

UNICAMP – 2003

2ª Fase

FÍSICA

Física – Questão 01

A velocidade linear de leitura de um CD é 1,2 m/s.

A) Um CD de música toca durante 70 minutos, qual é o comprimento da trilha gravada?

B) Um CD também pode ser usado para gravar dados. Nesse caso, as marcações que representam um carácter (letra, número ou espaço em branco) têm 8 μm de comprimento. Se essa prova de Física fosse gravada em um CD, quanto tempo seria necessário para ler o item **A** desta questão?
 $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{ m}$.

RESOLUÇÃO:

A) Primeiramente, encontre quantos segundos correspondem a 70 minutos. Esse tempo está designado por t .

$$t = 70 \times 60 = 4\,200 \text{ s.}$$

Sendo a velocidade linear do CD igual a 1,2 m/s, calcule o comprimento da trilha gravada através da seguinte equação:

$$s = v \cdot t$$

$$s = 1,2 \times 4\,200 = 5\,040 \text{ m.}$$

B) Determine o número de caracteres do item A dessa questão, que será 85.

O comprimento do espaço gravado no CD, s_a , com as informações do item A dessa questão é determinado da maneira mostrada a seguir:

$$s_a = 85 \times 8 \times 10^{-6} \text{ m} = 6,8 \times 10^{-4} \text{ m.}$$

Calcule o tempo de leitura do item a através da equação:

$$t = s_a/v$$

$$t = 6,8 \times 10^{-4}/1,2 = 5,7 \times 10^{-4} \text{ s} = 570 \mu\text{s.}$$

Física – Questão 02

Um cartaz de uma campanha de segurança nas estradas apresenta um carro acidentado com a legenda "de 100 km/h a 0 km/h em 1 segundo", como forma de alertar os motoristas para o risco de acidentes.

- A) Qual é a razão entre a desaceleração média e a aceleração da gravidade, a_c/g ?
- B) De que altura o carro deveria cair para provocar uma variação de energia potencial igual à sua variação de energia cinética no acidente?
- C) A propaganda de um carro recentemente lançado no mercado apregoa uma "aceleração de 0 km/h a 100 km/h em 14 segundos".

Qual é a potência mecânica necessária para isso, considerando que essa aceleração seja constante? Despreze as perdas por atrito e considere a massa do carro igual a 1 000 kg.

RESOLUÇÃO:

A) Sendo a aceleração da gravidade, g , igual a 10 m/s^2 , calcule a desaceleração média também em m/s^2 .

$$100 \text{ km/h} \div 3,6 = 27,8 \text{ m/s.}$$

O módulo da desaceleração média é dado por $\Delta v/\Delta t = 27,8/1 = 27,8 \text{ m/s}^2$.

Compare esse resultado com a aceleração da gravidade. $27,8 = 2,78 g = 2,8 g$.

B) Para determinar essa altura, faça que a energia potencial do carro seja igual a sua energia cinética.

$$mgh = \frac{1}{2} mv^2$$

$$gh = \frac{1}{2} v^2$$

$$10h = \frac{1}{2} (27,8)^2$$

$$h = 38,6 \text{ m}$$

C) A potência é determinada através da razão entre o trabalho realizado pelos motores do carro e o tempo gasto para realizá-lo. O trabalho pode ser determinado através da variação da energia cinética do corpo.

$$W = \Delta E_c = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2 = \frac{1}{2} \cdot 1\,000 \cdot (27,8)^2 = 3,86 \times 10^5 \text{ J}$$

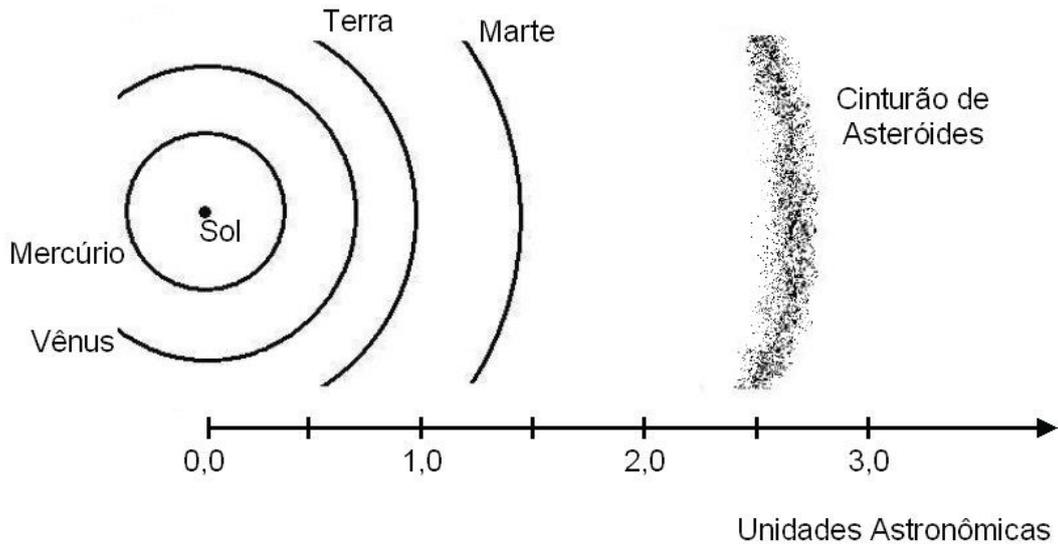
$$P = W/t = 3,86 \times 10^5/14 = 27,6 \text{ kW}$$

Física – Questão 03

A terceira lei de Kepler diz que “o quadrado do período de revolução de um planeta (tempo para dar uma volta em torno do Sol) dividido pelo cubo da distância do planeta ao Sol é uma **constante**”. A distância da Terra ao Sol é equivalente a 1 UA (unidade astronômica).

A) Entre Marte e Júpiter existe um cinturão de asteroides (vide figura). Os asteroides são corpos sólidos que teriam sido originados do resíduo de matéria existente por ocasião da formação do sistema solar. Se no lugar do cinturão de asteroides essa matéria tivesse se aglutinado formando um planeta, quanto duraria o ano deste planeta (tempo para dar uma volta em torno do Sol)?

B) De acordo com a terceira lei de Kepler, o ano de Mercúrio é mais longo ou mais curto que o ano terrestre?



RESOLUÇÃO:

A) Para determinar a período de rotação no novo planeta ao redor do Sol, T_p , determine o raio da órbita desse planeta, R_p , através da escala apresentada na figura do exercício.

$$R_p = 2,7 \text{ U.A}$$

Faça que $T^2/R^3 = \text{constante} = 1$ (com base no raio da Terra em U.A).

$$T_p^2/R_p^3 = 1$$

$$T_p^2 = 2,73$$

$$T_p^2 = 19,7$$

$$T_p = 4,4 \text{ anos terrestres} = 1\ 606 \text{ dias.}$$

B) Iguale a relação estabelecida pela 3ª Lei de Kepler para a Terra e para Marte.

$$T_M^2/R_M^3 = T_T^2/R_T^3$$

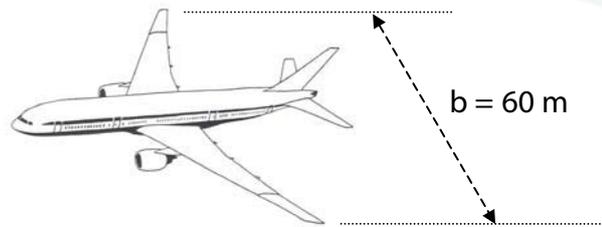
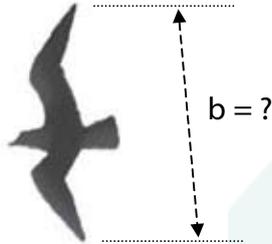
Como $R_M < R_T$, é possível concluir que $T_M < T_T$.

Física – Questão 04

Um corpo que voa tem seu peso **P** equilibrado por uma força de sustentação atuando sobre a superfície de área **A** das suas asas. Para voos em baixa altitude, esta força pode ser calculada pela expressão

$$\frac{P}{A} = 0,37 V^2$$

em que **V** é uma velocidade de voo típica deste corpo. A relação **P/A** para um avião de passageiros é igual a $7\,200 \text{ N/m}^2$ e a distância **b** entre as pontas das asas (envergadura) é de 60 m. Admita que a razão entre as grandezas **P/A** e **b** é aproximadamente a mesma para pássaros e aviões.



A) **ESTIME** a envergadura de um pardal.

B) **CALCULE** a sua velocidade de voo.

C) Em um experimento verificou-se que o esforço muscular de um pássaro para voar a 10 m/s acarretava um consumo de energia de $3,2 \text{ J/s}$. Considerando que 25% deste consumo é efetivamente convertido em potência mecânica, **CALCULE** a força de resistência oferecida pelo ar durante este voo.

RESOLUÇÃO:

A) Determine o valor aproximado da distância entre as pontas das asas do pardal, que é aproximadamente 15 cm.

B) Determine a razão P/A e b para o avião.

$$P/A \cdot 1/b = 7\,200 \cdot 1/60 = 120$$

Essa razão é a mesma para pássaros e aviões. Então, para calcular a velocidade de voo do pardal, faça:

$$P/A \cdot 1/b = 120$$

$$P/A \cdot 1/0,15 = 120$$

$$P/A = 18$$

$$P/A = 0,37 V^2$$

$$0,37 V^2 = 18$$

$$V^2 = 48,6$$

$$V = 6,9 \text{ m/s}$$

C) A potência útil do pássaro é 25% de $3,2 \text{ J/s} = 0,8 \text{ J/s}$. Determine a força através da equação:

$$P = Fv$$

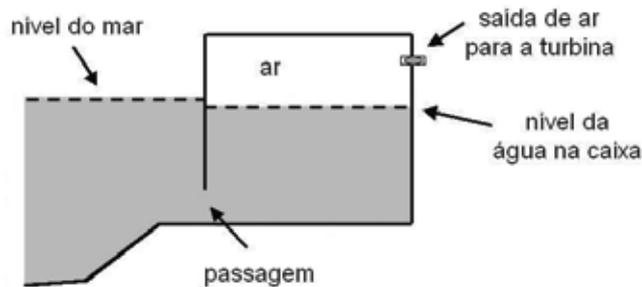
$$0,8 = F \cdot 10$$

$$F = 8,0 \text{ N}$$

Física – Questão 05

Uma usina que utiliza a energia das ondas do mar para gerar eletricidade opera experimentalmente na Ilha dos Picos, nos Açores. Ela tem capacidade para suprir o consumo de até 1 000 pessoas e o projeto vem sendo acompanhado por cientistas brasileiros.

A usina é formada por uma caixa fechada na parte superior e parcialmente preenchida com a água do mar, que entra e sai por uma passagem (vide figura), mantendo aprisionada uma certa quantidade de ar. Quando o nível da água sobe dentro da caixa devido às ondas, o ar é comprimido, acionando uma turbina geradora de eletricidade. A área da superfície horizontal da caixa é igual a 50 m^2 .



A) Inicialmente, o nível da água está a 10 m do teto e a pressão do ar na caixa é igual à pressão atmosférica (10^5 Pa). Com a saída para a turbina fechada, qual será a pressão final do ar se o nível da água subir 2,0 m? Considere que no processo a temperatura do ar permanece constante.

B) **ESBOCE** a curva que representa o processo do **item A** em um diagrama de pressão em função do volume do ar.

C) **ESTIME** o trabalho (em Joules) realizado pelas ondas sobre o ar da caixa.

RESOLUÇÃO:

A) Considerando a temperatura constante a relação que descreve a transformação do ar é:

$PV = \text{constante}$.

Calcule o volume como $V = Ah$

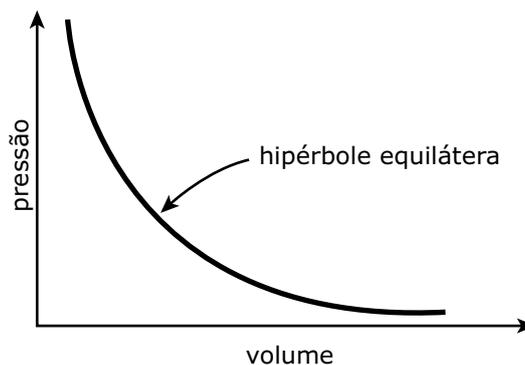
$$P_i A h_i = P_f A h_f$$

$$P_i h_i = P_f h_f$$

$$P_f = P_i h_i / h_f$$

$$P_f = 10^5 \cdot 10/8 = 1,25 \times 10^5 \text{ Pa}.$$

B) Como é uma transformação isotérmica, o produto PV é constante e o gráfico é representado a seguir:



C) Calcule a área abaixo do trapézio determinado pela reta. Essa área será a aproximação do trabalho realizado pelo gás.

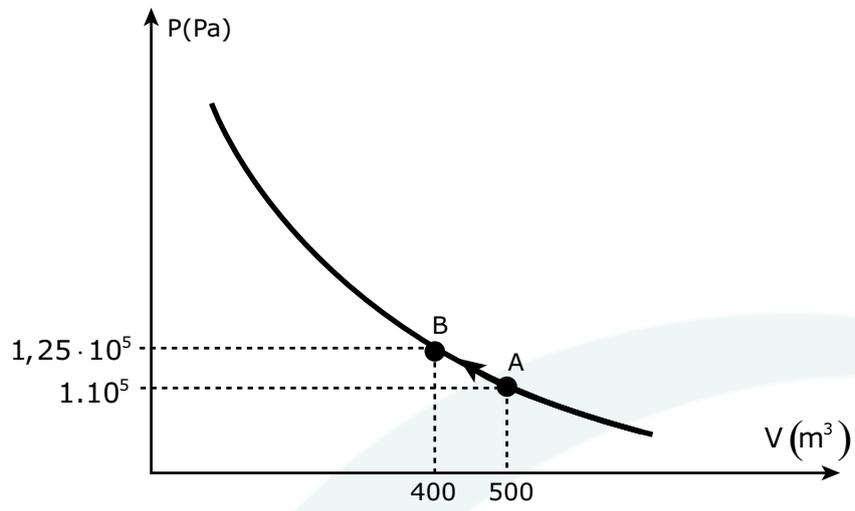
Dados:

$$P_i = 1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_f = 1,25 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$V_i = 400 \text{ m}^3$$

$$V_f = 500 \text{ m}^3$$



$$A = (1,25 \times 10^5 + 1,0 \times 10^5) \cdot (500 - 100)/2 = 1,125 \times 10^7 \text{ J}$$

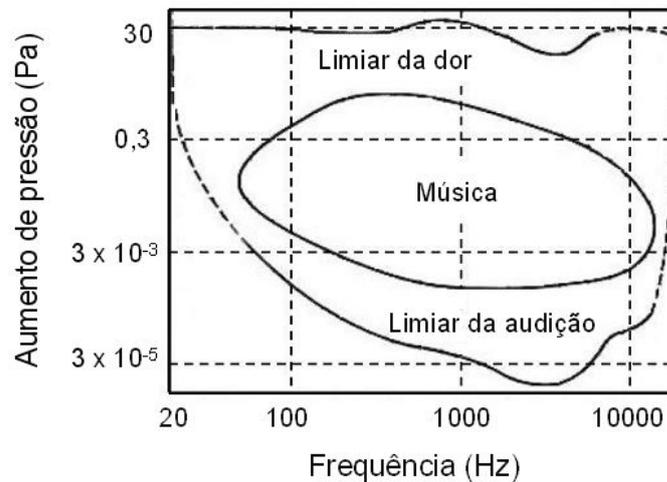
Física – Questão 06

Algumas técnicas usadas para determinar a absorção óptica de um gás baseiam-se no fato de que a energia luminosa absorvida é transformada em energia térmica, elevando assim a temperatura do gás que está sendo investigado.

A) **CALCULE** a energia absorvida pelo gás na passagem de um pulso do feixe de luz laser que dura 2×10^{-3} s.

B) Sendo a capacidade térmica do gás igual a $2,5 \times 10^{-2}$ J/K, qual é a elevação de temperatura do mesmo gás, causada pela absorção do pulso luminoso?

C) **CALCULE** o aumento de pressão produzido no gás devido à passagem de um pulso. Se esse pulso é repetido a uma frequência de 100 Hz, em que região do gráfico a seguir, que representa os níveis sonoros da audição humana em função da frequência, situa-se o experimento?



RESOLUÇÃO:

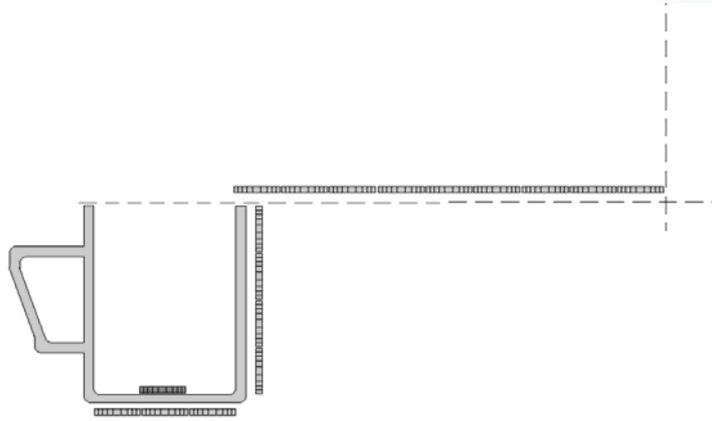
Questão anulada pela equipe do Vestibular da Unicamp por erro de editoração. Foi omitido um parágrafo cuja informação era essencial para sua resolução.

Física – Questão 07

Uma moeda encontra-se exatamente no centro do fundo de uma caneca. Despreze a espessura da moeda. Considere a altura da caneca igual a 4 diâmetros da moeda, d_M , e o diâmetro da caneca igual a $3 d_M$.

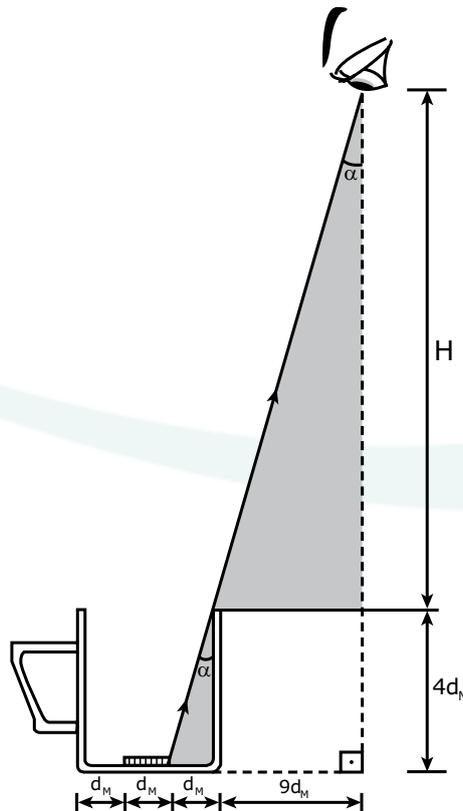
A) Um observador está a uma distância de $9 d_M$ da borda da caneca. Em que altura mínima, acima do topo da caneca, o olho do observador deve estar para ver a moeda toda?

B) Com a caneca cheia de água, qual a nova altura mínima do olho do observador para continuar a enxergar a moeda toda? $n_{\text{água}} = 1,3$.



RESOLUÇÃO:

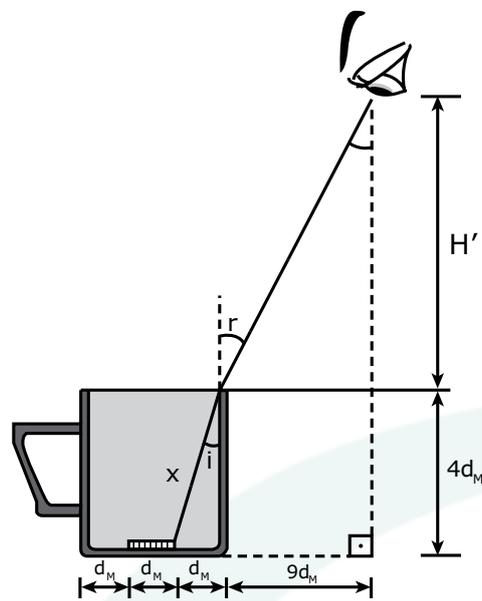
A) Observe o desenho a seguir. Pela semelhança dos triângulos, obtém-se a relação:



$$h/9d_M = 4d_M/1d_M$$

$$h = 36 d_M$$

B)



Pelo desenho apresentado, é possível determinar as seguintes relações:

$$x^2 = (4d_M)^2 + (d_M)^2 \text{ (Teorema de Pitágoras)}$$

$$n_{ar} \sin r = n_{\text{água}} \sin i \text{ (Lei de Snell)}$$

$$\sin r = 1,3 \, d/4,1 = 0,32$$

Utilize a relação trigonométrica a seguir:

$$\sin^2 r + \cos^2 r = 1$$

$$(0,32)^2 + \cos^2 r = 1$$

$$\cos^2 r = 0,9$$

$$\cos r = 0,95$$

$$\operatorname{tg} r = \sin r / \cos r = 9d_M / H$$

$$\operatorname{tg} r = 0,32 / 0,95 = 9d_M / H$$

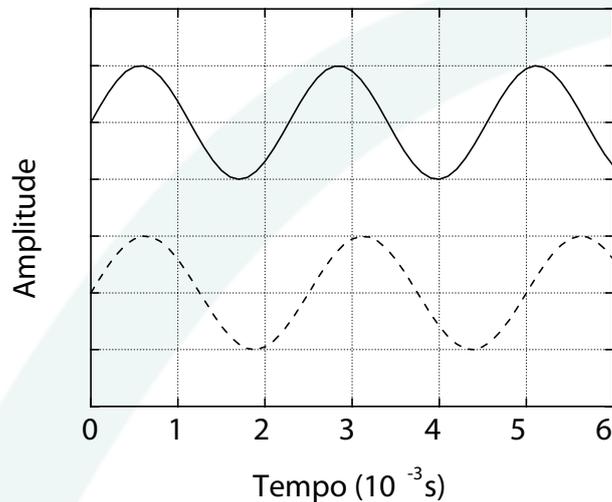
$$H = 27 \, d_M$$

Física – Questão 08

Para a afinação de um piano usa-se um diapásão com frequência fundamental igual a 440 Hz, que é a frequência da nota Lá. A curva contínua do gráfico representa a onda sonora de 440 Hz do diapásão.

A) A nota Lá de um certo piano está desafinada e o seu harmônico fundamental está representado na curva tracejada do gráfico. **OBTENHA** a frequência da nota Lá desafinada.

B) O comprimento dessa corda do piano é igual a 1,0 m e a sua densidade linear é igual a $5,0 \times 10^{-2}$ g/cm. **CALCULE** o aumento de tensão na corda necessário para que a nota Lá seja afinada.



RESOLUÇÃO:

A) Através do gráfico, determine o período da nota Lá desafinada:

$$T = 2,5 \text{ ms}$$

$$f = 1/T = 1/(2,5 \times 10^{-3}) = 400 \text{ Hz}$$

B) A densidade linear da corda, ρ , é igual a $5,0 \times 10^{-2}$ g/cm = $5,0 \times 10^{-3}$ kg/m.

Determine a velocidade de propagação da onda sonora na corda para as frequências de 400 Hz e 440 Hz.

$$v = \lambda f$$

$$v_{400} = 2 \cdot 400 = 800 \text{ m/s}$$

$$v_{440} = 2 \cdot 440 = 880 \text{ m/s}$$

Calcule a tensão na corda para as frequências de 400 Hz e 440 Hz:

$$T = v^2 \cdot \rho$$

$$T_{400 \text{ Hz}} = 800^2 \cdot 5,0 \times 10^{-3} = 3200 \text{ N}$$

$$T_{440 \text{ Hz}} = 880^2 \cdot 5,0 \times 10^{-3} = 3850 \text{ N}$$

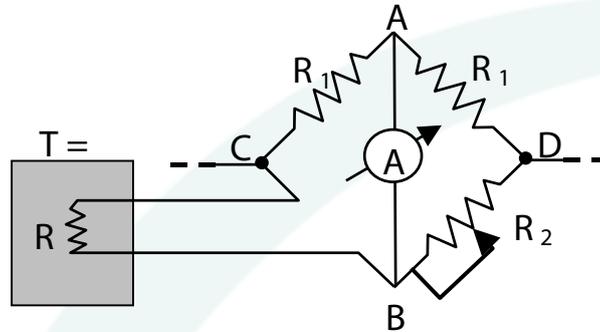
O aumento será $3850 - 3200 = 650 \text{ N}$

Física – Questão 09

A variação de uma resistência elétrica com a temperatura pode ser utilizada para medir a temperatura de um corpo. Considere uma resistência R que varia com a temperatura T de acordo com a expressão

$$R = R_0 (1 + \alpha T)$$

em que $R_0 = 100 \, \Omega$, $\alpha = 4 \times 10^{-3} \, ^\circ\text{C}^{-1}$ e T é dada em graus Celsius. Esta resistência está em equilíbrio térmico com o corpo, cuja temperatura T deseja-se conhecer. Para medir o valor de R , ajusta-se a resistência R_2 , indicada no circuito a seguir, até que a corrente medida pelo amperímetro no trecho AB seja nula.



- A) Qual a temperatura T do corpo quando a resistência R_2 for igual a $108 \, \Omega$?
- B) A corrente através da resistência R é igual a $5,0 \times 10^{-3} \, \text{A}$. Qual a diferença de potencial entre os pontos C e D indicados na figura?

RESOLUÇÃO:

A) Sendo nula a corrente no trecho AB, estabeleça a seguinte relação:

$$R_1 R_2 = R_1 R$$

$$R = R_2 = 108$$

Através da equação e dos dados fornecidos na questão, calcule a temperatura do corpo.

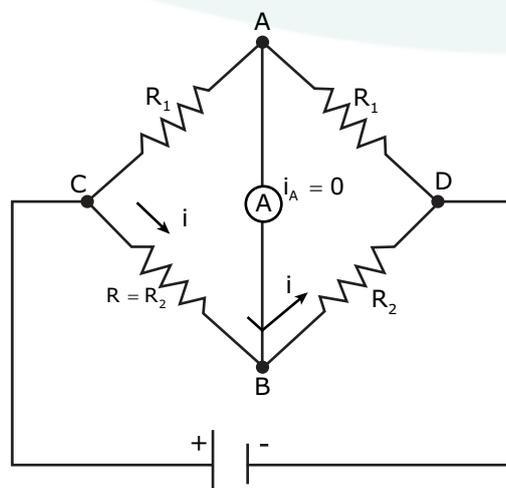
$$R = R_0 (1 + \alpha T)$$

$$108 = 100 \cdot (1 + 4 \times 10^{-3})$$

$$0,08 = 0,004T$$

$$T = 20 \, ^\circ\text{C}$$

B) Determine a resistência equivalente do trecho CD:



$$R_{\text{eq}} = R + R_2 = 108 + 108 = 216 \, \Omega$$

Através da Lei de Ohm, calcule V_{CD} .

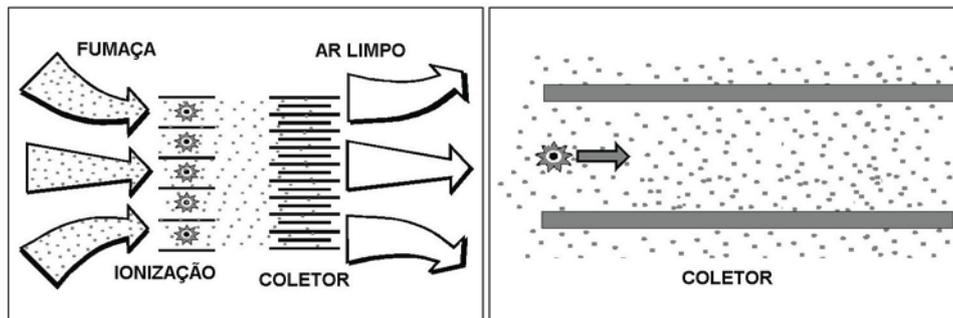
$$V_{\text{CD}} = R_{\text{eq}} I$$

$$V_{\text{CD}} = 216 \cdot 5 \times 10^{-3}$$

$$V_{\text{CD}} = 1,08 \, \text{V}$$

Física – Questão 10

A fumaça liberada no fogão durante a preparação de alimentos apresenta gotículas de óleo com diâmetros entre $0,05 \mu\text{m}$ e $1 \mu\text{m}$. Uma das técnicas possíveis para reter estas gotículas de óleo é utilizar uma coifa eletrostática, cujo funcionamento é apresentado no esquema a seguir: a fumaça é aspirada por uma ventoinha, forçando sua passagem através de um estágio de ionização, onde as gotículas de óleo adquirem carga elétrica. Estas gotículas carregadas são conduzidas para um conjunto de coletores formados por placas paralelas, com um campo elétrico entre elas, e precipitam-se nos coletores.



- A) Qual a massa das maiores gotículas de óleo? Considere a gota esférica, a densidade do óleo $\rho_{\text{óleo}} = 9,0 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ e $\pi = 3$.
- B) Quanto tempo a gotícula leva para atravessar o coletor? Considere a velocidade do ar arrastado pela ventoinha como sendo $0,6 \text{ m/s}$ e o comprimento do coletor igual a $0,30 \text{ m}$.
- C) Uma das gotículas de maior diâmetro tem uma carga de $8 \times 10^{-19} \text{ C}$ (equivalente à carga de apenas 5 elétrons!). Essa gotícula fica retida no coletor para o caso ilustrado na figura? A diferença de potencial entre as placas é de 50 V , e a distância entre as placas do coletor é de 1 cm . Despreze os efeitos do atrito e da gravidade.

RESOLUÇÃO:

A) As maiores gotículas de óleo são aquelas com o diâmetro igual a $1 \mu\text{m}$. Calcule o volume dessa gotícula:

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot (0,5 \times 10^{-6})^3 = 5 \times 10^{-19} \text{ m}^3$$

Determine a sua massa através da relação a seguir em que ρ é a densidade do óleo.

$$m = \rho V$$

$$m = 9 \times 10^2 \cdot 5 \times 10^{-19} = 4,5 \times 10^{-16} \text{ kg}$$

B) Como a velocidade é constante, determine o tempo através da equação:

$$\Delta t = d/v$$

$$\Delta t = 0,30/0,6 = 0,5 \text{ s}$$

C) Determine o campo elétrico E , entre as placas.

$$E = V/d = 50/0,1 = 500 \text{ V/m}$$

A força resultante que atua na partícula é a força elétrica, então:

$$F = Eq = ma$$

$$500 \cdot 8 \times 10^{-19} = 4,5 \times 10^{-16} a$$

$$a = 8,8 \text{ m/s}^2$$

Com o tempo calculado no item B dessa questão, determine a distância percorrida pela gota:

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$0,01 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 8,8(t)^2$$

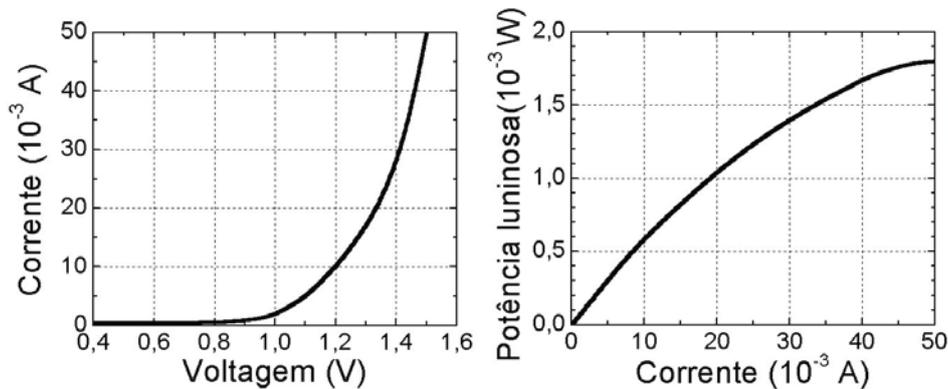
$$t^2 = 0,01/4,4$$

$$t = 0,05 \text{ s}$$

Como $0,05 < 0,5$, a gota não ficará retida na placa.

Física – Questão 11

Um LED (do inglês Light Emiting Diode) é um dispositivo semicondutor para emitir luz. Sua potência depende da corrente elétrica que passa através desse dispositivo, controlada pela voltagem aplicada. Os gráficos seguintes representam as características operacionais de um LED com comprimento de onda na região do infravermelho, usado em controles remotos.



- A) Qual é a potência elétrica do diodo, quando uma tensão de 1,2 V é aplicada?
B) Qual é a potência de saída (potência elétrica transformada em luz) para essa voltagem? Qual é a eficiência do dispositivo?
C) Qual é a eficiência do dispositivo sob uma tensão de 1,5 V?

RESOLUÇÃO:

A) Através do gráfico de corrente em função da voltagem, determine a potência do diodo.

$$P = Vi$$

$$P = 1,2 \cdot 10 \times 10^{-3} = 1,2 \times 10^{-2} \text{ W}$$

B) Através do gráfico de potência luminosa em função da corrente elétrica, determine a potência de saída para a corrente igual a 10×10^{-3} A.

$$P_{\text{lum}} = 0,6 \times 10^{-3} \text{ W}$$

$$\text{Eficiência} = P_{\text{lum}}/P = 0,6 \times 10^{-3}/1,2 \times 10^{-2} = 0,05 = 5\%$$

C) Faça os cálculos efetuados nos itens A e B dessa questão, utilizando a tensão igual a 1,5 V.

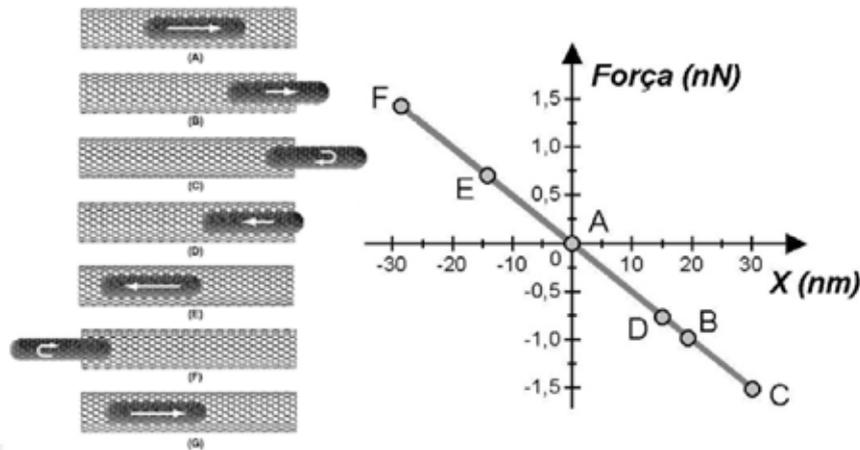
$$P = 1,5 \times 50 \times 10^{-3} = 75 \times 10^{-3} \text{ W}$$

$$P_{\text{lum}} = 1,8 \times 10^{-3} \text{ W}$$

$$\text{Eficiência} = P_{\text{lum}}/P = 1,8 \times 10^{-3}/75 \times 10^{-3} = 0,024 = 2,4\%$$

Física – Questão 12

Os átomos de carbono têm a propriedade de se ligarem, formando materiais muito distintos entre si, como o diamante, o grafite e os diversos polímeros. Há alguns anos foi descoberto um novo arranjo para esses átomos: os nanotubos, cujas paredes são malhas de átomos de carbono. O diâmetro desses tubos é de apenas alguns nanômetros ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). No ano passado, foi possível montar um sistema no qual um "nanotubo de carbono" fechado nas pontas oscila no interior de um outro nanotubo de diâmetro maior e aberto nas extremidades, conforme ilustração seguinte. As interações entre os dois tubos dão origem a uma força restauradora representada no gráfico. $1 \text{ nN} = 10^{-9} \text{ N}$.



A) **ENCONTRE**, por meio do gráfico, a constante de mola desse oscilador.

B) O tubo oscilante é constituído de 90 átomos de carbono. Qual é a velocidade máxima desse tubo, sabendo-se que um átomo de carbono equivale a uma massa de $2 \times 10^{-26} \text{ kg}$?

RESOLUÇÃO:

A) O módulo da força elástica é determinada por $F = kx$, portanto, determine k através da relação:

$$k = F/x = 0,5 \times 10^{-9} / 10 \times 10^{-9} = 0,05 \text{ N/m}$$

B) Calcule a massa de 90 átomos de carbono.

$$90 \cdot 2 \times 10^{-26} = 180 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

A velocidade é máxima quando a energia cinética é máxima. Pelo princípio da conservação da energia, obtém-se a seguinte relação:

$$\frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} kx_{\text{máx}}^2$$

$$mv^2 = kx_{\text{máx}}^2$$

$$180 \times 10^{-26} \cdot v^2 = 0,05 \cdot (30 \times 10^{-9})^2$$

$$v^2 = 2,5 \times 10^7$$

$$v = 5,0 \times 10^3 \text{ m/s}$$