

## Prova 3 – Física

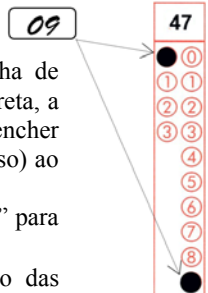
Nº DE ORDEM:

Nº DE INSCRIÇÃO:

NOME DO CANDIDATO:

### INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA

1. Confira os campos Nº DE ORDEM, Nº DE INSCRIÇÃO e NOME DO CANDIDATO, que constam na etiqueta fixada em sua carteira.
2. Confira se o número do gabarito deste caderno corresponde ao número constante na etiqueta fixada em sua carteira. Se houver divergência, avise imediatamente o fiscal.
3. **É proibido folhear o Caderno de Questões antes do sinal, às 9 horas.**
4. Após o sinal, confira se este caderno contém 40 questões objetivas e/ou algum defeito de impressão/encadernação. Qualquer problema avise imediatamente o fiscal.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. No tempo destinado a esta prova (4 horas), está incluído o de preenchimento da Folha de Respostas.
9. 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 (soma, no exemplo, das alternativas corretas, 01 e 08).
10. **ATENÇÃO:** Não rabisque nem faça anotações sobre o código de barras da Folha de Respostas. Mantenha-o “limpo” para leitura óptica eficiente e segura.
11. 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.
12. 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.
13. A desobediência a qualquer uma das determinações dos fiscais poderá implicar a anulação da sua prova.
14. 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 2016

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

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

## FÍSICA

### Questão 01

Variando a diferença de potencial elétrico  $U$  (em volt) aplicada a um dispositivo e medindo a intensidade de corrente elétrica  $i$  (em ampère) que o atravessa, obtemos os resultados mostrados no quadro abaixo:

$U$ (V)	0	15	50	90	130	170
$i$ (A)	0	1/4	1/2	3/4	1	5/4

Sabemos que a resistência elétrica deste condutor mede  $40 \Omega$  quando  $i = 0$  A. Sobre as propriedades elétricas deste condutor, assinale o que for **correto**.

- 01) A resistência elétrica do condutor aumenta linearmente com a corrente aplicada.
- 02) A resistência do condutor, quando a corrente que o atravessa é 1 A, vale  $130 \Omega$ .
- 04) Num gráfico de  $U$  versus  $i$ , a resistência em cada ponto será numericamente igual ao coeficiente angular da reta que passa pela origem e pelo ponto considerado.
- 08) O condutor dissipa energia numa taxa de 21 W (watts) quando  $i = 1/2$  A.
- 16) O condutor é ôhmico.

### Questão 02

Na Física Clássica, costuma-se classificar os referenciais em dois tipos: os inerciais e os não inerciais. Em relação aos referenciais não inerciais, considerando a análise a partir de um referencial inercial, é **correto** afirmar que

- 01) incluem-se entre eles aqueles que se encontram com aceleração constante.
- 02) um referencial em movimento circular uniforme é um referencial não inercial.
- 04) o princípio da inércia, ou primeira lei de Newton da mecânica, não é válido em referenciais não inerciais devido à presença de forças fictícias.
- 08) a força centrífuga só aparece em referenciais em movimento circular não uniforme.
- 16) um corpo movimentando-se em relação a um referencial em rotação uniforme fica sujeito à força centrífuga e à força de Coriolis.

### Questão 03

Uma bola de polo aquático, com volume de  $6 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  e densidade  $200/3 \text{ kg/m}^3$ , encontra-se presa por meio de um fio de massa desprezível ao fundo de uma piscina. Nesta situação, três forças atuam na bola: a força peso, o empuxo e a tensão na corda. Os módulos destas forças são, respectivamente,  $P$ ,  $E$  e  $T$ . Ao cortar-se o fio, a bola sobe com uma aceleração inicial  $a$  em  $\text{m/s}^2$ . Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Sobre este sistema, assinale o que for **correto**.

- 01)  $T$  é 15 vezes maior que  $P$ .
- 02)  $E$  é 14 vezes maior que  $P$ .
- 04) A aceleração inicial  $a$  é 13 vezes maior que  $g$ .
- 08) Se a densidade da bola fosse duplicada, mantendo-se o mesmo volume,  $a$  seria  $13/2$  vezes maior que  $g$ .
- 16) A bola se desloca ao longo de sua trajetória sob a ação de apenas duas forças:  $P$  e  $E$ .

**Questão 04**

Uma corda de violão de 64 cm de comprimento está afinada de tal forma que  $F/\mu = 251^2 \text{ N} \cdot \text{m}/\text{kg}$ , sendo  $F$  a tração na corda e  $\mu$  sua densidade linear de massa. Sabendo que um músico produz vibrações nesta corda no modo fundamental, assinale o que for **correto**.

- 01) A corda vibra numa frequência  $f \approx 196,1 \text{ Hz}$  (sabe-se que 196 Hz corresponde a uma nota *sol*).
- 02) Se a porção vibrante da corda for reduzida para 57 cm, a corda passará a vibrar numa frequência  $f \approx 220,2 \text{ Hz}$  (sabe-se que 220 Hz corresponde a uma nota *lá*).
- 04) A velocidade de propagação da onda transversal na corda é maior que a velocidade do som no ar (considere que  $v_{\text{som}} = 340 \text{ m/s}$ ).
- 08) O som é uma onda mecânica transversal e tridimensional.
- 16) A velocidade do som no ar não depende da temperatura.

**Questão 05**

Em um laboratório de Física, duas esferas metálicas de tamanhos diferentes estão penduradas por fios isolantes, sem terem contato entre si (despreze a atração eletrostática entre elas). A esfera 1 tem raio  $r_1$  e está carregada com uma carga  $q_1$ . A esfera 2 tem raio  $r_2$  e está descarregada. As duas esferas são, então, conectadas por meio de um fio condutor de resistência desprezível (a presença de carga no fio também é desprezível). Após a conexão, as esferas passam a ter cargas  $q_1^*$  e  $q_2^*$ , respectivamente.  $V_1$  é o potencial elétrico da esfera 1 na situação inicial.  $V_1^*$  e  $V_2^*$  são os potenciais das esferas 1 e 2, respectivamente, após a conexão. Sobre a carga elétrica e o potencial elétrico das esferas, antes e depois da conexão, assinale o que for **correto**.

- 01)  $V_1 = V_1^* + V_2^*$ .
- 02)  $q_1^* = q_2^*$ .
- 04)  $q_2^*/q_1^* = r_2/r_1$ .
- 08)  $q_1^* + q_2^* = q_1$ .
- 16)  $V_1^* = V_2^*$ .

**Questão 06**

Sobre processos envolvendo um gás ideal, assinale o que for **correto**.

- 01) Numa expansão isobárica, a quantidade de calor recebida é maior que o trabalho realizado.
- 02) Numa transformação isotérmica, o calor trocado pelo gás com o meio exterior é igual ao trabalho realizado no mesmo processo.
- 04) Numa transformação isocórica, a variação da energia interna do gás é igual à quantidade de calor trocada com o meio exterior.
- 08) Num processo adiabático, a variação da energia interna é igual em módulo e de sinal contrário ao calor trocado com o meio exterior.
- 16) A pressão  $P$  e o volume  $V$  do gás, num processo isotérmico, relacionam-se pela lei  $PV^\gamma = c$ , sendo  $c$  uma constante e  $\gamma > 1$ .

**Questão 07**

Uma prática extremamente perigosa usada para obter ilegalmente energia elétrica consiste em uma espira colocada próxima a uma linha de transmissão de corrente elétrica alternada de alta voltagem. Nas extremidades do fio que forma a espira pode ser ligada uma lâmpada, que acaba acendendo. Em relação a este fenômeno, e supondo que o circuito que contenha a espira é fechado, pode-se afirmar que

- 01) de acordo com a lei de indução eletromagnética de Faraday, ao redor dos fios da linha de transmissão existe um campo magnético variável que, ao atravessar a espira, dá origem a uma corrente elétrica induzida no fio que forma a espira.
- 02) o tamanho da espira não pode influenciar na intensidade da corrente elétrica induzida que surge no fio que forma a espira.
- 04) se a corrente elétrica nos fios da linha de transmissão fosse contínua, então a corrente elétrica induzida no fio da espira deixaria de existir, caso ela permanecesse em repouso em relação aos fios da linha de transmissão.
- 08) a corrente elétrica induzida é devida a uma força eletromotriz induzida.
- 16) a lei de indução eletromagnética de Faraday relaciona variação de fluxo de campo elétrico com surgimento de campo magnético.

**Questão 08**

A atmosfera da Terra é uma fina camada de gases que possui cerca de 480 km de espessura circundando o nosso planeta. Não existe lugar definido onde podemos dizer que a atmosfera da Terra termina. Por ser uma distribuição gasosa, à medida que nos afastamos da superfície do planeta, a atmosfera vai se tornando cada vez mais rarefeita até que não seja mais possível diferenciá-la do espaço interplanetário. No entanto, pode-se considerar que sua maior parte esteja situada numa região até 16 km de altura medida a partir do nível do mar. De acordo com o experimento de Torricelli, se a coluna de ar se equilibra com uma coluna de mercúrio, o peso delas por unidade de área, ou seja, a pressão exercida pelas colunas em suas bases deve ser a mesma. Considere a densidade do mercúrio igual a  $13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , a densidade da água igual a  $1,00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  e  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Sabendo-se que o experimento de Torricelli é utilizado para medir pressão atmosférica, pode-se afirmar que

- 01) a altura da coluna de mercúrio que o ar conseguiria equilibrar seria de 1,60 m, caso ele fosse considerado uma distribuição gasosa homogênea com densidade constante de  $1,36 \text{ kg/m}^3$  e a altura da coluna de ar fosse de 16,0 km.
- 02) dizer que a pressão atmosférica ao nível do mar é de 760 mmHg significa dizer que uma coluna de ar consegue se equilibrar com 0,760 m de coluna de mercúrio.
- 04) se a pressão atmosférica ao nível do mar é de 760 mmHg, então o experimento de Torricelli realizado neste local mostrará que uma coluna de ar consegue se equilibrar com 10,3 m de coluna de água.
- 08) se uma coluna de ar se equilibra com 0,600 m de coluna de mercúrio, pode-se dizer que a pressão atmosférica é de 600 mmHg no local em que foi realizado o experimento.
- 16) a altura da coluna de um determinado líquido com a qual a coluna de ar consegue se equilibrar é diretamente proporcional à densidade do líquido.

**Questão 09**

Resistores são elementos cujas funções incluem dissipar energia elétrica na forma de energia térmica e limitar a intensidade da corrente elétrica no circuito. A principal propriedade elétrica de um resistor é sua resistência elétrica  $R$ , uma grandeza que está relacionada à resistividade  $\rho$  do material que o constitui. Em geral, a resistividade de um material varia com sua temperatura  $T$ . Para variações de temperatura suficientemente pequenas, podemos considerar que  $\rho = a + bT$ , com  $a$  e  $b$  constantes. Sobre as relações entre resistência, resistividade e temperatura, assinale o que for **correto**.

- 01) Para variações de temperatura suficientemente pequenas,  $R \propto T^{-1}$ .
- 02) A constante  $b$  representa a diferença entre a resistividade do material à temperatura  $T_0$  e o produto entre  $a$  e  $T_0$ .
- 04) A constante  $b$  depende da natureza do material e pode ser positiva ou negativa.
- 08) Algumas ligas metálicas, como o *constantan*, apresentam valores de  $b$  menores do que os valores tipicamente medidos nos metais puros.
- 16) Nos metais puros  $b > 0$ , enquanto que em outras substâncias, como o carbono,  $b < 0$ .

**Questão 10**

Um automóvel de 1000 kg desloca-se em linha reta ao longo de uma estrada, inicialmente com velocidade constante. Assim que o veículo passa por um radar, mede-se sua posição  $x$  em metros (em relação ao radar) em função do tempo  $t$  em segundos, conforme o quadro abaixo.

$t$ (s)	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$x$ (m)	12,0	24,0	35,1	44,4	51,9	57,6

Exatamente 2,0 segundos depois de passar pelo radar, o motorista freia seu veículo de modo que o módulo da aceleração permanece constante até o automóvel parar. Sobre o movimento do automóvel, assinale o que for **correto**.

- 01) No instante  $t = 16/3$  s, o momento linear do veículo vale metade do seu momento linear ao passar pelo radar.
- 02) Durante o intervalo de tempo compreendido entre  $t = 38/9$  s e  $t = 53/9$  s, o veículo perde 19,5 kJ de energia cinética.
- 04) O veículo para menos de 9 s após passar pelo radar.
- 08) O veículo para a uma distância de 63,2 m do radar.
- 16) Se o módulo de sua aceleração fosse 50% maior, o automóvel poderia parar menos de 6 s após passar pelo radar.

**Questão 11**

O livro *Óptica*, de Isaac Newton, apresenta experimentos que tratam da decomposição da luz branca usando prismas. Sobre um prisma de vidro colocado no ar, sendo atravessado por raios luminosos, assinale o que for **correto**.

- 01) O desvio do raio luminoso produzido por um prisma depende de pelo menos três fatores: o ângulo de incidência do feixe na primeira face, o ângulo de refração do prisma e o índice de refração do vidro.
- 02) Quando um feixe de luz branca incide sobre um prisma, a cor vermelha é a que menos sofre desvio enquanto a violeta é a que apresenta maior desvio.
- 04) O índice de refração do vidro não depende da frequência da luz que o atravessa.
- 08) Quando a luz passa de um meio menos refringente (o ar) para um meio mais refringente (o vidro), o raio luminoso se aproxima da normal.
- 16) O índice de refração de um meio indica quantas vezes a velocidade da luz (no vácuo) é maior que a velocidade da luz no meio.

**Questão 12**

Num laboratório de óptica, uma vela acesa (o objeto), uma lente convergente e uma tela estão alinhadas sobre uma bancada. A distância entre o objeto e a tela é de 2 m. A lente fornece uma imagem, quatro vezes maior que a vela, projetada na tela. Sobre este sistema, assinale o que for **correto**.

- 01) A imagem projetada é real e direita (não invertida).
- 02) A distância focal da lente mede 0,27 m.
- 04) Se a lente for movimentada entre a vela e a tela, uma nova imagem nítida será projetada na tela quando a lente estiver a 1,43 m do objeto.
- 08) A nova imagem nítida, obtida movimentando-se a lente, é real, invertida e quatro vezes menor que o objeto.
- 16) A vergência da lente é negativa, sendo dada por  $-3,7$  di.

**Questão 13**

Um pequeno objeto de massa  $m = 5,0 \times 10^{-2}$  kg está preso a uma mola e oscila em torno da posição de equilíbrio com movimento harmônico simples (MHS). Considere que o movimento ocorre ao longo do eixo  $x$  (com o eixo  $Ox$  orientado para a direita), e que a posição do objeto em função do tempo é dada por  $x = A \cos(\omega t + \alpha)$ , com  $A$ ,  $\omega$  e  $\alpha$  constantes. Considere que a energia mecânica do sistema é constante e igual a  $44,1 \times 10^{-4}$  J, e que a constante da mola é  $k = 2,0 \times 10^{-1}$  N/m. Sobre este sistema, assinale o que for **correto**.

- 01) Se a fase  $\alpha$  do movimento é  $\pi$  rad, então no instante  $t = 0$  s o objeto está na posição extrema à esquerda, em que a compressão da mola é máxima.
- 02) O valor máximo do módulo da aceleração do objeto, que ocorre nos pontos mais distantes de sua posição de equilíbrio, vale  $7,7 \times 10^{-1}$  m/s<sup>2</sup>.
- 04) O valor máximo do módulo do momento linear do objeto, que ocorre na posição de equilíbrio, vale  $1,9 \times 10^{-2}$  kg·m/s.
- 08) A amplitude da oscilação, que depende da energia mecânica, vale  $2,1 \times 10^{-1}$  m.
- 16) O objeto demora  $2\pi$  s para percorrer uma oscilação completa.

**Questão 14**

Max Planck (1858-1947) é considerado o pai da Mecânica Quântica. Ele conseguiu propor uma solução para um problema popular entre os físicos de sua época, que dizia respeito ao cálculo da intensidade da radiação em função das frequências emitidas por materiais bastante aquecidos. Como sabemos, qualquer metal, quando aquecido a temperaturas muito elevadas, fica incandescente, emitindo, portanto, luz, ou seja, radiação eletromagnética. Tratava-se de um problema que envolvia a interação entre a matéria (no caso, os metais) e a radiação (no caso, a luz emitida). Diversos físicos dedicaram-se a solucionar esse problema sem êxito. As previsões oferecidas pela Física Clássica conhecida até aquela época não coincidiam com os resultados experimentais. Planck conseguiu equacionar o problema obtendo o que hoje chamamos de “Lei de Planck da Radiação de Corpo Negro”, usando como hipótese uma ideia inusitada. Ele considerou que a emissão de energia pelos corpos irradiantes era composta de pequenos “grãos”, cujo valor poderia ser obtido pela expressão  $E = hf$ , sendo  $E$  a energia de cada grão,  $f$  a frequência da radiação e  $h$  uma constante física introduzida pelo próprio Planck, conhecida hoje como *constante de Planck*. No Sistema Internacional de Unidades (SI),  $h = 6,6 \times 10^{-34}$  kg·m<sup>2</sup>/s, com dois algarismos significativos. Assinale o que for **correto**.

- 01) A unidade de medida da constante de Planck é J/s, a mesma unidade de medida de potência.
- 02) A constante de Planck, com dois algarismos significativos, é equivalente a  $h = 4,0 \times 10^{-25}$  g·cm<sup>2</sup>/min.
- 04) A unidade de medida de energia no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o joule que, escrita em função das unidades básicas, é dada por kg·m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>.
- 08) Dizer que a frequência da radiação térmica é de  $4 \times 10^{14}$  hertz (Hz) significa dizer que ela oscila 400 trilhões de vezes por segundo.
- 16) De acordo com a Física Moderna, todo tipo de radiação eletromagnética pode ser interpretado como sendo formado por pacotes de energia, sendo que a energia de cada pacote é dada pelo produto entre a *constante de Planck* e a frequência da radiação considerada.



**Questão 15**

Funções horárias da Cinemática Escalar podem ser consideradas em quaisquer instantes de tempo, seja ele do passado ( $t < 0$ ), do presente ( $t = 0$ ) ou do futuro ( $t > 0$ ). Sendo assim, pode-se dizer que a função horária  $x_A = t^2$  representa as posições ocupadas por um ponto material A que se movimenta do infinito em direção à origem do sistema de referência adotado em movimento uniformemente retardado. Ao atingir a origem no instante  $t = 0$ , ele inverte o sentido de seu movimento e retorna para o infinito em movimento uniformemente acelerado. A função horária  $x_B = 10t$  representa as posições ocupadas por um ponto material B que se encontra sempre em movimento uniforme com velocidade constante, deslocando-se do menos infinito em direção à origem do mesmo sistema de referência adotado anteriormente. Ao passar pela origem no instante  $t = 0$ , ele mantém o seu movimento uniforme em direção ao infinito. Supondo que as funções horárias estejam expressas no Sistema Internacional de Unidades (SI), pode-se afirmar que

- 01) a aceleração escalar do ponto material A é de  $1 \text{ m/s}^2$ .
- 02) a velocidade escalar do ponto material B é de  $10 \text{ m/s}$ .
- 04) os dois pontos materiais se encontram em dois instantes de tempo diferentes, ou seja, na origem no instante  $t = 0 \text{ s}$  e na posição  $x = 100 \text{ m}$  no instante  $t = 10 \text{ s}$ .
- 08) a velocidade escalar dos dois pontos materiais será a mesma no instante  $t = 5 \text{ s}$ .
- 16) Os dois pontos materiais encontram-se separados por uma distância de  $24 \text{ m}$  em quatro instantes de tempo diferentes.

**Questão 16**

O escritor francês Júlio Verne (1828-1905) publicou um romance de ficção científica chamado *Da Terra à Lua* em 1865. Nessa história, dois estadunidenses e um francês fazem planos para atingir a Lua, encerrando-se dentro de um projétil a ser lançado por um gigantesco canhão. Em 1869, ele publicou a continuação desse livro, à qual intitulou *Ao redor da Lua*, onde é descrita a viagem à Lua propriamente dita. Considere o texto abaixo:

“[...] desde o momento em que tinham largado a Terra, tanto o peso deles como o da bala e de todos os objetos vinham diminuindo progressivamente. Era uma consequência das leis da gravitação. O projétil, à medida que se afastava da Terra, tinha diminuída a atração terrestre na razão inversa do quadrado das distâncias, mas via crescida, em compensação, a atração lunar segundo a mesma lei. Haveria de chegar a um ponto no qual, neutralizando-se as duas atrações, a bala não pesaria mais.

Nesse ponto, um corpo qualquer, que não contivesse em si próprio uma causa de velocidade, haveria de ficar lá eternamente imóvel, por ser igualmente atraído pelos dois astros e nada haver que o impelisse mais num sentido do que no outro.

Que aconteceria então? Uma das três seguintes hipóteses: o projétil, caso conservasse ainda certa velocidade e transpusesse o ponto de igual atração, haveria de cair para a Lua, em virtude do excesso de atração lunar sobre a atração terrestre. Ou, caso lhe faltasse velocidade bastante para atingir o ponto de igual atração, haveria de voltar para a Terra, em virtude do excesso de atração terrestre sobre a atração lunar. Finalmente, caso fosse animado de velocidade bastante para atingir o ponto neutro, mas insuficiente para ultrapassá-lo, haveria de ficar eternamente suspenso naquele lugar, como o túmulo de Maomé.” (VERNE, J. *Viagem ao redor da Lua*. Recontado por Paulo Mendes Campos. Rio de Janeiro: Edições de Ouro, 1971, p. 107 e 108).

Em relação aos princípios da Física envolvidos no texto citado e desconsiderando os efeitos dos movimentos de translação da Terra e da Lua (considere a massa da Terra igual a 81 vezes a massa da Lua e a razão massa/raio da Terra igual a 22 vezes a razão massa/raio da Lua), é **correto** afirmar que

- 01) o ponto do espaço em que o projétil não pesaria mais, devido ao equilíbrio entre as forças de atração da Terra e as da Lua, fica no meio da distância entre os dois astros.
- 02) para encontrar o ponto do espaço em que a força de atração da Terra se equilibra com a força de atração da Lua sobre o projétil, é necessário saber a distância entre a Terra e a Lua e a razão entre as massas dos dois astros.
- 04) para encontrar o ponto do espaço em que a força de atração da Terra se equilibra com a força de atração da Lua sobre o projétil, é necessário saber a massa do projétil.
- 08) a velocidade de escape do planeta Terra pode ser calculada utilizando-se o princípio da conservação da energia mecânica.
- 16) a velocidade de escape da Terra é maior do que a velocidade de escape da Lua.

**Questão 17**

Na obra infantil *Viagem ao céu*, publicada em 1932 pelo escritor brasileiro Monteiro Lobato (1882-1948), Pedrinho, Narizinho e Emília se encantam com as explicações astronômicas de Dona Benta e planejam uma aventura pelo espaço, utilizando-se do maravilhoso pó de pirlimpimpim, substância mágica que, ao ser aspirado, permite que sejam feitas viagens para qualquer lugar que se imagine. Em uma das passagens desse livro, pode-se ler o seguinte comentário feito pelo personagem Pedrinho:

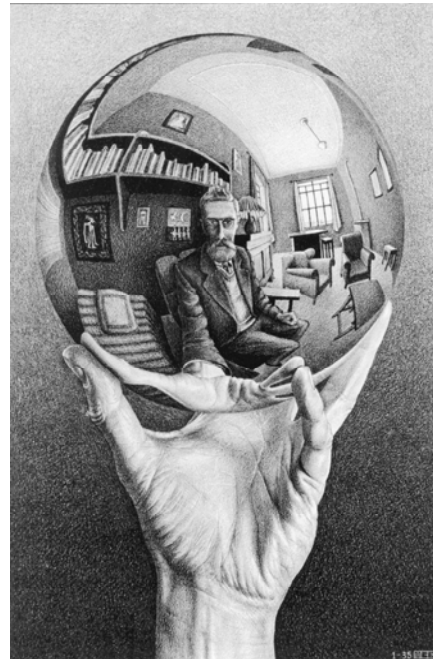
“[...] Vovó diz que a força de atração dos astros puxa todos os corpos para o centro deles. Quando a gente joga para o ar uma laranja, a laranja sobe até certa altura e depois volta. Que é que a faz voltar? Justamente a força de atração que puxa todos os corpos para o centro deles. Enquanto a força que jogou a laranja é maior que a força de atração que puxa a laranja, a laranja sobe; quando a força de atração se torna maior, a laranja cai.” (LOBATO, M. *Viagem ao céu*. São Paulo: Círculo do Livro, s/d, p. 64).

Após ler o raciocínio de Dona Benta a respeito de uma laranja lançada verticalmente a partir da superfície da terra, assinale o que for **correto** tomando por base a Mecânica Newtoniana.

- 01) Enquanto a força que jogou a laranja é maior do que a força de atração que puxa a laranja, a laranja sobe.
- 02) Quando a laranja atinge o ponto mais alto de sua trajetória, a força que a lançou se iguala à força de atração.
- 04) Quando a força de atração se torna maior do que a força que jogou a laranja, a laranja cai.
- 08) Durante a subida, a força resultante sobre a laranja tem sentido contrário ao sentido da velocidade.
- 16) A força que lança a laranja para cima deixa de atuar sobre ela a partir do momento em que o contato entre a laranja e a mão do lançador deixa de existir.

**Questão 18**

A litografia (reproduzida abaixo) do artista gráfico holandês Maurits Cornelis Escher (1898-1972) foi feita observando-se a imagem formada sobre a superfície de uma esfera refletora. O desenhista vê uma imagem de quase a totalidade do espaço à sua volta: quatro paredes, chão e teto do recinto em que ele se encontra. Em relação às imagens formadas pelos espelhos esféricos, é **correto** afirmar que



M. C. Escher, litografia, 1935. *Mão com esfera refletora*, 32 x 21,5 cm.

- 01) espelhos esféricos convexos sempre produzem um aumento do campo visual.
- 02) as imagens formadas por espelhos esféricos convexos podem ser invertidas, dependendo da distância entre a superfície refletora e o objeto.
- 04) as imagens formadas por espelhos esféricos convexos são sempre menores que o objeto.
- 08) as imagens formadas por espelhos esféricos convexos são sempre virtuais.
- 16) se o observador estivesse olhando para a face côncava de uma calota esférica refletora, a imagem que ele observaria poderia estar invertida, dependendo da distância que a superfície refletora da calota estivesse do objeto.

**Questão 19**

O circuito fechado de uma geladeira é percorrido por uma substância refrigerante denominada freon 12, cujo calor latente de vaporização é 38 cal/g. O compressor, ao comprimir o freon, aumenta sua pressão e sua temperatura, e no radiador (que fica na parte detrás da geladeira e é formado por uma longa serpentina com grades de metal acopladas) o calor retirado de dentro da geladeira é transferido para o ambiente. Deste modo, quando o freon passa pelo radiador, ele perde calor, liquefazendo-se. Em seguida, o freon, já liquefeito, segue por um tubo capilar mais fino. O estreitamento do caminho da substância de operação faz com que o fluxo dessa substância aumente de velocidade com conseqüente diminuição da pressão. Ao atingir a serpentina do congelador, o freon se expande, pois encontra uma tubulação com espessura maior do que a do tubo capilar, e deste modo atinge uma temperatura de  $-29^{\circ}\text{C}$ , vaporizando-se a baixa pressão à medida que retira calor de dentro da geladeira. A partir daí, o freon é aspirado pelo compressor, onde sua pressão e sua temperatura aumentam novamente, e o ciclo recomeça. Em relação ao princípio de funcionamento dos refrigeradores, é **correto** afirmar:

- 01) Nas geladeiras, o que se obtém é uma troca de calor no sentido inverso ao que seria espontâneo, ou seja, retira-se calor do interior da geladeira para enviá-lo ao meio externo.
- 02) Os refrigeradores precisam de energia externa para realizar trabalho que ocorre no compressor, fato que explica a necessidade de utilizar-se, por exemplo, energia elétrica.
- 04) Ao realizar um ciclo, o freon passa por alguns processos, entre os quais absorver e trocar calor ao mudar de estado, e receber energia na forma de trabalho ao ser comprimido. A energia interna do freon, entretanto, não é a mesma ao final de cada ciclo, pois ele não retorna às mesmas condições iniciais.
- 08) O calor transferido para o ambiente, na medida em que o freon se liquefaz no radiador, é igual à soma do calor retirado pelo freon de dentro da geladeira (enquanto ele se vaporiza no congelador) mais o trabalho realizado pelo compressor para comprimi-lo. Sendo assim, a quantidade de calor perdida para o ambiente, quando o freon passa pelo radiador, é maior que a quantidade recebida por ele ao passar pelo congelador.
- 16) Sabendo-se que a massa de gás freon que circula pela tubulação é de 300 g; que todo calor retirado da geladeira é devido à vaporização do freon; e que foram cedidas 17100 calorias para o meio exterior; então a eficiência desse refrigerador é 2, ou seja, para cada caloria de trabalho realizado no compressor são retiradas duas calorias de energia de dentro da geladeira.

**Questão 20**

O controle de temperatura de um ferro elétrico de passar roupas é feito por meio de um termostato que tem como um de seus principais componentes uma lâmina bimetálica. À temperatura ambiente, a lâmina, que tem uma de suas extremidades ligada à base do ferro e a outra livre para se mover, permanece suspensa na horizontal. Conforme a temperatura aumenta, verifica-se que a lâmina se dilata e se curva para cima na forma de um arco, empurrando um pino isolante que, funcionando como uma chave liga/desliga, interrompe a passagem de corrente elétrica ao deixar o circuito em aberto. Nesse momento, o ferro começa a esfriar, fazendo com que a lâmina volte à posição inicial, possibilitando que o pino desça e feche o circuito novamente, restabelecendo a corrente elétrica e reiniciando o processo. Sabendo-se que a lâmina bimetálica é formada por latão (liga metálica de cobre e zinco) e invar (liga metálica de níquel e ferro), e que seus coeficientes de dilatação linear são respectivamente  $18 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  e  $1,5 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , é **correto** afirmar:

- 01) Para que a lâmina bimetálica inicialmente na horizontal se curve para cima, o latão deve ficar na parte superior da lâmina e o invar na parte inferior, já que o material que se dilata mais puxa para cima o material que se dilata menos.
- 02) O coeficiente de dilatação linear de uma substância informa quanto uma unidade de comprimento dessa substância se dilata ao sofrer uma elevação de temperatura de  $1^{\circ}\text{C}$ .
- 04) Para cada 1 m de lâmina de latão, ocorre uma dilatação de 0,018 mm dessa lâmina quando ela sofre um aumento de temperatura de  $1^{\circ}\text{C}$ .
- 08) Quanto mais longe o pino isolante estiver da extremidade livre da lâmina bimetálica, menor será o aumento de temperatura da base do ferro.
- 16) O coeficiente de dilatação linear do invar também pode ser expresso por  $1,5 \times 10^{-4} \text{ cm}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ .