1ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,5

ENUNCIADO: O eletronvolt (eV) é uma unidade de energia muito útil para fins teóricos. Um eV é a energia adquirida por um eletron que se desloca através de uma diferença de potencial de um volt, ou seja, 1 eV = 1,6 x 10^{-19} joules.

a) Suponha que fosse escolhido um sistema de unidades que tivesse:

- o eV como unidade de energia;
- o comprimento de onda Compton do eletron, λ, como unidade de comprimento; sabe-se que $\lambda = \frac{h}{c.m_e}$, onde h é a constante de Planck (6,63 x 10^{-34} J.s), c é a velocidade da luz no vácuo (3 x 10^{8} m/s) e m_e a massa do eletron (9,1 x 10^{-31}kg);
- a massa m_e do eletron como unidade de massa.

Quais seriam os valores, em termos de unidades do Sistema Internacional, das unidades de tempo, velocidade e força no novo sistema?

b) Se se adotasse a carga do eletron (1,6 x 10^{-19}C) como unidade de carga, qual seria, no sistema do item anterior, o valor da constante K da Lei de Coulomb?

SOLUÇÃO

$$\lambda = \frac{h}{c.m_e} = \frac{6,63 \times 10^{-34}}{3 \times 10^{8} \times 9,1 \times 10^{-31}} = 2,4 \times 10^{-12} \text{ m}$$

a) $[W] = [M][L]^2[T]^{-2} \Rightarrow [T] = (L)[M]^{\frac{1}{2}} \cdot [W]^{-\frac{1}{2}}$

Unidade de tempo: $1(uT) = 1\lambda\sqrt{\frac{1.me}{1\ eV}} = 2,4 \times 10^{-12}\sqrt{\frac{9,1 \times 10^{-31}}{1,6 \times 10^{-19}}} = 5,74 \times 10^{-18}$S

$[v] = [L][T]^{-1}$

Unidade de velocidade: $1(uv) = \frac{1\lambda}{1(uT)} = \frac{2,4 \times 10^{-12}}{5,74 \times 10^{-18}} = 4,2 \times 10^{5}$ m/s

$[W] = [F][L] \Rightarrow [F] = [W][L]^{-1}$

Unidade de força: $1(uF) = \frac{1\ eV}{1\lambda} = \frac{1,6 \times 10^{-19}}{2,4 \times 10^{-12}} = 6,7 \times 10^{-8}$N

b) $$K = 9 \times 10^{9}\ \frac{Nm^2}{C^2} = 9 \times 10^{9}\ \frac{\frac{1}{6,7 \times 10^{-8}} \cdot \left(\frac{1}{2,4 \times 10^{-12}}\right)^2}{\left(\frac{1}{1,6 \times 10^{-19}}\right)^2} = \frac{9 \times 10^{9} \times 2,56 \times 10^{-38}}{6,7 \times 10^{-8} \times 5,76 \times 10^{-24}}$$

$$K = 600\ \frac{(uF)\lambda^2}{e^2}$$

2ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,5

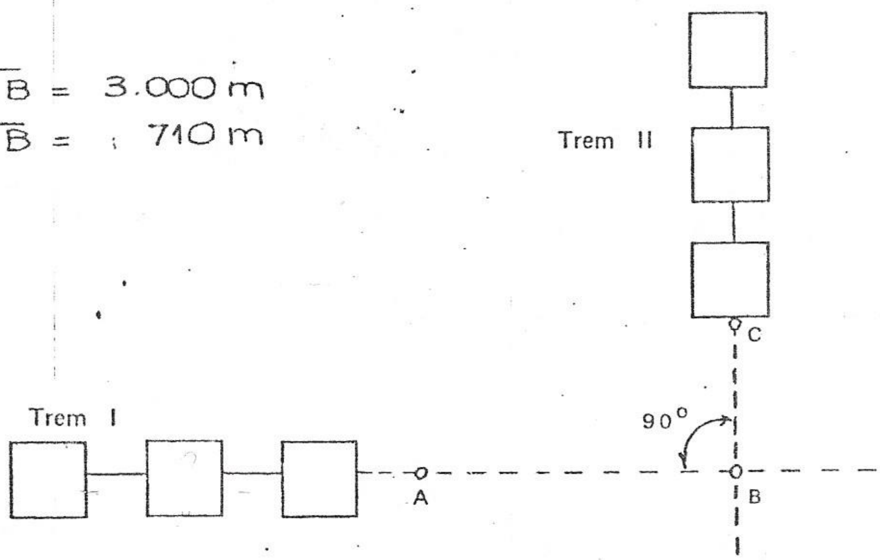
ENUNCIADO: O trem I desloca-se em linha reta, com velocidade constante de 54 km/h, aproximando-se do ponto B, como mostra a figura. Determine em quanto tempo, após a locomotiva do trem I atingir o ponto A, deve o trem II partir do repouso em C, com aceleração constante de 0,2 m/s^2, de forma que, 10 segundos após terminar a sua passagem pelo ponto B, o trem I inicie a passagem pelo mesmo ponto.

NOTAS:

1) Ambos os trens medem 100 metros de comprimento, incluindo suas locomotivas, que viajam à frente.
2) As distâncias ao ponto B são:

$\overline{AB}$ = 3.000 m

$\overline{CB}$ = 710 m



SOLUÇÃO

$$v_I = \frac{54}{3,6} = 15 \text{ m/s}$$

1) Tempo de viagem, de A a B, do trem I, $(\Delta t)_I$:

$$(\Delta t)_I = \frac{3000}{15} = 200 \text{ s}$$

2) Tempo de viagem de II:

$$(\Delta t)^2_{II} = \frac{2(710+100)}{0,2} = 8100 \Rightarrow (\Delta t)_{II} = \pm 90 \text{ s}$$

3) Trem I em A em t=0

Trem II parte de C em $t = t_o$

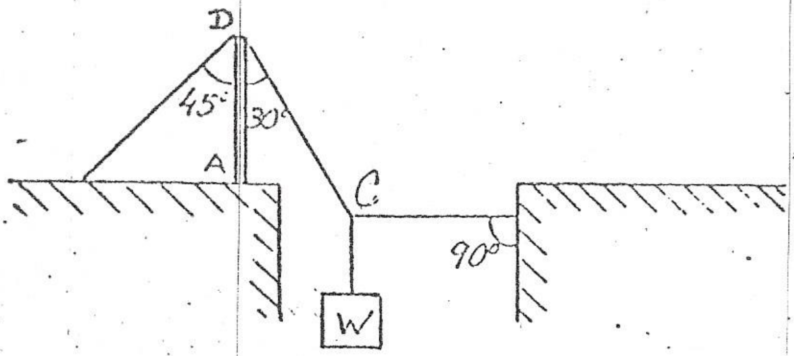
$$(\Delta t)_I = t_o + (\Delta t)_{II} + 10$$

$$t_o = 200 \mp 90 - 10 \begin{cases} t_o = \cancel{280} \text{ s} \quad [t < (\Delta t)_I] \\ t_o = 100 \text{ s} \end{cases}$$

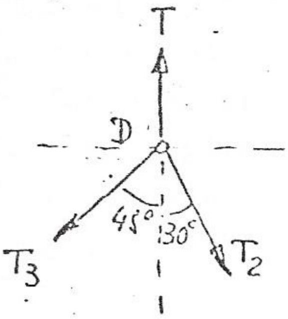
$$\boxed{t_o = 100 \text{ s}}$$

3ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,5

ENUNCIADO: Considerando a figura, determine a expressão, em função do peso W, da força vertical exercida pelo solo sobre a barra AD.



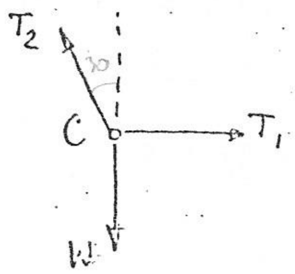
SOLUÇÃO



$$W = T_2 \cos 30^\circ = \frac{T_2\sqrt{3}}{2} \quad \text{-----------} \quad (1)$$

$$T - T_2 \cos 30^\circ - T_3 \cos 45^\circ = 0 \quad \text{-----} \quad (2)$$

$$T_2 \operatorname{sen} 30^\circ - T_3 \operatorname{sen} 45^\circ = 0 \quad \text{---------} \quad (3)$$



$$1 \rightarrow T_2 = \frac{2W}{\sqrt{3}}$$

$$2 \text{ --- } T - W - \frac{T_3\sqrt{2}}{2} = 0 \quad \text{----------------} \quad (4)$$

$$3 \text{ --- } \frac{2W}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} - \frac{T_3\sqrt{2}}{2} = 0 \quad \text{----------------} \quad (5)$$

$$4 - 5 \text{ ------ } T - W - \frac{W\sqrt{3}}{3} = 0$$

$$\boxed{T = W\left(1 + \frac{\sqrt{3}}{3}\right)}$$

4ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,5

ENUNCIADO: Uma bola de aço, com massa de 0,02 kg, colide verticalmente contra um bloco de aço, fixo ao solo, atingindo-o com velocidade de 20 m/s. Sendo 0,8 o coeficiente de restituição, calcule a altura atingida pela bola após a colisão.

Use $g = 10\ m/s^2$.

SOLUÇÃO

Como o bloco não se move, chamando de v_1 e v_2 as velocidades da bola antes e depois da colisão:

$$e = \frac{v_2}{v_1} \rightarrow v_2 = e\, v_1$$

$$v_2 = 0{,}8 \times 20 = 16 \text{ m/s}$$

$$v_2^2 = 2\, gh$$

$$h = \frac{v_2^2}{2g} = \frac{256}{2\text{x}10}$$

$$\boxed{h = 12{,}8 \text{ m}}$$

5ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,5

ENUNCIADO: Um corpo com 10 kg de massa desloca-se em linha reta sobre um plano horizontal, sem atrito, com velocidade de 10 m/s. Uma força constante, com direção e sentido iguais aos do movimento, é, então, aplicada ao corpo durante 4 segundos, fazendo com que o momento linear do corpo aumente de 100 m.kg/s. Determine o módulo da força.

SOLUÇÃO

Como F é constante,

$$\vec{F}.\Delta t = \Delta p$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{100}{4} = 25$$

$$\boxed{F = 25 \text{ N}}$$

6ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,5

ENUNCIADO: Um tanque cúbico, com 2 metros de aresta, tem, em sua face superior, um orifício por onde sai uma tubulação vertical de 100 cm^2 de seção reta, com extremidade aberta. Introduz-se água até encher completamente o tanque e, ainda, atingir altura de 3 metros na tubulação. Calcule, em kgf, a parcela, devida à pressão manométrica, da força exercida sobre a superfície interna de cada face do tanque.

SOLUÇÃO

Fundo:

$$F_1 = p_1.A = \gamma h_1.A = 10^3 (3+2) 2^2 = 2 \times 10^4 \text{ kgf}$$

Superior:

$$F_2 = p_2.A = \gamma h_2.A = 10^3 \text{x} 3 \text{x} 2^2 = 1{,}2 \times 10^4 \text{ kgf}$$

Qualquer lateral:

$$F_3 = \frac{p_1+p_2}{2} . A = \frac{p_1A+p_2A}{2} = \frac{F_1+F_2}{2} = 1{,}6 \times 10^4 \text{ kgf}$$

7ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,5

ENUNCIADO: Uma corda metálica com 120 gramas de massa mede 30 cm. Calcule o valor da tensão a ser estabelecida nesta corda a fim de afiná-la para o dó médio (262 Hz).

SOLUÇÃO

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow F = \mu v^2$$

$$\mu = \frac{m}{\ell}$$

$$v = \lambda f$$

Na freqüência fundamental de oscilação,

$$\ell = \frac{\lambda}{2} \quad \text{ou} \quad \lambda = 2\ell$$

$f = \frac{nv}{2\ell}$

$f = \frac{v}{2\ell}$

$\ell = \frac{\lambda}{2}$

$$v = 2\ell f$$

$$F = \frac{m}{\ell} \cdot 4\ell^2 f^2 \quad \text{ou} \quad F = 4\, m\ell f^2$$

CGS:

$$F = 4 \times 120 \times 30 \times 262^2 = 9,88 \times 10^8 \text{ dyna}$$

MKS:

$$F = 4 \times 0,12 \times 0,3 \times 262^2 = 9,88 \times 10^3 \text{ N}$$

8ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,5

ENUNCIADO: 200 m^3 de um gás considerado perfeito, cuja razão de calores específicos a pressão constante e a volume constante é 1,4, é aquecido, à pressão constante de 10^5 N/m^2, de 20°C até 300°C. Sendo Cr$ 0,50 o preço do kwh e admitindo que todo o calor produzido seja aproveitado no processo, calcule o custo do aquecimento.

SOLUÇÃO

$Q = nC_p \,\Delta T$

n = nº de moles

C_p = calor específico molar

ΔT = variação de temperatura

$pV = n\,RT$ $\quad$ $R = 8,31$ J/mol.K

Das condições iniciais:

$$n = \frac{10^5 \times 2 \times 10^2}{8,31 \times 293} = 8,2 \times 10^3 \text{ moles}$$

$$C_p = C_v + R \rightarrow C_p = \frac{C_p}{1,4} + R$$

$$C_p = 29,1 \text{ J/mol.K}$$

$$Q = 8{,}2 \times 10^3 \times 29{,}1 \times 280 = 66{,}8 \times 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ kwh} = 10^3 \times 3600 \text{ J} = 3{,}6 \times 10^6 \text{ J}$$

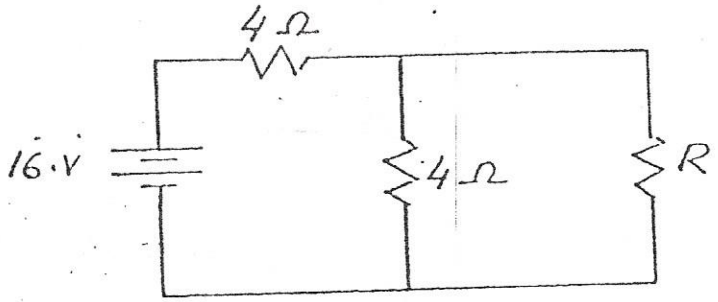
$$Q = \frac{66{,}8 \times 10^6}{3{,}6 \times 10^6} = 18{,}7 \text{ kwh}$$

$$\text{Custo} = 0{,}5 \times 18{,}7 = 9{,}35$$

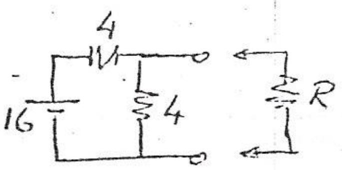
$$\boxed{\text{Custo} = \text{Cr\$ } 9{,}35}$$

9ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,5

ENUNCIADO: No circuito da figura, determine a resistência do resistor R para que a potência nele consumida seja máxima.

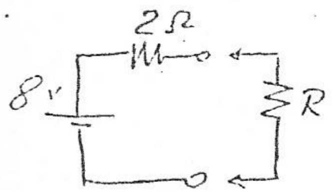


1ª Solução: Thévenin:



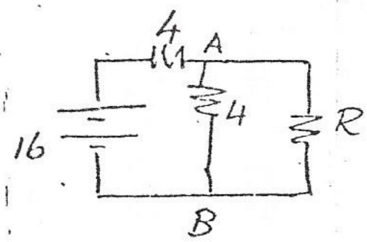
$$V_{Th} = \frac{4}{4+4} \cdot 16 = 8 \text{ v}$$

$$R_{Th} = \frac{4 \cdot 4}{4+4} = 2\Omega$$



Máxima potência em R $\rightarrow$ $\boxed{R = 2\Omega}$

2ª Solução:



$$V_{AB} = \frac{4R}{4+R} \cdot \frac{16}{4 + \frac{4R}{4+R}} = \frac{4R}{4+R} \cdot \frac{16(4+R)}{16+8R} = \frac{8R}{R+2}$$

$$P = \frac{V_{AB}^2}{R} = \frac{1}{R} \cdot \frac{62R^2}{(R+2)^2} = \frac{64R}{R^2+4R+4}$$

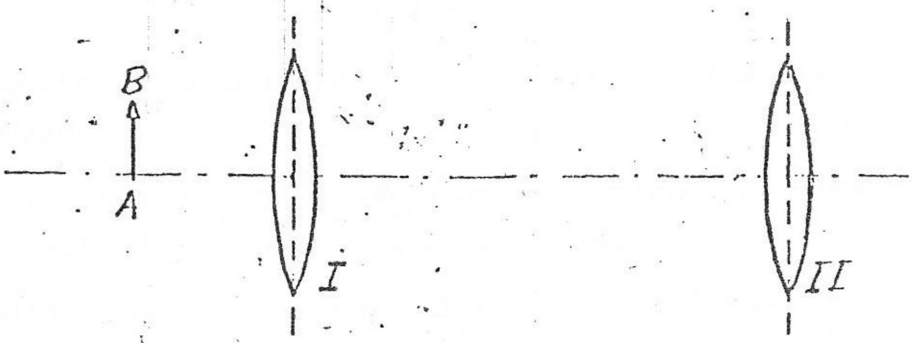
$$\frac{dP}{dR} = \frac{(R^2+4R+4) \times 64 - 64R(2R+4)}{(R^2+4R+4)^2} = 64 \cdot \frac{4 - R^2}{(R^2+4R+4)^2}$$

$$\frac{dP}{dR} = 0 \rightarrow R^2 = 4 \quad \text{ou} \quad R = \pm 2$$

$$\boxed{R = 2\Omega}$$

10ª QUESTÃO: ITEM ÚNICO Valor: 0,5

ENUNCIADO: Um sistema ótico é formado de duas lentes positivas I e II, de distâncias focais 10 cm e 15 cm, com eixos óticos coincidentes e separadas de 60 cm. Determine a localização da imagem final de um objeto AB colocado a 20 cm da lente I e a amplificação total do sistema.



SOLUÇÃO

1) $$\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S'_1} \rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{20} + \frac{1}{S'_1} \rightarrow S'_1 = 20 \text{ cm}$$

$$S_2 = 60 - 20 = 40 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S'_2} \qquad \frac{1}{15} = \frac{1}{40} + \frac{1}{S'_2} \rightarrow S'_2 = 24 \text{ cm}$$

2) $A = A_1 . A_2$ $$A_1 = \frac{S'_1}{S_1} = \frac{20}{20} = 1$$

$$A_2 = \frac{S'_2}{S_2} = \frac{24}{40} = 0,6$$

$$A = 1 \times 0,6 = 0,6$$

$$\boxed{A = 0,6}$$