçado a mudar o estado em que se encontra por forças impressas sobre ele.  
 02) Ao sofrer a ação de uma força que seja constante, um corpo inicialmente em estado de movimento uniforme em linha reta necessariamente começa a realizar um movimento circular.  
 04) Ao sofrer a ação de uma única força que seja constante, um corpo inicialmente em estado de repouso necessariamente começa a acelerar em linha reta.  
 08) No caso de um movimento circular uniforme, a direção da força resultante varia continuamente com o tempo.  
 16) No caso de um movimento circular e uniforme, o módulo da força centrípeta é igual a zero.

**Questão 12**

Um bloco  $A$  de massa  $m$  está preso a uma mola de constante elástica  $k$  sobre um trilho horizontal sem atrito. A outra extremidade da mola está fixa, de modo que o bloco pode oscilar em torno de sua posição de equilíbrio  $x=0$ . Em um trilho paralelo foi montado um sistema análogo, em que um bloco  $B$  pode oscilar, em torno de  $x=0$ , de modo independente do primeiro. O bloco  $B$  tem massa  $2m$  e está preso a uma mola de constante elástica  $2k$ . Inicialmente, os dois blocos estão em repouso: o bloco  $A$  em  $x=c$  e o bloco  $B$  em  $x=2c$ , com  $c>0$ . O valor de  $c$  não deve ser muito grande a ponto de ultrapassar o limite elástico das molas. Os dois blocos são soltos simultaneamente em  $t=0$ . Considere que  $a$ ,  $T$ ,  $E$  e  $v$  referem-se, respectivamente, ao módulo da aceleração, ao período de oscilação, à energia total (cinética mais potencial) e ao módulo da velocidade dos blocos. Sobre esse sistema, assinale o que for **correto**.

01) Imediatamente após serem soltos,  $a_B = 4a_A$ .

02) O bloco  $B$  passa por  $x=0$  antes que o bloco  $A$  passe.

04)  $T_A = \sqrt{c} T_B$ .

08)  $E_B = 8E_A$ .

16) Em  $x=c/2$ ,  $v_B = \sqrt{5} v_A$ .

**Questão 13**

Um automóvel de 1000kg parte do repouso em uma estrada plana e retilínea e, após 10s de movimento, atinge a velocidade de 90km/h. Considere esse intervalo de tempo, despreze quaisquer forças dissipativas, suponha que o motor do automóvel exerça sobre ele uma força horizontal constante e utilize o Sistema Internacional de Unidades (SI). Assinale o que for **correto**.

01) A equação horária do espaço em função do tempo para esse movimento pode ser representada por  $s(t) = 1,25t^2$ .

02) A equação horária da velocidade em função do tempo para esse movimento pode ser representada por  $v(t) = 2,5t$ .

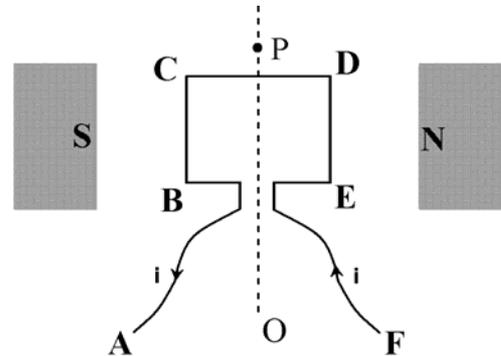
04) A força horizontal e constante exercida pelo motor foi de 2500N.

08) O trabalho realizado pela força do motor foi maior do que 300kJ.

16) A potência média do motor durante a aceleração do automóvel foi menor do que 30kW.

**Questão 14**

Considere uma espira retangular BCDE situada em um plano paralelo a uma vertical OP, que se encontra entre os polos norte (N) e sul (S) de um ímã em forma de ferradura. Visto de cima, observam-se, em primeiro plano, da esquerda para a direita, o polo S do ímã, o vértice C da espira, o ponto P, o vértice D da espira e o polo N do ímã. Considere que as extremidades A e F do fio constituinte da espira são ligadas a uma bateria, de modo que a corrente elétrica se estabelece no sentido FEDCBA. Considere também que as linhas do campo magnético são retilíneas e ortogonais à vertical OP. Assinale o que for **correto**.



Adaptado de: LUZ A. M. R. da; ÁLVARES, B. A. *Curso de física*. Volume 3. São Paulo: Scipione, 2010, p. 215.

01) Vista de cima, no sentido de P para O, a espira é forçada a girar no sentido anti-horário.

02) O ramo CD da espira não fica submetido a uma força magnética.

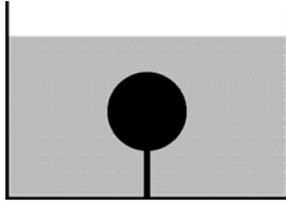
04) Se a espira estiver livre para girar, ela atingirá uma posição de equilíbrio após sofrer algumas oscilações de amplitudes cada vez menores em torno da linha vertical OP.

08) Quanto à tendência de rotação, o fenômeno observado será o mesmo, caso ocorram simultaneamente a troca de posição entre os polos N e S e a inversão do sentido da corrente elétrica.

16) O princípio de funcionamento dos motores elétricos baseia-se no fato de uma espira condutora de eletricidade tender a girar ao ser imersa em uma região onde existe campo magnético.

**Questão 15**

Considere uma esfera em repouso, de volume igual a  $0,5L$ , imersa em água por meio de um fio ideal preso ao fundo de um recipiente (conforme figura). Supondo que a esfera seja feita de um único material, podendo eventualmente ser oca na sua parte central, assinale o que for **correto**.



- 01) Se o fio está tracionado e a densidade do material constituinte da esfera é maior do que a densidade da água, então necessariamente a esfera é oca.
- 02) Se o fio está tracionado e a densidade do material constituinte da esfera é menor do que a densidade da água, então necessariamente a esfera é maciça.
- 04) Supondo que  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e que a densidade do material constituinte de uma esfera maciça seja igual a  $0,2 \text{ kg/L}$ , então o módulo da força de tração a que o fio fica submetido é igual a  $4 \text{ N}$ .
- 08) O empuxo a que a esfera fica submetida na situação de imersão total independe de a esfera ser oca ou maciça.
- 16) O empuxo a que a esfera fica submetida na situação de imersão total independe do valor da densidade do material constituinte da esfera.

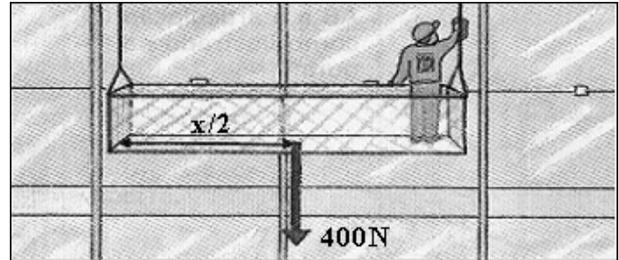
**Questão 16**

Um fio de nylon, cuja extremidade esquerda está fixa em um suporte, passa por uma roldana de massa desprezível à direita e está amarrado a um bloco de massa  $M$  que está pendurado, proporcionando uma tensão no fio. A parte horizontal do fio, entre a extremidade fixa e o ponto em que toca a roldana, tem comprimento  $l$  e massa  $m$ , com  $m \ll M$ . Nesse experimento, em que as variáveis são representadas pelo conjunto  $A = \{M, l, m\}$ , um pulso ondulatório se propaga na parte horizontal do fio com velocidade, em módulo, igual a  $v$ . Se o experimento for realizado com novas variáveis, representadas pelo conjunto  $A' = \{M', l', m'\}$ , o módulo da velocidade do pulso passa a ser igual a  $v'$ . Sobre esse sistema, assinale o que for **correto**.

- 01) Se  $A' = \{M, l, 2m\}$ ,  $v' = v/2$ .
- 02) Se  $A' = \{9M, l, m\}$ ,  $v' = 3\sqrt{3}v$ .
- 04) Se  $A' = \{9M, l, 2m\}$ ,  $v' = (3\sqrt{2}/2)v$ .
- 08) Se  $A' = \{9M, l, 9m\}$ ,  $v' = v$ .
- 16) Se  $A' = \{M, 2l, m\}$ ,  $v' = v$ .

**Questão 17**

Uma pessoa limpa vidros da fachada externa de um prédio de dentro de um andaime homogêneo de  $40 \text{ kg}$ , que se encontra suspenso por dois cabos de sustentação amarrados em suas extremidades. Sabendo que cada cabo pode suportar uma tração máxima de  $1000 \text{ N}$  e que a posição da pessoa (com equipamentos na cintura) sobre o andaime pode ser representada por um ponto sobre um seguimento de reta horizontal que une os dois cabos, assinale o que for **correto**. Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



Fonte: GONÇALVES FILHO, A; TOSCANO, C. *Física e realidade*. Volume 1 – Mecânica. São Paulo: Scipione, 1997, p. 180.

- 01) Um dos cabos fica submetido à tração máxima quando a pessoa (com equipamentos na cintura) se encontra o mais próximo possível dele.
- 02) Os cabos ficam submetidos à tração máxima quando a pessoa (com equipamentos na cintura) se encontra no centro do andaime.
- 04) O peso máximo da pessoa (com equipamentos na cintura) para que ela trabalhe em segurança é de  $800 \text{ N}$ .
- 08) Para que o sistema permaneça em equilíbrio estático, é necessário e suficiente que a resultante das forças que atuam no andaime seja igual a zero.
- 16) Para que o sistema permaneça em equilíbrio estático, é necessário que a resultante dos momentos das forças que atuam no andaime seja igual a zero.

**Questão 18**

A malha externa de um circuito elétrico é representada esquematicamente por um retângulo de vértices ABCD orientados no sentido horário. O segmento de reta EF divide o retângulo ao meio. No ramo da esquerda (EADF), um gerador de fem  $\varepsilon_1$  está ligado em série a um resistor  $R_1$ . No ramo da direita (EBCF), um gerador de fem  $\varepsilon_2$  está ligado em série a um resistor  $R_2$ . No ramo central (EF) há um resistor  $R_3$ . Os terminais negativos dos geradores estão ligados entre si e ao resistor  $R_3$ . Despreze a resistência interna dos geradores e faça  $R_1 = 10\Omega$ ,  $R_2 = 20\Omega$ ,  $R_3 = 30\Omega$  e  $\varepsilon_2 = 10\text{V}$ . Assinale o que for **correto**.

- 01) A corrente que passa em  $R_2$  não pode ser nula, pois há um gerador no mesmo ramo.  
 02) A corrente que passa em  $R_1$  será nula se  $\varepsilon_1 = 6\text{V}$ .  
 04) A corrente que passa em  $R_3$  será nula se  $\varepsilon_1 = (13/5)\text{V}$ .  
 08) Se  $\varepsilon_1 = (35/4)\text{V}$ , a corrente que passa em  $R_1$  e a corrente que passa em  $R_2$  terão em módulo a mesma intensidade.  
 16) Em módulo, se  $\varepsilon_1 = 10\text{V}$ , a corrente que passa em  $R_2$  será igual à metade da corrente que passa em  $R_1$ .

**Questão 19**

Uma bobina circular de 100 espiras tem  $10/\sqrt{\pi}\text{cm}$  de raio e resistência elétrica igual a  $30\Omega$ . A bobina está fixa em uma região na qual existe um campo magnético de intensidade  $B > 0$  na direção do eixo z positivo, perpendicular à face da bobina. Nessas condições, variações temporais de  $B$  são diretamente proporcionais às variações temporais do fluxo magnético  $\Phi$  que atravessa a bobina:  $\Delta B = \Delta\Phi/(NA)$ , em que  $N$  é o número de espiras e  $A$  é a área da face da bobina. Sobre esse sistema, assinale o que for **correto**.

- 01) Em módulo, para se obter uma corrente induzida média de  $1\text{mA}$ ,  $B$  deve variar em uma taxa de  $0,03\text{T/s}$ .  
 02) Se  $B$  passa de  $0,5\text{T}$  para  $0\text{T}$  em  $0,2\text{s}$ , o módulo da fem induzida média na bobina é igual a  $2\text{V}$ .  
 04) Quando  $B$  sofre uma variação temporal negativa  $\Delta B < 0$ , surge um campo magnético (devido à corrente induzida) cuja direção e sentido, no centro da bobina, correspondem à direção e ao sentido do eixo z positivo.  
 08) Se  $B$  é constante no tempo, há uma corrente induzida na bobina que também é constante e diferente de zero.  
 16) Se a bobina pudesse ser girada de  $0,5\pi\text{rad}$  em torno do seu diâmetro em  $0,1\text{s}$ , com  $B = 0,6\text{T}$  (constante) durante o período da rotação, o módulo da corrente induzida média seria igual a  $200\text{mA}$ .

**Questão 20**

Certa quantidade de gás ideal, inicialmente à pressão  $P_0$  e à temperatura  $T_0$ , passa por um processo de compressão adiabático. Durante esse processo, a pressão  $p$  e o volume  $V$  do gás variam de modo que o produto  $pV\sqrt{V}$  permanece constante e o volume do gás passa de  $V_0$  para  $V_0/3$ . Sobre esse processo, assinale o que for **correto**.

- 01) O aumento da energia interna do gás corresponde ao calor absorvido durante a compressão.  
 02) O calor absorvido pelo gás é igual ao trabalho realizado sobre ele durante a compressão.  
 04) O trabalho realizado sobre o gás é proporcional à variação de sua temperatura.  
 08) A temperatura final do gás é igual a  $\sqrt{3}T_0$ .  
 16) A pressão final do gás é igual a  $3\sqrt{3}P_0$ .