

## ATENÇÃO

ESTE CADERNO CONTÉM 10 (DEZ) QUESTÕES E ESPAÇOS PARA RESPOSTAS.  
VERIFIQUE SE ESTÁ COMPLETO.

DURAÇÃO DA PROVA: 3 (TRÊS) HORAS

VERIFIQUE TAMBÉM SE NO ESPAÇO DESTINADO ÀS RESPOSTAS DAS QUESTÕES 02, 04, 06, 08 E 09 APARECE UM DESENHO PRÉ-IMPRESSO. SE FALTAR, PEÇA AO FISCAL A SUBSTITUIÇÃO DA PÁGINA CORRESPONDENTE.

- A correção de cada questão será restrita somente ao que estiver registrado no espaço correspondente, na folha de resposta, à direita. É indispensável indicar a resolução das questões, não sendo suficiente apenas escrever as respostas.
- Há espaço para rascunho, tanto no início quanto no final deste caderno.

---

### NOTE E ADOTE

aceleração da gravidade na Terra,  $g = 10 \text{ m/s}^2$

densidade da água, a qualquer temperatura,  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$

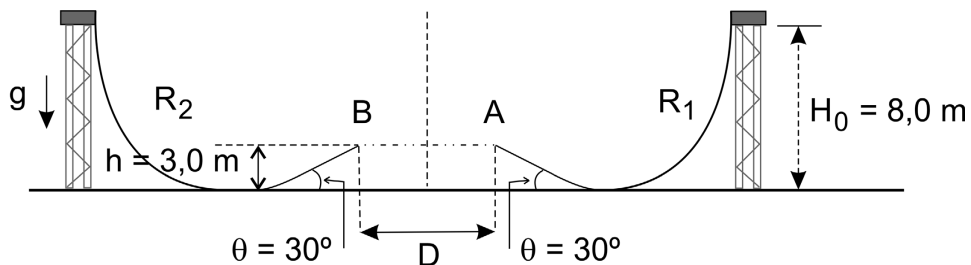
velocidade da luz no vácuo =  $3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$

calor específico da água  $\cong 4 \text{ J}/(\text{°C}\cdot\text{g})$

1 caloria  $\cong 4 \text{ joules}$

### Q.01

Uma pista de skate, para esporte radical, é montada a partir de duas rampas  $R_1$  e  $R_2$ , separadas entre A e B por uma distância  $D$ , com as alturas e ângulos indicados na figura. A pista foi projetada de tal forma que um skatista, ao descer a rampa  $R_1$ , salta no ar, atingindo sua altura máxima no ponto médio entre A e B, antes de alcançar a rampa  $R_2$ .



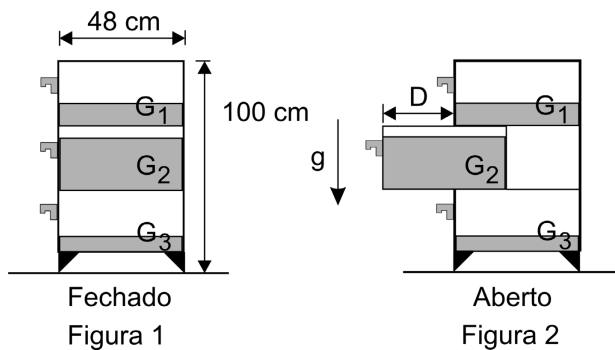
- Determine o módulo da velocidade  $V_A$ , em m/s, com que o skatista atinge a extremidade A da rampa  $R_1$ .
- Determine a altura máxima  $H$ , em metros, a partir do solo, que o skatista atinge, no ar, entre os pontos A e B.
- Calcule qual deve ser a distância  $D$ , em metros, entre os pontos A e B, para que o skatista atinja a rampa  $R_2$  em B, com segurança.

#### NOTE E ADOTE

Desconsidere a resistência do ar, o atrito e os efeitos das acrobacias do skatista.  
 $\text{sen } 30^\circ = 0,5$ ;  $\text{cos } 30^\circ \cong 0,87$

### Q.02

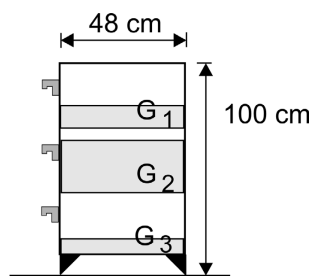
Um gaveteiro, cujas dimensões estão indicadas no corte transversal, em escala, representado nas figuras, possui três gavetas iguais, onde foram colocadas massas de 1 kg, 8 kg e 3 kg, distribuídas de modo uniforme, respectivamente no fundo das gavetas  $G_1$ ,  $G_2$  e  $G_3$ . Quando a gaveta  $G_2$  é puxada, permanecendo aberta, existe o risco de o gaveteiro ficar desequilibrado e inclinar-se para frente.



- Indique, no esquema da folha de resposta, a posição do centro de massa de cada uma das gavetas quando fechadas, identificando esses pontos com o símbolo  $\times$ .
- Determine a distância máxima  $D$ , em cm, de abertura da gaveta  $G_2$ , nas condições da figura 2, de modo que o gaveteiro não tombe para frente.
- Determine a maior massa  $M_{\text{max}}$ , em kg, que pode ser colocada em  $G_2$ , sem que haja risco de desequilibrar o gaveteiro quando essa gaveta for aberta completamente, mantendo as demais condições.

#### NOTE E ADOTE

Desconsidere o peso das gavetas e do gaveteiro vazios.

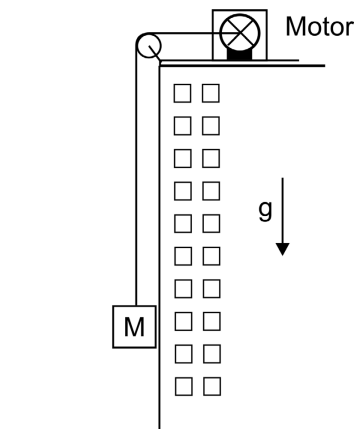


(Corte transversal pelo centro do gaveteiro fechado)

### Q.03

Um elevador de carga, com massa  $M = 5\,000\text{ kg}$ , é suspenso por um cabo na parte externa de um edifício em construção. Nas condições das questões abaixo, considere que o motor fornece a potência  $P = 150\text{ kW}$ .

- a) Determine a força  $F_1$ , em N, que o cabo exerce sobre o elevador, quando ele é puxado com velocidade constante.
- b) Determine a força  $F_2$ , em N, que o cabo exerce sobre o elevador, no instante em que ele está subindo com uma aceleração para cima de módulo  $a = 5\text{ m/s}^2$ .
- c) Levando em conta a potência  $P$  do motor, determine a velocidade  $V_2$ , em m/s, com que o elevador estará subindo, nas condições do item (b) ( $a = 5\text{ m/s}^2$ ).
- d) Determine a velocidade máxima  $V_L$ , em m/s, com que o elevador pode subir quando puxado pelo motor.



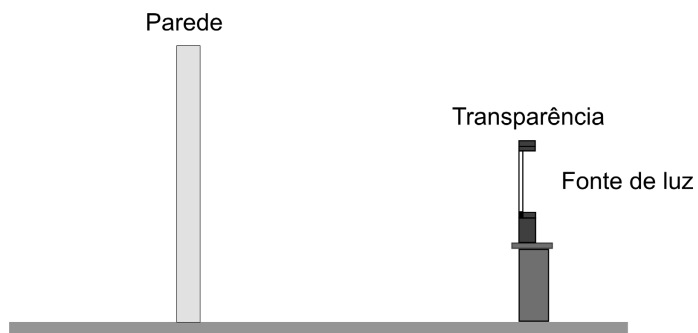
#### NOTE E ADOTE

A potência  $P$ , desenvolvida por uma força  $F$ , é igual ao produto da força pela velocidade  $V$  do corpo em que atua, quando  $V$  tem a direção e o sentido da força.

### Q.04

Uma figura gravada em uma folha de plástico (transparência) foi projetada sobre uma parede branca, usando-se uma fonte de luz e uma única lente, colocada entre a folha e a parede, conforme esquema ao lado.

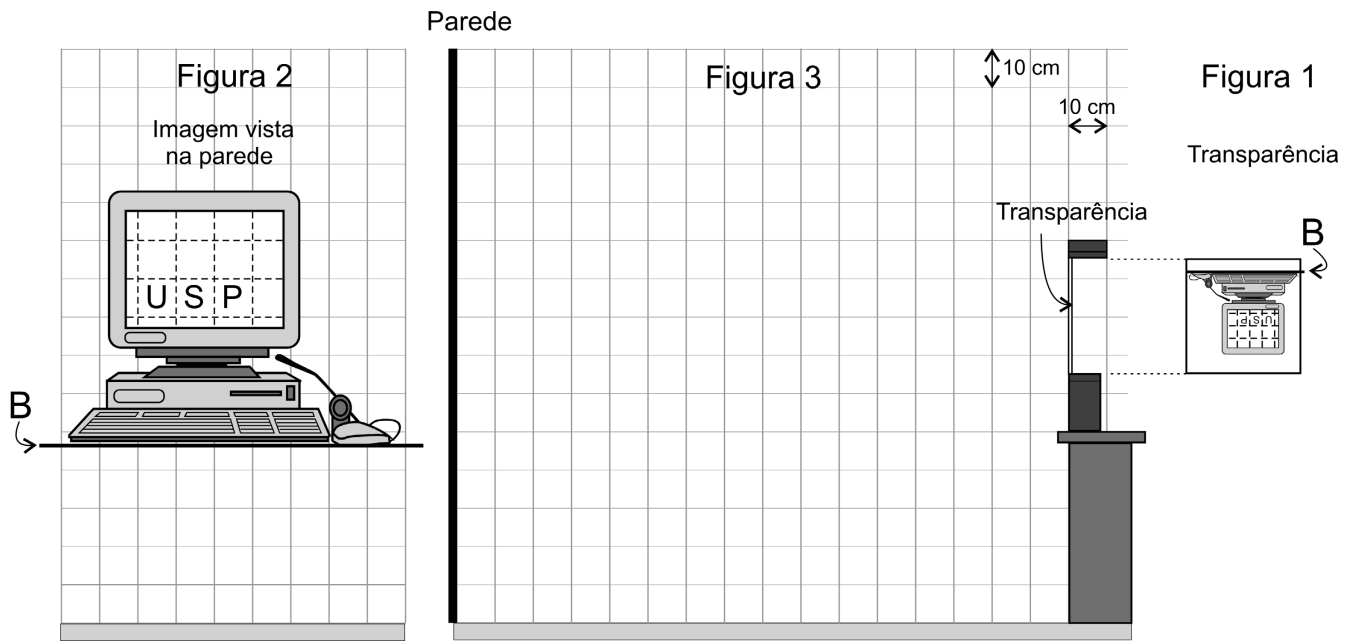
A transparência e a imagem projetada, nas condições de tamanho e distância usadas, estão representadas, em escala, na folha de respostas. As figuras 1 e 2 correspondem a vistas de frente e a figura 3, a vista lateral.



- a) Determine, no esquema da folha de resposta, traçando as linhas de construção apropriadas, a posição onde foi colocada a lente, indicando essa posição por uma linha vertical e a letra L. Marque o centro óptico da lente e indique sua posição pela letra C.
- b) Determine graficamente, no esquema da folha de resposta, traçando as linhas de construção apropriadas, a posição de cada um dos focos da lente, indicando suas posições pela letra F.
- c) Represente, indicando por  $B_{nova}$ , na figura 2, a posição da linha B, quando o centro óptico da lente for rebaixado em 10 cm (1 quadradinho).

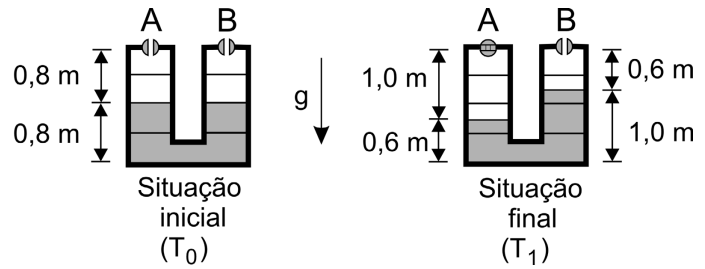
#### NOTE E ADOTE

Todo raio que passa pelo centro óptico de uma lente emerge na mesma direção que incide.



### Q.05

Dois tanques cilíndricos verticais, A e B, de 1,6 m de altura e interligados, estão parcialmente cheios de água e possuem válvulas que estão abertas, como representado na figura para a situação inicial. Os tanques estão a uma temperatura  $T_0 = 280$  K e à pressão atmosférica  $P_0$ . Em uma etapa de um processo industrial, apenas a válvula A é fechada e, em seguida, os tanques são aquecidos a uma temperatura  $T_1$ , resultando na configuração indicada na figura para a situação final.



- Determine a razão  $R_1 = P_1/P_0$ , entre a pressão final  $P_1$  e a pressão inicial  $P_0$  do ar no tanque A.
- Determine a razão  $R_2 = T_1/T_0$ , entre a temperatura final  $T_1$  e a temperatura inicial  $T_0$  dentro dos tanques.
- Para o tanque B, determine a razão  $R_3 = m_0/m_1$  entre a massa de ar  $m_0$  contida inicialmente no tanque B e a massa de ar final  $m_1$ , à temperatura  $T_1$ , contida nesse mesmo tanque.

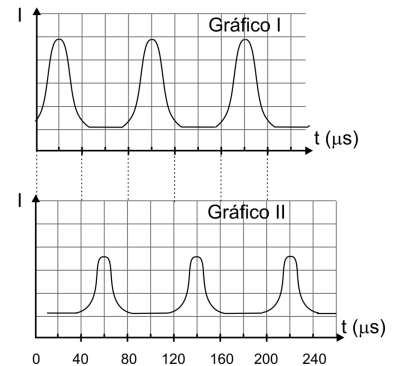
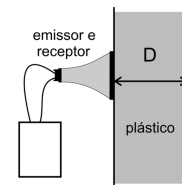
NOTE E ADOTE

$$PV = nRT ; \quad \Delta P = \rho g \Delta H$$

$$P_{\text{atmosférica}} \approx 1,00 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

### Q.06

Imagens por ultra-som podem ser obtidas a partir da comparação entre o pulso de um sinal emitido e o pulso proveniente da reflexão em uma superfície do objeto que se quer analisar. Em um teste de controle de qualidade, para conferir a espessura de uma placa de plástico, são usados pulsos de ondas com frequência  $f = 1,5$  MHz. Os gráficos I e II representam, respectivamente, as intensidades em função do tempo dos pulsos emitidos e dos pulsos captados no receptor, em uma certa parte da placa.



- Determine o intervalo de tempo  $\Delta t$ , em  $\mu\text{s}$ , entre os pulsos emitidos e os pulsos captados.
- Estime a espessura  $D$ , em mm, da placa.
- Determine o comprimento de onda  $\lambda$ , em mm, das ondas de ultra-som utilizadas.

NOTE E ADOTE

$$1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$$

$$1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$$

Velocidade do ultra-som no plástico = 1200 m/s.

Os gráficos representam a intensidade  $I$  em uma escala arbitrária.

Cada pulso é composto por inúmeros ciclos da onda de ultra-som.

Cada pulso só é emitido depois da recepção do pulso anterior.

a)  $\Delta t =$    $\mu\text{s}$

b)  $D =$    $\text{mm}$

c)  $\lambda =$    $\text{mm}$

### Q.07

Na época da formação da Terra, estimada como tendo ocorrido há cerca de 4,2 bilhões de anos, os isótopos de Urânio radioativo  $^{235}\text{U}$  e  $^{238}\text{U}$  existiam em maior quantidade, pois, ao longo do tempo, parte deles desintegrou-se, deixando de existir como elemento Urânio. Além disso, eram encontrados em proporções diferentes das de hoje, já que possuem meias-vidas diferentes. Atualmente, em uma amostra de 1,000 kg de Urânio, há 0,993 kg de  $^{238}\text{U}$  e 0,007 kg de  $^{235}\text{U}$ , de modo que o  $^{235}\text{U}$  corresponde a 0,7% da massa total e tem importância estratégica muito grande, pela sua utilização em reatores nucleares.

- Estime a massa **M238**, em kg, de uma amostra de  $^{238}\text{U}$ , na época da formação da Terra, a partir da qual restaram hoje 0,993 kg de  $^{238}\text{U}$ .
- Estime, levando em conta o número de meias-vidas do  $^{235}\text{U}$ , a massa **M235**, em kg, de uma amostra de  $^{235}\text{U}$ , na época da formação da Terra, a partir da qual restaram hoje 0,007 kg de  $^{235}\text{U}$ .
- Estime a porcentagem **P** em massa de  $^{235}\text{U}$  em relação à massa total de Urânio em uma amostra na época da formação da Terra.

#### NOTE E ADOTE

A meia-vida de um elemento radioativo é o intervalo de tempo necessário para que a metade da massa de uma amostra se desintegre; o restante de sua massa continua a se desintegrar.

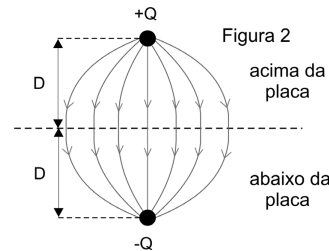
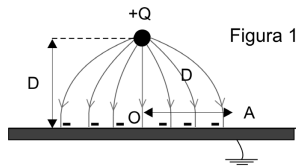
Meia-vida do  $^{238}\text{U} \approx 4,2$  bilhões de anos ( $4,2 \times 10^9$  anos)

Meia-vida do  $^{235}\text{U} \approx 700$  milhões de anos ( $0,7 \times 10^9$  anos)

(Os valores acima foram aproximados, para facilitar os cálculos).

### Q.08

Uma pequena esfera, com carga elétrica positiva  $Q = 1,5 \times 10^{-9}$  C, está a uma altura  $D = 0,05$  m acima da superfície de uma grande placa condutora, ligada à Terra, induzindo sobre essa superfície cargas negativas, como na figura 1. O conjunto dessas cargas estabelece um campo elétrico que é idêntico, apenas na parte do espaço acima da placa, ao campo gerado por uma carga  $+Q$  e uma carga  $-Q$ , como se fosse uma "imagem" de  $Q$  que estivesse colocada na posição representada na figura 2.



- Determine a intensidade da força **F**, em N, que age sobre a carga  $+Q$ , devida às cargas induzidas na placa.
- Determine a intensidade do campo elétrico **E<sub>0</sub>**, em V/m, que as cargas negativas induzidas na placa criam no ponto onde se encontra a carga  $+Q$ .
- Represente, no diagrama da folha de resposta, no ponto A, os vetores campo elétrico  $\vec{E}_+$  e  $\vec{E}_-$ , causados, respectivamente, pela carga  $+Q$  e pelas cargas induzidas na placa, bem como o campo resultante,  $\vec{E}_A$ . O ponto A está a uma distância D do ponto O da figura e muito próximo à placa, mas acima dela.
- Determine a intensidade do campo elétrico resultante **E<sub>A</sub>**, em V/m, no ponto A.

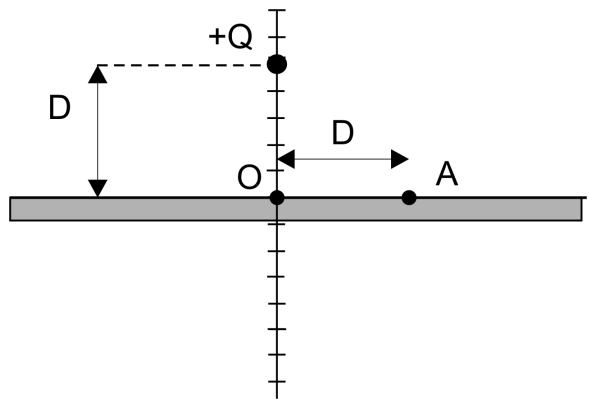
#### NOTE E ADOTE

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}; \quad E = k \frac{Q}{r^2}; \quad \text{onde}$$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

$$1 \text{ V/m} = 1 \text{ N/C}$$





### Q.09

A relação entre tensão e corrente de uma lâmpada  $L$ , como a usada em automóveis, foi obtida por meio do circuito esquematizado na figura 1, onde  $G$  representa um gerador de tensão variável. Foi medido o valor da corrente indicado pelo amperímetro  $A$ , para diferentes valores da tensão medida pelo voltímetro  $V$ , conforme representado pela curva  $L$  no Gráfico 1, da folha de resposta. O circuito da figura 1 é, então, modificado, acrescentando-se um resistor  $R$  de resistência  $6,0 \Omega$  em série com a lâmpada  $L$ , conforme esquematizado na figura 2.

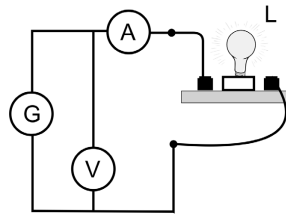


Figura 1

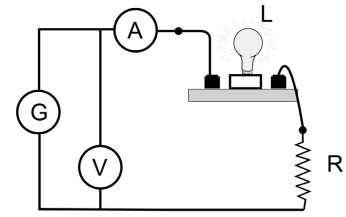


Figura 2

- Construa, no Gráfico 2 da folha de resposta, o gráfico da potência dissipada na lâmpada, em função da tensão  $U$  entre seus terminais, para  $U$  variando desde 0 até 12 V.
- Construa, no Gráfico 1 da folha de resposta, o gráfico da corrente no resistor  $R$  em função da tensão  $U$  aplicada em seus terminais, para  $U$  variando desde 0 até 12 V.
- Considerando o circuito da figura 2, construa, no Gráfico 3 da folha de resposta, o gráfico da corrente indicada pelo amperímetro em função da tensão  $U$  indicada pelo voltímetro, quando a corrente varia desde 0 até 2 A.

#### NOTE E ADOTE

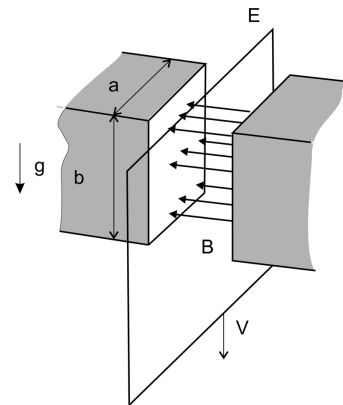
O voltímetro e o amperímetro se comportam como ideais.

Na construção dos gráficos, marque os pontos usados para traçar as curvas.

### Q.10

Um procedimento para estimar o campo magnético de um ímã baseia-se no movimento de uma grande espira condutora  $E$  através desse campo. A espira retangular  $E$  é abandonada à ação da gravidade entre os pólos do ímã de modo que, enquanto a espira cai, um de seus lados horizontais (apenas um) corta perpendicularmente as linhas de campo. A corrente elétrica induzida na espira gera uma força eletromagnética que se opõe a seu movimento de queda, de tal forma que a espira termina atingindo uma velocidade  $V$  constante. Essa velocidade é mantida enquanto esse lado da espira estiver passando entre os pólos do ímã.

A figura representa a configuração usada para medir o campo magnético, uniforme e horizontal, criado entre os pólos do ímã. As características da espira e do ímã estão apresentadas na tabela. Para a situação em que um dos lados da espira alcança a velocidade constante  $V = 0,40 \text{ m/s}$  entre os pólos do ímã, determine:



- A intensidade da força eletromagnética  $F$ , em N, que age sobre a espira, de massa  $M$ , opondo-se à gravidade no seu movimento de queda a velocidade constante.
- O trabalho realizado pela força de gravidade por unidade de tempo (potência), que é igual à potência  $P$  dissipada na espira, em watts.
- A intensidade da corrente elétrica  $i$ , em amperes, que percorre a espira, de resistência  $R$ .
- O campo magnético  $B$ , em tesla, existente entre os pólos do ímã.

Espira:	
Massa $M$	0,016 kg
Resistência $R$	0,10 $\Omega$
Dimensões do ímã:	
Largura $a$	0,20 m
Altura $b$	0,15 m

#### NOTE E ADOTE

$P = F V$ ;  $P = i^2 R$ ;  $F = Bi l$   
(Desconsidere o campo magnético da Terra).

