ELITE
PRÉ-VESTIBULAR
campinas

ELITE RESOLVE FUVEST 2007

FÍSICA

www.elitecampinas.com.br
(19) 3251 1012

FÍSICA

ATENÇÃO

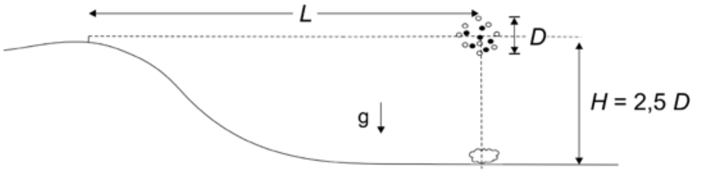
ESTE CADERNO CONTÉM 10 (DEZ) QUESTÕES E RESPECTIVOS ESPAÇOS PARA RESPOSTAS.
DURAÇÃO DA PROVA: 3 (TRÊS) HORAS

• 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 m/s^2
densidade da água a qualquer temperatura ,
ρ = 1000 kg/m^3 = 1 g/cm^3
velocidade da luz no vácuo = 3,0 x 10^8 m/s
Patm = 1 atm ≈ 105 N/m^2 = 10^5 Pa
calor específico da água □ 4 J/(°C g)
1 caloria □ 4 joules
1 litro = 1000 cm^3

QUESTÃO 1

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_{som} ≈ 333 m/s.
Despreze o tempo que a luz da explosão demora para chegar até o observador.

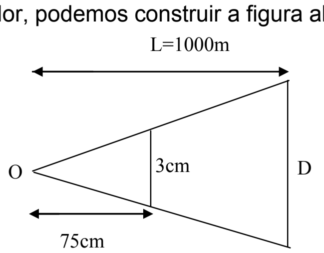
NOTE E ADOTE 2
A combustão de 1 g de pólvora libera uma energia de 2000 J; apenas 1% da energia liberada na combustão é aproveitada no lançamento do rojão.

Resolução

a) Como a velocidade da luz é muito maior que a velocidade do som. O tempo de 3 s é praticamente o tempo para o som da explosão chegar ao observador.

$$L = V_{som} \cdot \Delta t = 333 \cdot 3 \cong 1000m$$

b) Como o diâmetro aparente é 3 cm, considerando o ponto O como o olho do observador, podemos construir a figura abaixo:



Assim, pela semelhança de triângulos:

$$\frac{D}{3cm} = \frac{1000m}{75cm} \Rightarrow D = 40m$$

Obs.: *O enunciado representa o diâmetro aparente pela incógnita* ***D*** *(3 cm), enquanto a figura representa D como o diâmetro real do círculo aparente, o que poderia causar alguma confusão pro candidato.*

c) Temos portanto que:

H=2,5.D = 100m

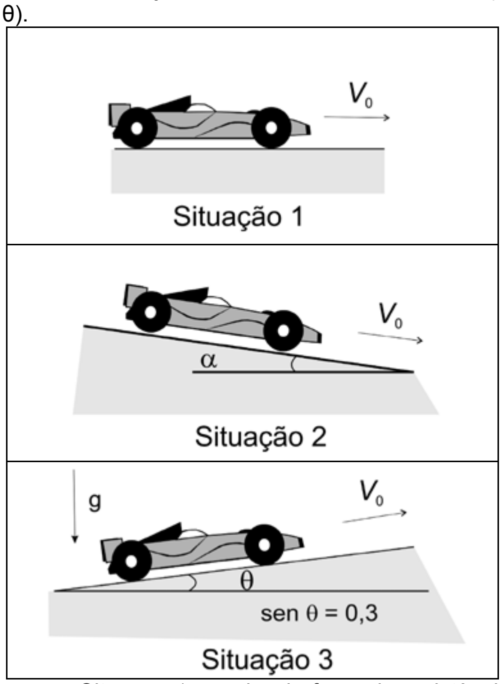
Assim, a energia necessária para enviar o rojão até a altura da explosão:

$$E = mgH$$
$$E = 0{,}3 \cdot 10 \cdot 100$$
$$E = 300J$$

d) A energia útil de 1 grama de pólvora vale 1% de 2000J, valendo a 20J. Assim 300 J corresponde a 15 gramas de pólvora.

QUESTÃO 2

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 α). Finalmente, faz-se o carro subir uma ladeira, com a mesma velocidade V_0, sujeito à mesma resistência do ar (Situação 3, inclinação θ).



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, **sen** α, 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 sen θ = 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.

Resolução

a) Como o movimento é uniforme, a força motriz é igual a força de resistência do ar. Sabendo que a potência do motor é dada por $P = F_{motriz} \cdot V_0$, temos

$$F_R = F_{motriz} \Rightarrow F_R = \frac{P_1}{V_0} = \frac{120 \cdot 10^3}{60} = 2 \cdot 10^3 N$$

b) Teremos também um movimento uniforme. Assumindo que a força de resistência do ar é a mesma (o que é bem plausível visto que esta depende da velocidade do veículo em relação ao ar), temos que a força de resistência é igual a componente tangencial do peso:

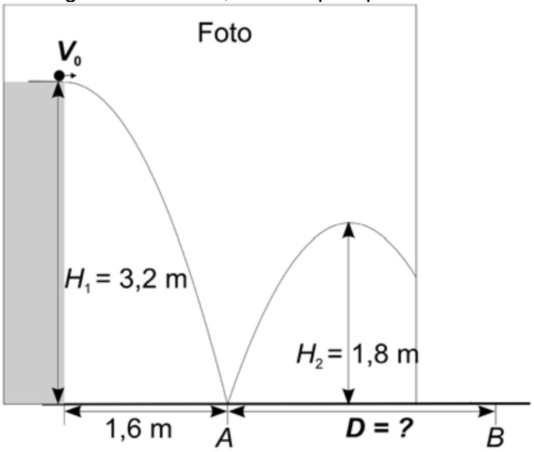
$$F = P_T$$
$$F = m \cdot g \cdot sen\alpha$$
$$2 \cdot 10^3 = 800 \cdot 10 \cdot sen\alpha$$
$$sen\alpha = 0{,}25$$

c) Para subir a ladeira, também em movimento uniforme, a força motriz é igual a soma das forças de resistência (a mesma calculada anteriormente) com a componente tangencial do peso. Como $P = F_{motriz} \cdot V_0$, temos:

$$P_3 = F_{Motriz} \cdot V_0$$
$$P_3 = (P_T + F_R) \cdot V_0$$
$$P_3 = (m \cdot g \cdot sen\theta + F_R) \cdot V_0$$
$$P_3 = (800 \cdot 10 \cdot 0{,}3 + 2000) \cdot 60$$
$$P_3 = 264kW$$

QUESTÃO 3

Uma bola chutada horizontalmente de cima de uma laje, com velocidade $\boldsymbol{V_0}$, 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.



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

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.

Resolução

a) Como a velocidade vertical inicial é nula, podemos escrever, no movimento vertical:

$$H = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3{,}2}{10}} = 0{,}8s$$

b) Como o movimento horizontal é uniforme, do ponto de lançamento ao ponto A, achamos a velocidade horizontal.

$$V_0 = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{1{,}6}{0{,}8} = 2m/s$$

Podemos achar o tempo do ponto A ao ponto B, achando o tempo de metade do percurso, a partir da altura máxima (velocidade vertical nula). Analogamente ao item a:

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}8}{10}} = 0{,}6s$$

Assim o tempo entre A e B foi de 1,2 s. Logo, analisando o movimento horizontal (uniforme), a distância entre A e B é:

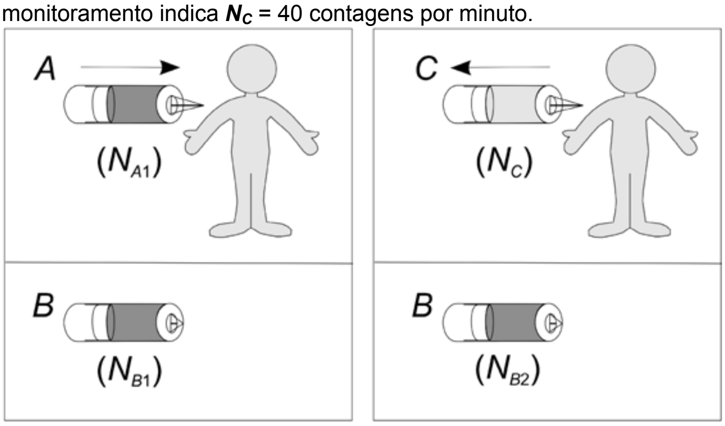
$$\Delta s_{AB} = V_0 \cdot \Delta t_{AB} = 2 \cdot 1{,}2 = 2{,}4m$$

c) Analisando o movimento vertical, do ponto A até a próxima altura máxima (velocidade vertical nula):

$$V_y = V_{0y} + at$$
$$0 = V_A - 10 \cdot 0{,}6$$
$$V_{0y} = 6m/s$$

QUESTÃO 4

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 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 $\boldsymbol{N_{A1}}$ = $\boldsymbol{N_{B1}}$ = 160 000 contagens por minuto. Após uma hora, é extraída uma amostra *C* de sangue do paciente, com igual volume de 10 cm^3, e seu monitoramento indica $\boldsymbol{N_C}$ = 40 contagens por minuto.



a) Estime o número $\boldsymbol{N_{B2}}$, em contagens por minuto, medido na amostra de controle *B*, uma hora após a primeira monitoração.
b) A partir da comparação entre as contagens $\boldsymbol{N_{B2}}$ **e** $\boldsymbol{N_C}$, 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.

Resolução

a) Em uma hora temos 3 períodos de meia-vida. Assim, como o número de contagens por intervalo de tempo é proporcional ao número de átomos radioativos presentes, temos que nesse tempo, o número N_{B2} corresponde a um oitavo do número inicial (N_{B1}):

$$N_{B2} = \frac{N_{B1}}{2^3} = \frac{160000}{8} = 20000 \text{ contagens por minuto}$$

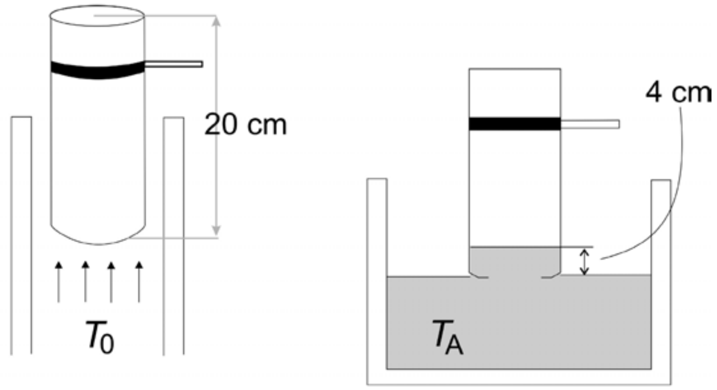
b) Uma hora depois, considerando que não houve perdas de isótopos radioativos, todo o sangue contido do corpo do paciente deveria apresentar 20000 contagens por minuto. Se a amostra de 10 cm^3 corresponde a 40 contagens por minuto da substância, então todo o corpo deve conter 5000 cm^3 ou 5 litro de sangue.

40 contagens/min ——— 10 cm^3
20 000 contagens/min ——— V_{total}

$$V_{total} = \frac{20000 \cdot 10}{40} = 5000\ cm^3 = 5 \text{ litros}$$

QUESTÃO 5

Para medir a temperatura $\boldsymbol{T_0}$ do ar quente expelido, em baixa velocidade, por uma tubulação, um jovem utilizou uma garrafa cilíndrica vazia, com área da base ***S*** = 50 cm^2 e altura ***H*** = 20 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 $\boldsymbol{T_A}$ = 27° C. Ele observou que a água do recipiente subiu até uma altura ***h*** = 4 cm, dentro da garrafa, após o ar nela contido entrar em equilíbrio térmico com a água (Situação 2).



Estime:

a) o volume $\boldsymbol{V_A}$, em cm^3, do ar dentro da garrafa, após a entrada da água, na Situação 2.

b) a variação de pressão $\boldsymbol{\Delta P}$, em N/m^2, do ar dentro da garrafa, entre as Situações 1 e 2.

c) a temperatura inicial $\boldsymbol{T_0}$, em °C, do ar da tubulação, desprezando a variação de pressão do ar dentro da garrafa.

NOTE E ADOTE
PV = nRT
T (K) = T (°C) + 273

Resolução

a) Temos que o volume do ar contido no cilindro é dado pela área da base vezes a altura desta coluna de ar:

$$V_a = S \cdot h \Rightarrow V_a = 50 \cdot (20-4) \Rightarrow V_a = 800 cm^3$$

b) Como o ar quente foi colocado no cilindro com uma velocidade baixa, podemos assumir que a pressão no seu interior após esse processo é praticamente a pressão atmosférica. Assim, a diferença de pressão entre as duas situações é dada pela diferença de pressão entre o ar aprisionado no cilindro na situação 2 e a pressão atmosférica. Como a pressão na superfície do da água é a mesma que a pressão no interior do cilindro, temos que esta diferença é dada pela pressão da coluna de água dentro do cilindro:

$$P_{atm} = P_2 + P_{\text{coluna de agua}}$$

$$P_{\text{coluna de agua}} = P_{atm} - P_2 = P_1 - P_2 = -\Delta P$$

Assim, calcula-se o ΔP:

$$-\Delta P = P_{\text{coluna de agua}} = \mu \cdot g \cdot h$$

$$\Delta P = -10^3 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 10^{-2}$$

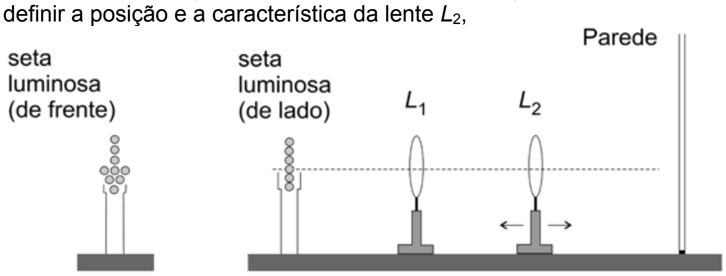
$$\Delta P = -400\ N/m^2$$

c) Desprezando a variação de pressão no interior da garrafa, temos uma transformação isobárica:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T} \Rightarrow \frac{S \cdot 20}{T_0} = \frac{S \cdot 16}{300} \Rightarrow T_0 = 375K = 102^0 C$$

QUESTÃO 6

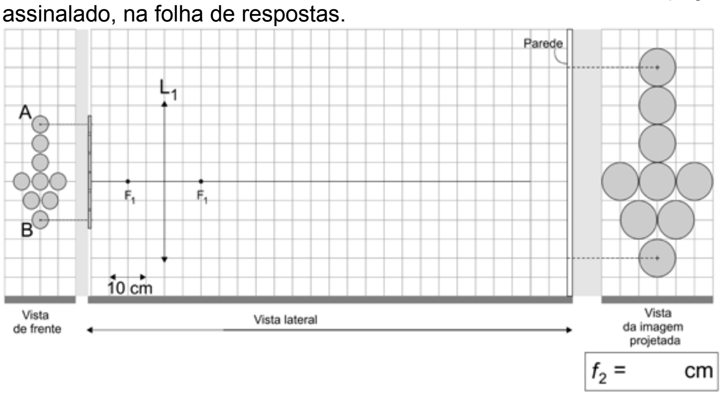
Uma seta luminosa é formada por pequenas lâmpadas. Deseja-se projetar a imagem dessa seta, ampliada, sobre uma parede, de tal forma que seja mantido o sentido por ela indicado. Para isso, duas lentes convergentes, L_1 e L_2, são colocadas próximas uma da outra, entre a seta e a parede, como indicado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



a) 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.

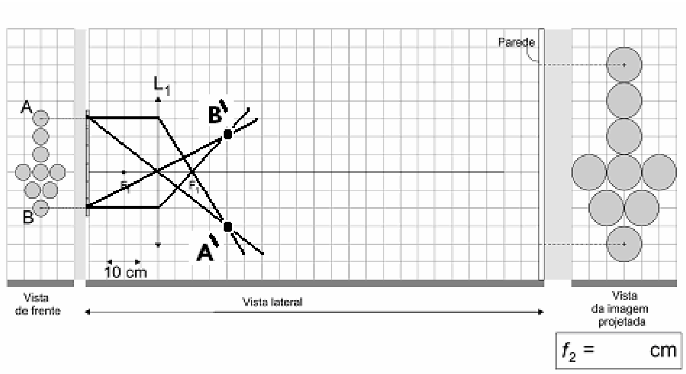
b) determine, no esquema da folha de resposta, traçando as linhas de construção apropriadas, a posição onde deve ser colocada a lente L_2, indicando tal posição por uma linha vertical, com símbolo L_2.

c) determine a distância focal $\boldsymbol{f_2}$ da lente L_2, em cm, traçando os raios convenientes ou calculando-a. Escreva o resultado, no espaço assinalado, na folha de respostas.



Resolução

a)



OBS: A posição analítica da imagem poderia ser determinada pela equação de Gauss.

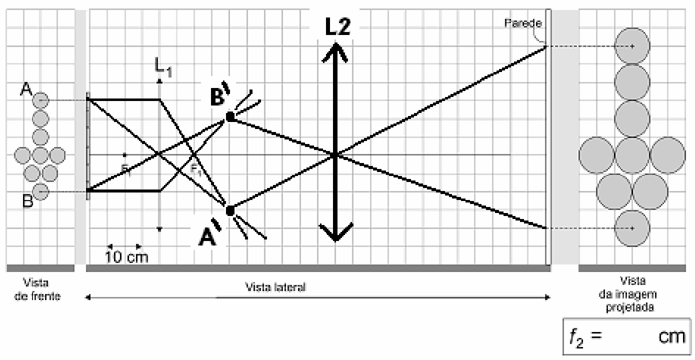
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{20} + \frac{1}{p'}$$

$$p' = 20cm$$

Observe que o resultado analítico coincide com o resultado gráfico.

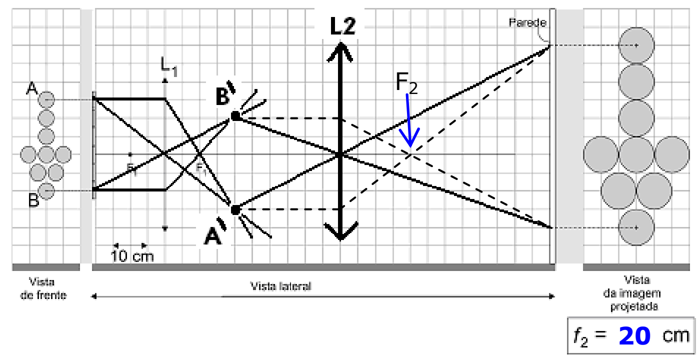
b) A posição do centro óptico da lente pode ser determinada a partir do encontro das retas que têm origem no objeto e destino na imagem final, uma vez que todo raio de luz que incide no centro óptico atravessa a lente sem sofrer desvio.



c) A partir da figura acima, temos: distância do objeto (A´B´) até lente 2, vale 30 cm, e da imagem final até a lente 2 vale 60 cm da equação de Gauss.

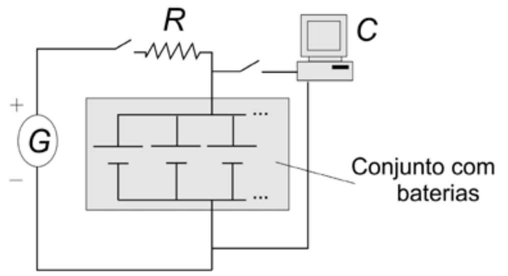
$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{1}{30} + \frac{1}{60} \Rightarrow f_2 = 20cm$$

Outra maneira de determinar é traçando linhas que atingem a lente perpendicularmente a ela, as quais saem passando pelo foco:



QUESTÃO 7

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 Ω. Para evitar interferência no monitoramento, o gerador é ligado durante 4 h por dia, no período em que o equipamento permanece desligado. Determine

a) a corrente ***I***, em ampères, que alimenta o equipamento eletrônico *C*.

b) o número mínimo ***N***, de baterias, necessário para manter o sistema, supondo que as baterias armazenem carga de 50 A.h cada uma.

c) 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.

Resolução

a) Como as baterias, ideais, estão em paralelo, a tensão é a força eletromotriz de cada uma.

$$P = U \cdot i$$
$$240 = 12 \cdot i$$
$$i = 20A$$

b) A carga armazenada para manter o sistema funcionando 20 horas por dia deve ser

$$Q_{total} = i \cdot \Delta t$$
$$Q_{total} = 20A \cdot 20h$$
$$Q_{total} = 400Ah$$

Como cada bateria armazena 50Ah, precisamos de:

$$N = \frac{Q_{total}}{Q_{bateria}} = \frac{400A \cdot h}{50A \cdot h} = 8 \text{ baterias}.$$

c) A carga fornecida pelo gerador é armazenada nas baterias e consumida nas 20 horas seguintes, ou seja, $Q_{fornecida}$ = 400Ah. Lembrando que o gerador funciona durante 4 horas:

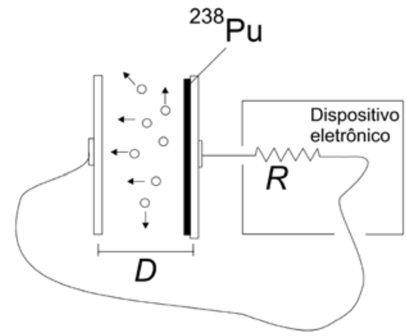
$$Q_{fornecida} = i \cdot \Delta t$$
$$400Ah = i \cdot 4h$$
$$i = 100A$$

Sendo assim a tensão no gerador será, tal que:

$$U_G - R.i = U_{baterias}$$
$$U_G = 0{,}2.100 + 12 \text{ [V]}$$
$$\mathbf{U_G = 32\ V}$$

QUESTÃO 8

O plutônio (^{238}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}Pu, que produz 5×10^{14} desintegrações por segundo. O ^{238}Pu se desintegra, liberando partículas alfa, ¼ 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*** = $3{,}0\times10^{9}$ Ω.



Estime

a) a corrente ***I***, em ampères, que se estabelece entre as placas.

b) a diferença de potencial ***V***, em volts, que se estabelece entre as placas.

c) a potência elétrica P_E, em watts, fornecida ao dispositivo eletrônico nessas condições.

NOTE E ADOTE
O ^{238}Pu é um elemento radioativo, que decai naturalmente, emitindo uma partícula alfa (núcleo de ^{4}He).
Carga Q da partícula alfa = 2 × $1{,}6\times10^{-19}$ C

Resolução

NOTA: A questão informa o que ocorre com ¼ das partículas alfa, mas nada diz sobre os ¾ restantes. Adicionalmente, a figura ilustra parte das partículas deixando a região entre as placas, assim, para a resolução desta questão, o candidato deveria assumir uma entre as duas hipóteses a seguir:

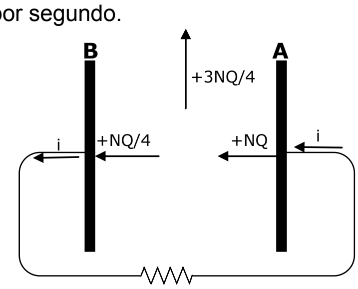
Hipótese 1: os ¾ das partículas alfa que não colidem com a outra placa deixam a região entre as placas pelas laterais (neste caso, certamente o sistema possui um segundo dispositivo para absorver estas partículas e evitar que elas sejam irradiadas livremente);

Hipótese 2: 100% das partículas alfa permanecem na região entre as placas.

Solução pela hipótese 1:

Seja N o número de desintegrações por segundo.

a) De acordo com esta hipótese, a qual é mais coerente com a figura do enunciado, que ilustra partículas deixando a região entre as placas, temos: a taxa de emissão de partículas alfa corresponde a +NQ por segundo, das quais ¼ chega à outra placa e ¾ abandonam o sistema. Portanto, haverá um acúmulo de cargas negativas no sistema, a uma taxa de -3NQ/4 por segundo.



Na figura acima, sendo i uma corrente constante, temos que U_{AB}=R·i é constante. Assim, como num capacitor, a diferença de cargas entre as placas é proporcional à tensão, então esta diferença de cargas entre as placas A e B será constante. Isto só ocorrerá se a variação de cargas na placa A (ΔQ_A) for igual à variação de cargas na placa B (ΔQ_B). Mas, lembrando que o acúmulo de carga pode ser calculado pelo produto da taxa de variação de carga pelo tempo, temos da figura:

$$\begin{cases} \Delta Q_A = i\cdot\Delta t - NQ\cdot\Delta t \\ \Delta Q_B = \dfrac{NQ}{4}\cdot\Delta t - i\cdot\Delta t \end{cases}, \text{ logo}$$

$$\Delta Q_A = \Delta Q_B \Rightarrow i\cdot\Delta t - NQ\cdot\Delta t = \frac{NQ}{4}\cdot\Delta t - i\cdot\Delta t \Rightarrow$$

$$2\cdot i = NQ + \frac{NQ}{4} \Rightarrow$$

$$i = \frac{5}{8}\times 5\times 10^{14}\times 2\times 1{,}6\times 10^{-19} A = 1{,}0\times 10^{-4} A$$

OBS.: Devemos levar em consideração que a corrente calculada é a que percorre o circuito elétrico. Entretanto, o enunciado ao perguntar a corrente entre as placas, pode levar à interpretação de que a corrente solicitada seria a corrente através do dielétrico do capacitor, dada pela carga que parte da placa A e atinge a placa B ao longo do tempo, percorrendo a distância D:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{NQ/4}{1} = \frac{1{,}6\times 10^{-4}}{4} = 4\times 10^{-5} A$$

b) A ddp (U) entre as placas é a mesma do circuito, portanto, U = R·i = $3{,}0\times 10^{9}\times 1{,}0\times 10^{-4}$ [V] ⇒

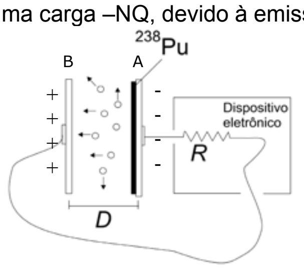
U = $3{,}0\times 10^{5}$ V

c) A potência fornecida é dada por:

$P_E = U\times i = 3{,}0\times 10^{5}\times 1{,}0\times 10^{-4} = 30$ W

Solução pela hipótese 2:

a) De acordo com esta hipótese temos uma emissão de partículas alfa correspondente a uma taxa de +NQ por segundo, das quais ¼ chegam à outra placa. Assim, a placa B da figura abaixo receberá um total de carga a uma taxa igual a +NQ/4 por segundo. Já a placa A, emissora, fica com uma carga –NQ, devido à emissão.



Deste modo, devido à carga da placa A ser negativa e a da placa B positiva, a carga +3NQ/4 (partículas alfa) seria novamente atraída pela placa A, cuja taxa de variação de carga por segundo passaria a ser: -NQ + 3NQ/4 = -NQ/4.

Assim, como o sistema é fechado, teremos que a corrente entre as placas, assim como no circuito serão iguais e calculadas por:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{NQ/4}{1}[A] \text{ onde}$$

logo:

$$i = \frac{5\times 10^{14}\times 2\times 1{,}6\times 10^{-19}}{4} = 4\times 10^{-5} A$$

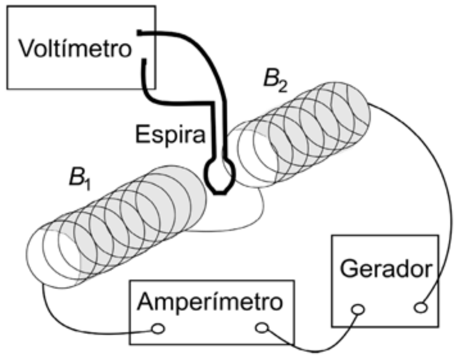
b) A ddp (U) entre as placas é a mesma do circuito, portanto, U = R·i = $3{,}0\times 10^{9}\times 4\times 10^{-5}$ [V] = **$1{,}2\times 10^{5}$ V**

c) A potência fornecida é dada por:

$P_E = U\times i = 1{,}2\times 10^{5}\times 4\times 10^{-5} = 4{,}8$ W

QUESTÃO 9

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 ε, medida pelo voltímetro. Quando a corrente ***I***, que percorre as bobinas, varia em função do tempo, como representado no Gráfico A da folha de repostas, mede-se ε_A = 1,0 V, para o instante *t* = 2 s. Para analisar esse sistema,

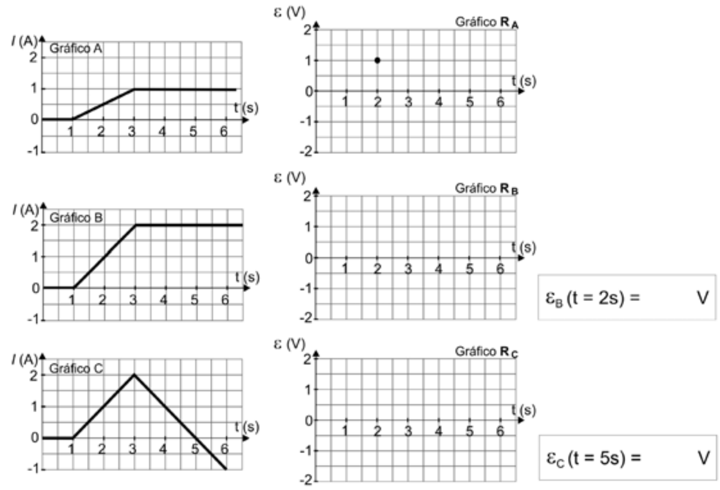


a) construa, na folha de respostas, o gráfico $\mathbf{R_A}$, da variação de ε, em função do tempo, para o intervalo entre 0 e 6 s, quando a corrente *I* varia como no Gráfico A.

b) determine o valor de ε_B para *t* = 2 s e construa o gráfico $\mathbf{R_B}$, da variação de ε , em função do tempo, para o intervalo entre 0 e 6 s, quando a corrente *I* varia como no Gráfico B.

c) determine o valor de ε_C para *t* = 5 s e construa o gráfico $\mathbf{R_C}$, da variação de ε, 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.



Resolução

Para todos os itens.

A força eletromotriz surge da variação do fluxo magnético. Na expressão abaixo, μ é a permeabilidade magnética, A, a área da espira suspensa e n a densidade linear de espiras em cada solenóide, essas grandezas são todas constantes (k).

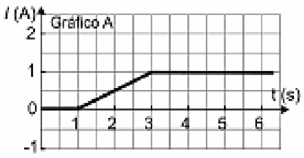
$$\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B\cdot A}{\Delta t} = \frac{(\mu\cdot n\cdot\Delta i)\cdot A}{\Delta t} = \mu\cdot A\cdot n\cdot\frac{\Delta i}{\Delta t}$$

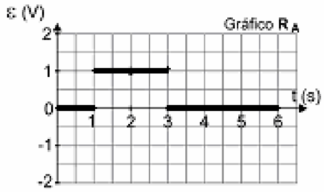
$$\varepsilon = k\frac{\Delta i}{\Delta t}$$

Observe que a força eletromotriz (ε) é proporcional a variação da corrente. Assim, em todos os gráficos, quando a corrente é constante a força eletromotriz é nula.

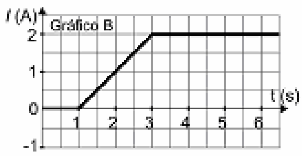
Temos portanto:

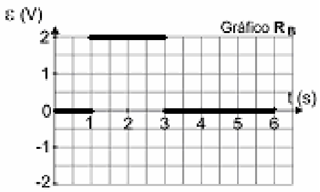
a) Note que no intervalo entre 1 e 3 segundos a corrente aumenta linearmente em função do tempo (inclinação $\frac{\Delta i}{\Delta t}$ é constante) e, portanto, ε é constante. Como temos que em t = 2 s o valor de ε já está determinado (1 V), em todo este intervalo ε igual a 1 V.





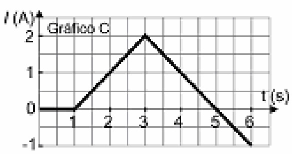
b) No gráfico do item (b) a taxa de variação da corrente em função do tempo $\left(\frac{\Delta i}{\Delta t}\right)$ é duas vezes maior que no item (a), ou seja, a inclinação, também constante, é duas vezes maior. Assim, a força eletromotriz ε também é duas vezes maior que no item (a), ou seja 2 V.

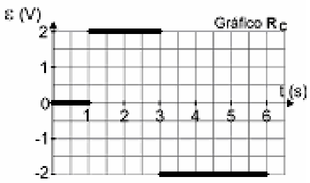




Temos que para t = 2s, ε_B é 2 V

c) No gráfico R_C, temos a mesma situação do gráfico anterior até o tempo de 3 segundos. A partir de então a corrente nas bobinas passa a diminuir, o que induz uma corrente no sentido inverso do anterior. Esta inversão de polaridade é representada pela força eletromotriz ε negativa. Apesar da inclinação $\left(\frac{\Delta i}{\Delta t}\right)$ do gráfico C ser negativa, seu módulo é constante e igual ao anterior. Portanto, ε também é constante e igual a – 2V, ou seja, a situação se repete, com inversão de polaridade.





Dessa maneira, respeitando a convenção adotada, quando t = 5 segundos teremos ε_C = - 2 V.

QUESTÃO 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.

a) Determine o peso, na superfície de Plutão (***P***$_P$), de uma massa que na superfície da Terra pesa 40 N (***P***$_T$ = 40 N).

b) 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 m.

Massa da Terra (M_T) = 500 x Massa de Plutão (M_P)
Raio da Terra (R_T) = 5 x Raio de Plutão (R_P)

NOTE E ADOTE:

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

Peso = *mg*

Resolução

a) Das expressões fornecidas podemos escrever que a aceleração da gravidade em um planeta é dada por:

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

Onde M é a massa do planeta e R seu Raio. Comparando as acelerações para Terra e para Plutão:

$$\frac{g_P}{g_T} = \frac{\dfrac{GM_P}{R_P{}^2}}{\dfrac{GM_T}{R_T{}^2}} = \frac{M_P}{M_T}\cdot\left(\frac{R_T}{R_P}\right)^2$$

Como

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

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

$$\frac{g_P}{g_T} = \frac{M_P}{500M_P}\cdot\left(\frac{5R_P}{R_P}\right)^2 = \frac{1}{20}$$

Como a gravidade em Plutão é 20 vezes menor que a gravidade na Terra, temos que o peso do corpo em Plutão é vinte vezes menor que na terra, ou seja 2N.

b) Da equação de Torricelli, podemos determinar a altura máxima atingida pelo corpo (velocidade horizontal nula).

$$V_{final}{}^2 = V^2 - 2\cdot g\cdot H \Rightarrow H = \frac{V^2}{2g}$$

Comparando a altura máxima que o corpo atingiria na Terra (h_t) com a altura máxima em Plutão (H), se lançadas com mesma velocidade:

$$\frac{H}{h_t} = \frac{\dfrac{V^2}{2g_P}}{\dfrac{V^2}{2g_T}} = \frac{g_T}{g_P} = 20 \Rightarrow H_P = 20H_T$$

Como na Terra a altura vale 1,5 metros, em Plutão a altura será 30 metros.