

## ATENÇÃO

ESTE CADERNO CONTÉM 10 (DEZ) QUESTÕES E RESPECTIVOS ESPAÇOS PARA RESPOSTAS.

DURAÇÃO DA PROVA: 3 (TRÊS) HORAS

- 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.

### 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 =  $3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$

$P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm} \approx 10^5 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa}$

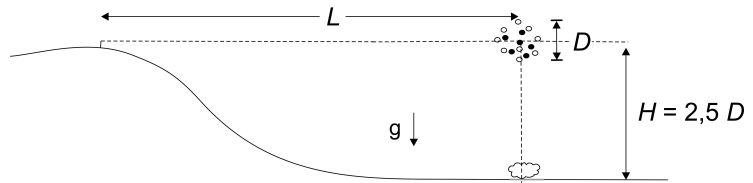
calor específico da água  $\cong 4 \text{ J}/(^{\circ}\text{C g})$

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

1 litro =  $1000 \text{ cm}^3$

## Q.01

De cima de um morro, um jovem assiste a uma exibição de fogos de artifício, cujas explosões ocorrem na mesma altitude em que ele se encontra. Para avaliar a que distância  $L$  os fogos explodem, verifica que o tempo decorrido entre ver uma explosão e ouvir o ruído correspondente é de 3 s. Além disso, esticando o braço, segura uma régua a 75 cm do próprio rosto e estima que o diâmetro  $D$  do círculo aparente, formado pela explosão, é de 3 cm. Finalmente, avalia que a altura  $H$  em que a explosão ocorre é de aproximadamente 2,5 vezes o diâmetro  $D$  dos fogos. Nessas condições, avalie



- a) a distância,  $L$ , em metros, entre os fogos e o observador.
- b) o diâmetro  $D$ , em metros, da esfera formada pelos fogos.
- c) a energia  $E$ , em joules, necessária para enviar o rojão até a altura da explosão, considerando que ele tenha massa constante de 0,3 kg.
- d) a quantidade de pólvora  $Q$ , em gramas, necessária para lançar esse rojão a partir do solo.

### NOTE E ADOTE 1

A velocidade do som, no ar,  $v_{\text{som}} \approx 333$  m/s.

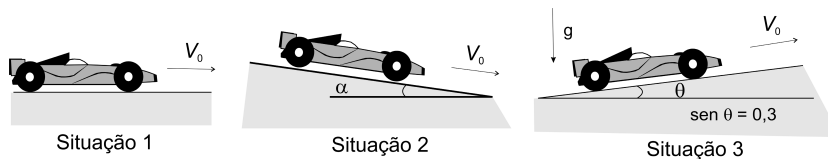
Despreze o tempo que a luz da explosão demora para chegar até o observador.

### NOTE E ADOTE 2

A combustão de 1 g de pólvora libera uma energia de 2000 J; apenas 1% da energia liberada na combustão é aproveitada no lançamento do rojão.

## Q.02

Um carro de corrida, de massa  $M = 800$  kg, percorre uma pista de provas plana, com velocidade constante  $V_0 = 60$  m/s. Nessa situação, observa-se que a potência desenvolvida pelo motor,  $P_1 = 120$  kW, é praticamente toda utilizada para vencer a resistência do ar (Situação 1, pista horizontal). Prosseguindo com os testes, faz-se o carro descer uma ladeira, com o motor desligado, de forma que mantenha a mesma velocidade  $V_0$  e que enfrente a mesma resistência do ar (Situação 2, inclinação  $\alpha$ ). Finalmente, faz-se o carro subir uma ladeira, com a mesma velocidade  $V_0$ , sujeito à mesma resistência do ar (Situação 3, inclinação  $\theta$ ).



- a) Estime, para a Situação 1, o valor da força de resistência do ar  $F_R$ , em newtons, que age sobre o carro no sentido oposto a seu movimento.
- b) Estime, para a Situação 2, o seno do ângulo de inclinação da ladeira,  $\text{sen } \alpha$ , para que o carro mantenha a velocidade  $V_0 = 60$  m/s.
- c) Estime, para a Situação 3, a potência  $P_3$  do motor, em kW, para que o carro suba uma ladeira de inclinação dada por  $\text{sen } \theta = 0,3$ , mantendo a velocidade  $V_0 = 60$  m/s.

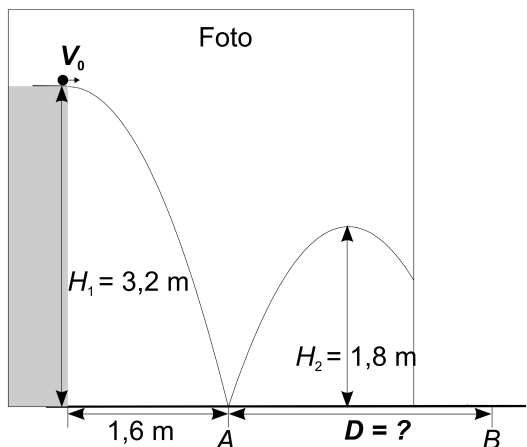
### NOTE E ADOTE

Potência = Força x Velocidade

Considere, nessas três situações, que apenas a resistência do ar dissipa energia.

### Q.03

Uma bola chutada horizontalmente de cima de uma laje, com velocidade  $V_0$ , tem sua trajetória parcialmente registrada em uma foto, representada no desenho abaixo. A bola bate no chão, no ponto  $A$ , voltando a atingir o chão em  $B$ , em choques parcialmente inelásticos.

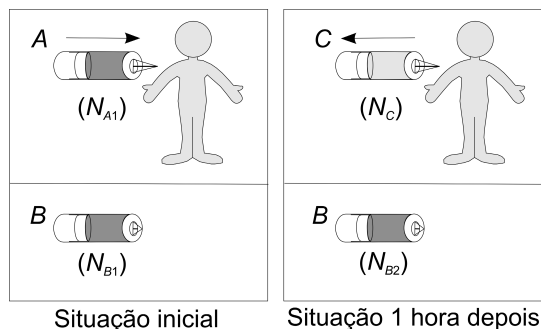


NOTE E ADOTE  
Nos choques, a velocidade horizontal da bola não é alterada. Desconsidere a resistência do ar, o atrito e os efeitos de rotação da bola.

- Estime o tempo  $T$ , em s, que a bola leva até atingir o chão, no ponto  $A$ .
- Calcule a distância  $D$ , em metros, entre os pontos  $A$  e  $B$ .
- Determine o módulo da velocidade vertical da bola  $V_A$ , em m/s, logo após seu impacto com o chão no ponto  $A$ .

### Q.04

Uma substância radioativa, cuja meia-vida é de aproximadamente 20 minutos, pode ser utilizada para medir o volume do sangue de um paciente. Para isso, são preparadas duas amostras,  $A$  e  $B$ , iguais, dessa substância, diluídas em soro, com volume de  $10 \text{ cm}^3$  cada. Uma dessas amostras,  $A$ , é injetada na circulação sanguínea do paciente e a outra,  $B$ , é mantida como controle. Imediatamente antes da injeção, as amostras são monitoradas, indicando  $N_{A1} = N_{B1} = 160\,000$  contagens por minuto. Após uma hora, é extraída uma amostra  $C$  de sangue do paciente, com igual volume de  $10 \text{ cm}^3$ , e seu monitoramento indica  $N_C = 40$  contagens por minuto.

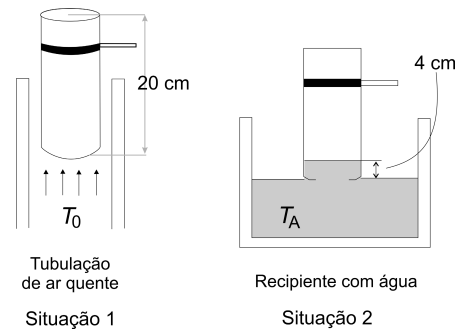


- Estime o número  $N_{B2}$ , em contagens por minuto, medido na amostra de controle  $B$ , uma hora após a primeira monitoração.
- A partir da comparação entre as contagens  $N_{B2}$  e  $N_C$ , estime o volume  $V$ , em litros, do sangue no sistema circulatório desse paciente.

NOTE E ADOTE  
A meia vida é o intervalo de tempo após o qual o número de átomos radioativos presentes em uma amostra é reduzido à metade. Na monitoração de uma amostra, o número de contagens por intervalo de tempo é proporcional ao número de átomos radioativos presentes.

## Q.05

Para medir a temperatura  $T_0$  do ar quente expelido, em baixa velocidade, por uma tubulação, um jovem utilizou uma garrafa cilíndrica vazia, com área da base  $S = 50 \text{ cm}^2$  e altura  $H = 20 \text{ cm}$ . Adaptando um suporte isolante na garrafa, ela foi suspensa sobre a tubulação por alguns minutos, para que o ar expelido ocupasse todo o seu volume e se estabelecesse o equilíbrio térmico a  $T_0$  (Situação 1). A garrafa foi, então, rapidamente colocada sobre um recipiente com água mantida à temperatura ambiente  $T_A = 27^\circ \text{ C}$ . Ele observou que a água do recipiente subiu até uma altura  $h = 4 \text{ cm}$ , dentro da garrafa, após o ar nela contido entrar em equilíbrio térmico com a água (Situação 2). Estime



- o volume  $V_A$ , em  $\text{cm}^3$ , do ar dentro da garrafa, após a entrada da água, na Situação 2.
- a variação de pressão  $\Delta P$ , em  $\text{N/m}^2$ , do ar dentro da garrafa, entre as Situações 1 e 2.
- a temperatura inicial  $T_0$ , em  $^\circ \text{C}$ , do ar da tubulação, desprezando a variação de pressão do ar dentro da garrafa.

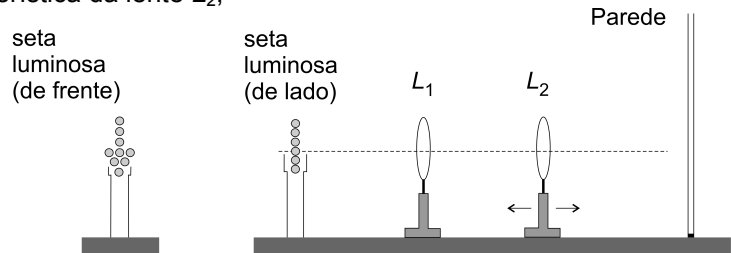
NOTE E ADOTE

$$PV = nRT$$
$$T (\text{K}) = T (^\circ \text{C}) + 273$$

## Q.06

Uma seta luminosa é formada por pequenas lâmpadas. Deseja-se projetar a imagem dessa seta, ampliada, sobre uma parede, de tal forma que seja mantido o sentido por ela indicado. Para isso, duas lentes convergentes,  $L_1$  e  $L_2$ , são colocadas próximas uma da outra, entre a seta e a parede, como indicado no esquema abaixo. Para definir a posição e a característica da lente  $L_2$ ,

- determine, no esquema da folha de resposta, traçando as linhas de construção apropriadas, as imagens dos pontos  $A$  e  $B$  da seta, produzidas pela lente  $L_1$ , cujos focos  $F_1$  estão sinalizados, indicando essas imagens por  $A_1$  e  $B_1$  respectivamente.

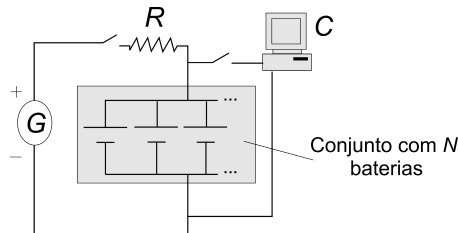


- determine, no esquema da folha de resposta, traçando as linhas de construção apropriadas, a posição onde deve ser colocada a lente  $L_2$ , indicando tal posição por uma linha vertical, com símbolo  $L_2$ .
- determine a distância focal  $f_2$  da lente  $L_2$ , em  $\text{cm}$ , traçando os raios convenientes ou calculando-a. Escreva o resultado, no espaço assinalado, na folha de respostas.

### Q.07

Em uma ilha distante, um equipamento eletrônico de monitoramento ambiental, que opera em 12 V e consome 240 W, é mantido ligado 20 h por dia. A energia é fornecida por um conjunto de  $N$  baterias ideais de 12 V. Essas baterias são carregadas por um gerador a diesel,  $G$ , através de uma resistência  $R$  de  $0,2 \Omega$ . Para evitar interferência no monitoramento, o gerador é ligado durante 4 h por dia, no período em que o equipamento permanece desligado. Determine

- a corrente  $I$ , em ampères, que alimenta o equipamento eletrônico  $C$ .
- o número mínimo  $N$ , de baterias, necessário para manter o sistema, supondo que as baterias armazenem carga de 50 A·h cada uma.
- a tensão  $V$ , em volts, que deve ser fornecida pelo gerador, para carregar as baterias em 4 h.



NOTE E ADOTE

(1 ampère x 1 segundo = 1 coulomb)

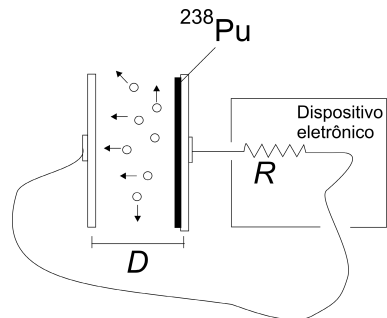
O parâmetro usado para caracterizar a carga de uma bateria, produto da corrente pelo tempo, é o ampère-hora (A·h).

Suponha que a tensão da bateria permaneça constante até o final de sua carga.

### Q.08

O plutônio ( $^{238}\text{Pu}$ ) é usado para a produção direta de energia elétrica em veículos espaciais. Isso é realizado em um gerador que possui duas placas metálicas, paralelas, isoladas e separadas por uma pequena distância  $D$ . Sobre uma das placas deposita-se uma fina camada de  $^{238}\text{Pu}$ , que produz  $5 \times 10^{14}$  desintegrações por segundo. O  $^{238}\text{Pu}$  se desintegra, liberando partículas alfa,  $\frac{1}{4}$  das quais alcança a outra placa, onde são absorvidas. Nesse processo, as partículas alfa transportam uma carga positiva  $Q$  e deixam uma carga  $-Q$  na placa de onde saíram, gerando uma corrente elétrica entre as placas, usada para alimentar um dispositivo eletrônico, que se comporta como uma resistência elétrica  $R = 3,0 \times 10^9 \Omega$ . Estime

- a corrente  $I$ , em ampères, que se estabelece entre as placas.
- a diferença de potencial  $V$ , em volts, que se estabelece entre as placas.
- a potência elétrica  $P_E$ , em watts, fornecida ao dispositivo eletrônico nessas condições.



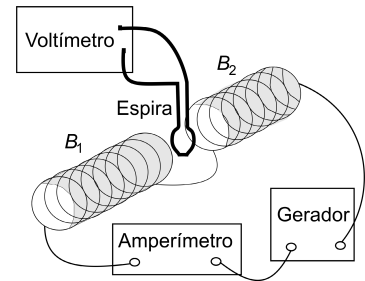
NOTE E ADOTE

O  $^{238}\text{Pu}$  é um elemento radioativo, que decai naturalmente, emitindo uma partícula alfa (núcleo de  $^4\text{He}$ ).

Carga  $Q$  da partícula alfa =  $2 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

## Q.09

Duas bobinas iguais,  $B_1$  e  $B_2$ , com seus eixos alinhados, são percorridas por uma mesma corrente elétrica e produzem um campo magnético uniforme no espaço entre elas. Nessa região, há uma espira, na qual, quando o campo magnético varia, é induzida uma força eletromotriz  $\mathcal{E}$ , medida pelo voltímetro. Quando a corrente  $I$ , que percorre as bobinas, varia em função do tempo, como representado no Gráfico A da folha de respostas, mede-se  $\mathcal{E}_A = 1,0 \text{ V}$ , para o instante  $t = 2 \text{ s}$ . Para analisar esse sistema,



- construa, na folha de respostas, o gráfico  $R_A$ , da variação de  $\mathcal{E}$ , em função do tempo, para o intervalo entre 0 e 6 s, quando a corrente  $I$  varia como no Gráfico A.
- determine o valor de  $\mathcal{E}_B$  para  $t = 2 \text{ s}$  e construa o gráfico  $R_B$ , da variação de  $\mathcal{E}$ , em função do tempo, para o intervalo entre 0 e 6 s, quando a corrente  $I$  varia como no Gráfico B.
- determine o valor de  $\mathcal{E}_C$  para  $t = 5 \text{ s}$  e construa o gráfico  $R_C$ , da variação de  $\mathcal{E}$ , em função do tempo, para o intervalo entre 0 e 6 s, quando a corrente  $I$  varia como no Gráfico C.

NOTE E ADOTE

A força eletromotriz induzida em uma espira é proporcional à variação temporal do fluxo do campo magnético em sua área.

## Q.10

Recentemente Plutão foi “rebaixado”, perdendo sua classificação como planeta. Para avaliar os efeitos da gravidade em Plutão, considere suas características físicas, comparadas com as da Terra, que estão apresentadas, com valores aproximados, no quadro ao lado.

Massa da Terra ( $M_T$ ) = 500 x Massa de Plutão ( $M_P$ )
--

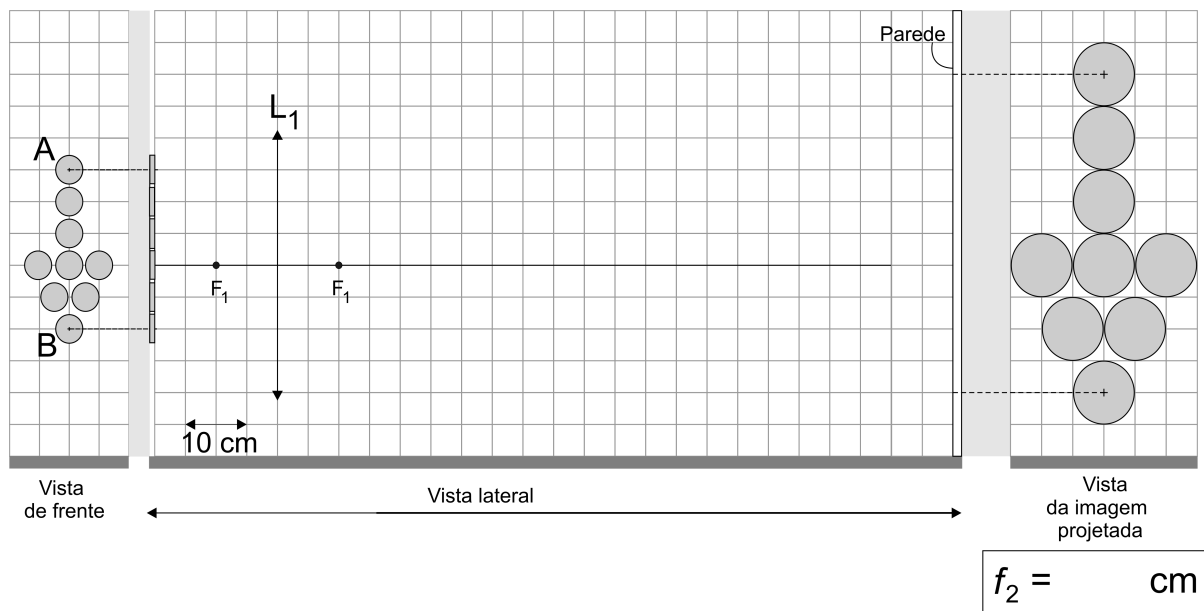
Raio da Terra ( $R_T$ ) = 5 x Raio de Plutão ( $R_P$ )
--

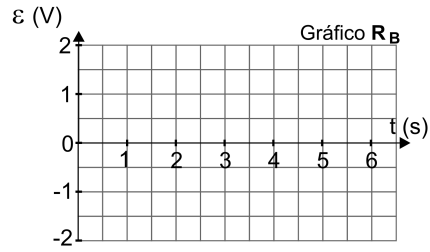
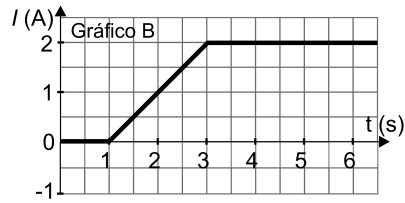
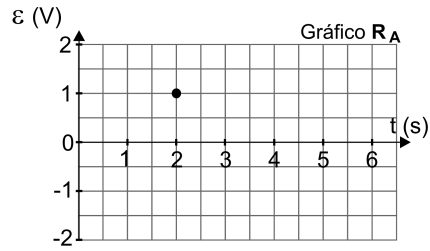
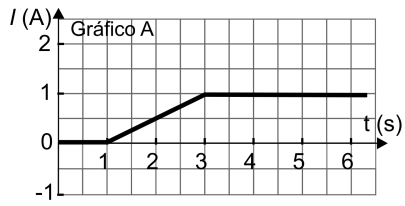
- Determine o peso, na superfície de Plutão ( $P_P$ ), de uma massa que na superfície da Terra pesa 40 N ( $P_T = 40 \text{ N}$ ).
- Estime a altura máxima  $H$ , em metros, que uma bola, lançada verticalmente com velocidade  $V$ , atingiria em Plutão. Na Terra, essa mesma bola, lançada com a mesma velocidade, atinge uma altura  $h_T = 1,5 \text{ m}$ .

NOTE E ADOTE:

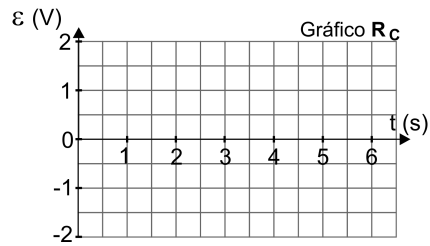
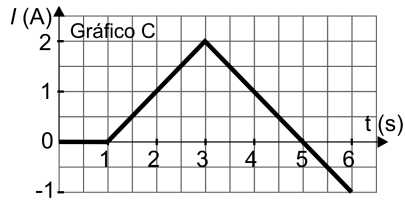
$$F = \frac{GMm}{R^2}$$

$$\text{Peso} = mg$$





$$\varepsilon_B(t = 2s) = \quad V$$



$$\varepsilon_C(t = 5s) = \quad V$$