



### FÍSICA

01. Em 2011 o Atlantis realizou a última missão dos ônibus espaciais, levando quatro astronautas à Estação Espacial Internacional.

- A Estação Espacial Internacional gira em torno da Terra numa órbita aproximadamente circular de raio  $R = 6800 \text{ km}$  e completa 16 voltas por dia. Qual é a velocidade escalar média da Estação Espacial Internacional?
- Próximo da reentrada na atmosfera, na viagem de volta, o ônibus espacial tem velocidade de cerca de  $8000 \text{ m/s}$ , e sua massa é de aproximadamente 90 toneladas. Qual é a sua energia cinética?

#### Resolução:

$$a) V_M = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$V_M = \frac{(2 \cdot \pi \cdot 6800) \cdot 16}{24}$$

$$V_M \cong 28.484 \text{ km/h}$$

$$b) E_C = \frac{m \cdot V^2}{2}$$

$$E_C = \frac{90.000 \cdot (8.000)^2}{2}$$

$$E_C = 2,88 \times 10^{12} \text{ J}$$

02. O tempo de viagem de qualquer entrada da Unicamp até a região central do campus é de apenas alguns minutos. Assim, a economia de tempo obtida, desrespeitando-se o limite de velocidade, é muito pequena, enquanto o risco de acidentes aumenta significativamente.

- Considere que um ônibus de massa  $M = 9000 \text{ kg}$ , viajando a  $80 \text{ km/h}$ , colide na traseira de um carro de massa  $m_a = 1000 \text{ kg}$  que se encontrava parado. A colisão é inelástica, ou seja, carro e ônibus seguem grudados após a batida. Calcule a velocidade do conjunto logo após a colisão.
- Além do excesso de velocidade, a falta de manutenção do veículo pode causar acidentes. Por exemplo, o desalinhamento das rodas faz com que o carro sofra a ação de uma força lateral. Considere um carro com um pneu dianteiro desalinhado de  $3^\circ$ , conforme a figura ao lado, gerando uma componente lateral da força de atrito  $\vec{F}_L$  em uma das rodas. Para um carro de massa  $m_b = 1600 \text{ kg}$ , calcule o módulo da aceleração lateral do carro, sabendo que o módulo da força de atrito em cada roda vale  $F_{at} = 8000 \text{ N}$ . Dados:  $\text{sen } 3^\circ = 0,05$  e  $\text{cos } 3^\circ = 0,99$ .

#### Resolução:

$$a) Q_A = Q_D$$

$$M_{O_A} \cdot V_{O_A} + m_{C_A} \cdot V_{C_A} = M_{O_D} \cdot V_{O_D} + m_{C_D} \cdot V_{C_D}$$

$$9.000 \cdot 80 + 1.000 \cdot 0 = 9.000 \cdot V + 1.000 \cdot V$$

$$720.000 = 10.000V$$

$$V = 72 \text{ km/h}$$

$$b) \text{sen } 3^\circ = \frac{F_L}{F_{at}}$$

$$F_L = F_{at} \cdot \text{sen } 3^\circ$$

$$F_L = 8.000 \cdot 0,05$$

$$F_L = 400 \text{ N}$$

$$F_{RES} = m \cdot a$$

$$400 = 1600 \cdot a$$

$$a = 0,25 \text{ m/s}^2$$



03. O óleo lubrificante tem a função de reduzir o atrito entre as partes em movimento no interior do motor e auxiliar na sua refrigeração. O nível de óleo no cárter varia com a temperatura do motor, pois a densidade do óleo muda com a temperatura. A tabela ao lado apresenta a densidade de certo tipo de óleo para várias temperaturas.

a) Se forem colocados 4 litros de óleo a 20°C no motor de um carro, qual será o volume ocupado pelo óleo quando o motor estiver a 100°C?

$T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\rho$ (kg/litro)
0	0,900
20	0,882
40	0,876
60	0,864
80	0,852
100	0,840
120	0,829
140	0,817

b) A força de atrito que um cilindro de motor exerce sobre o pistão que se desloca em seu interior tem módulo  $F_{\text{atrito}} = 3,0 \text{ N}$ . A cada ciclo o pistão desloca-se 6,0 cm para frente e 6,0 cm para trás, num movimento de vai e vem. Se a frequência do movimento do pistão é de 2500 ciclos por minuto, qual é a potência média dissipada pelo atrito?

**Resolução:**

a)  $\rho = \frac{m}{V}$

A 100°C, temos:

$0,882 = \frac{m}{4}$

$\rho = \frac{m}{V}$

$m = 3,528 \text{ kg}$

$0,840 = \frac{3,528}{V}$

$V = \frac{3,528}{0,840} \Rightarrow V = 4,2 \text{ L}$

b)  $P_{\text{ot}} = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{F \cdot d}{\Delta t}$

$P_{\text{ot}} = \frac{3 \cdot (2 \cdot 0,06)}{\frac{60}{2500}}$

$P_{\text{ot}} = 15 \text{ W}$

04. Os balões desempenham papel importante em pesquisas atmosféricas e sempre encantaram os espectadores. Bartolomeu de Gusmão, nascido em Santos em 1685, é considerado o inventor do aeróstato, balão empregado como aeronave. Em temperatura ambiente,  $T_{\text{amb}} = 300 \text{ K}$ , a densidade do ar atmosférico vale  $\rho_{\text{amb}} = 1,26 \text{ kg/m}^3$ . Quando o ar no interior de um balão é aquecido, sua densidade diminui, sendo que a pressão e o volume permanecem constantes. Com isso, o balão é acelerado para cima à medida que seu peso fica menor que o empuxo.

a) Um balão tripulado possui volume total  $V = 3,0 \times 10^6$  litros. Encontre o empuxo que atua no balão.

b) Qual será a temperatura do ar no interior do balão quando sua densidade for reduzida a  $\rho_{\text{quente}} = 1,05 \text{ kg/m}^3$ ? Considere que o ar se comporta como um gás ideal e note que o número de moles de ar no interior do balão é proporcional à sua densidade.

**Resolução:**

a)  $E = \rho_{\text{ar}} \cdot V \cdot g$

$E = 1,26 \cdot (3 \times 10^6 \cdot 10^{-3}) \cdot 10$

$E = 37.800 \text{ N}$

b)  $\rho_{\text{amb}} \cdot T_{\text{amb}} = \rho_{\text{quente}} \cdot T_{\text{quente}}$

$1,26 \cdot 300 = 1,05 \cdot T_{\text{quente}}$

$T_{\text{quente}} = 360 \text{ K}$

05. Em 2015, estima-se que o câncer será responsável por uma dezena de milhões de mortes em todo o mundo, sendo o tabagismo a principal causa evitável da doença. Além das inúmeras substâncias tóxicas e cancerígenas contidas no cigarro, a cada tragada, o fumante aspira fumaça a altas temperaturas, o que leva à morte células da boca e da garganta, aumentando ainda mais o risco de câncer.

- a) Para avaliar o efeito nocivo da fumaça,  $N_0 = 9,0 \times 10^4$  células humanas foram expostas, em laboratório, à fumaça de cigarro à temperatura de  $72^\circ\text{C}$ , valor típico para a fumaça tragada pelos fumantes. Nos primeiros instantes, o número de células que permanecem vivas em função do tempo  $t$  é dado por  $N(t) = N_0 \left(1 - \frac{2t}{\tau}\right)$ , em que  $\tau$  é o tempo necessário para que 90% das células morram. O gráfico abaixo mostra como  $\tau$  varia com a temperatura  $\theta$ . Quantas células morrem por segundo nos instantes iniciais?
- b) A cada tragada, o fumante aspira aproximadamente 35 mililitros de fumaça. A fumaça possui uma capacidade calorífica molar  $C = 32 \frac{\text{J}}{\text{K} \times \text{mol}}$  e um volume molar de 28 litros/mol. Assumindo que a fumaça entra no corpo humano a  $72^\circ\text{C}$  e sai a  $37^\circ\text{C}$ , calcule o calor transferido ao fumante numa tragada.

**Resolução:**

a)  $N(t) = N_0 \left(1 - \frac{2t}{\tau}\right)$

$$N(1) = 9 \times 10^4 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 1}{5}\right)$$

$$N(1) = 9 \times 10^4 \cdot (0,6)$$

$$N(1) = 54.000 \text{ células}$$

$$N_{\text{mortas}} = 90.000 - 54.000$$

$$N_{\text{mortas}} = 3,6 \times 10^4 \text{ células / segundo}$$

b)  $|Q_T| = 1 \text{ n} \cdot C_n \cdot \Delta\theta$

$$|Q_T| = \left| \left( \frac{35 \times 10^{-3}}{28} \right) \cdot 32 \cdot (37 - 72) \right|$$

$$|Q_T| = 1,4 \text{ J}$$

06. Em 1963, Hodgkin e Huxley receberam o prêmio Nobel de Fisiologia por suas descobertas sobre a geração de potenciais elétricos em neurônios. Membranas celulares separam o meio intracelular do meio externo à célula, sendo polarizadas em decorrência do fluxo de íons. O acúmulo de cargas opostas nas superfícies interna e externa faz com que a membrana possa ser tratada, de forma aproximada, como um capacitor.

- a) Considere uma célula em que íons, de carga unitária  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , cruzam a membrana e dão origem a uma diferença de potencial elétrico de 80 mV. Quantos íons atravessaram a membrana, cuja área é  $A = 5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2$ , se sua capacitância por unidade de área é  $C_{\text{área}} = 0,8 \times 10^{-6} \text{ F/cm}^2$ ?
- b) Se uma membrana, inicialmente polarizada, é despolarizada por uma corrente de íons, qual a potência elétrica entregue ao conjunto de íons no momento em que a diferença de potencial for 20 mV e a corrente for  $5 \times 10^8$  íons/s, sendo a carga de cada íon  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ?

**Resolução:**

a)  $C = \frac{Q}{V}$

$$C = \frac{n \cdot e}{V}$$

$$5 \times 10^{-5} \cdot 0,8 \times 10^{-6} = \frac{n \cdot 1,6 \times 10^{-19}}{80 \times 10^{-3}}$$

$$n = 2 \times 10^7 \text{ íons}$$

b)  $i = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{n \cdot e}{\Delta t} = \frac{5 \times 10^8 \cdot 1,6 \times 10^{-19}}{1}$

$$i = 8 \times 10^{-11} \text{ A}$$

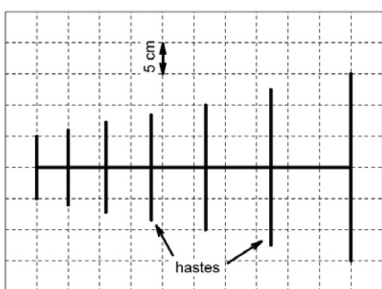
$$P = U \cdot i$$

$$P = 20 \times 10^{-3} \cdot 8 \times 10^{-11}$$

$$P = 1,6 \times 10^{-12} \text{ W}$$

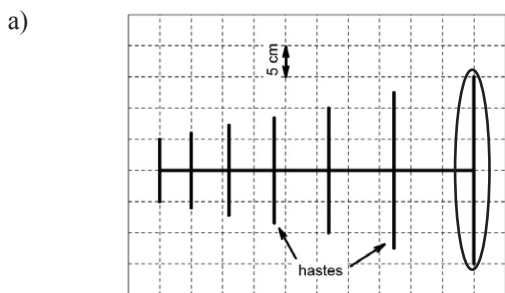
07. Nos últimos anos, o Brasil vem implantando em diversas cidades o sinal de televisão digital. O sinal de televisão é transmitido através de antenas e cabos, por ondas eletromagnéticas cuja velocidade no ar é aproximadamente igual à da luz no vácuo.

- a) Um tipo de antena usada na recepção do sinal é a log-periódica, representada na figura abaixo, na qual o comprimento das hastes metálicas de uma extremidade à outra,  $L$ , é variável. A maior eficiência de recepção é obtida quando  $L$  é cerca de meio comprimento de onda da onda eletromagnética que transmite o sinal no ar ( $L \sim \lambda / 2$ ). Encontre a menor frequência que a antena ilustrada na figura consegue sintonizar de forma eficiente, e marque na figura a haste correspondente.



- b) Cabos coaxiais são constituídos por dois condutores separados por um isolante de índice de refração  $n$  e constante dielétrica  $K$ , relacionados por  $K = n^2$ . A velocidade de uma onda eletromagnética no interior do cabo é dada por  $v = c / n$ . Qual é o comprimento de onda de uma onda de frequência  $f = 400$  MHz que se propaga num cabo cujo isolante é o polietileno ( $K = 2,25$ )?

**Resolução:**



$$\frac{\lambda}{2} = 0,30 \quad V = \lambda \cdot f$$

$$\lambda = 0,60 \text{ m} \quad 3 \times 10^8 = 0,6 \cdot f$$

$$f = 5 \times 10^8 \text{ Hz}$$

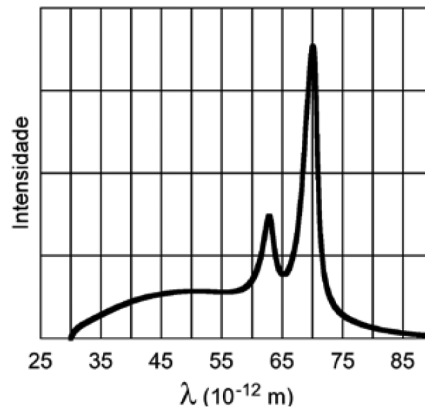
b)

$$V = \frac{C}{n} \Rightarrow V = \frac{3 \times 10^8}{1,5} = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$V = \lambda \cdot f \Rightarrow \frac{2 \times 10^8}{400 \times 10^6} = \lambda \Rightarrow \lambda = 0,5 \text{ m}$$

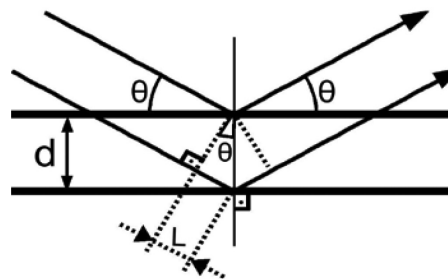
08. Raios X, descobertos por Röntgen em 1895, são largamente utilizados como ferramenta de diagnóstico médico por radiografia e tomografia. Além disso, o uso de raios X foi essencial em importantes descobertas científicas, como, por exemplo, na determinação da estrutura do DNA.

- a) Em um dos métodos usados para gerar raios X, elétrons colidem com um alvo metálico perdendo energia cinética e gerando fótons de energia  $E = h \nu$ , sendo  $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  e  $\nu$  a frequência da radiação. A figura (a) abaixo mostra a intensidade da radiação emitida em função do comprimento de onda,  $\lambda$ . Se toda a energia cinética de um elétron for convertida na energia de um fóton, obtemos o fóton de maior energia. Nesse caso, a frequência do fóton torna-se a maior possível, ou seja, acima dela a intensidade emitida é nula. Marque na figura o comprimento de onda correspondente a este caso e calcule a energia cinética dos elétrons incidentes.



- b) O arranjo atômico de certos materiais pode ser representado por planos paralelos separados por uma distância  $d$ . Quando incidem nestes materiais, os raios X sofrem reflexão especular, como ilustra a figura (b) abaixo. Uma situação em que ocorre interferência construtiva é aquela em que a diferença do caminho percorrido por dois raios paralelos,  $2 \times L$ , é igual a  $\lambda$ , um comprimento de onda da radiação incidente. Qual a distância  $d$  entre planos para os quais foi observada interferência construtiva em  $\theta = 14,5^\circ$  usando-se raios X de  $\lambda = 0,15 \text{ nm}$ ?

Dados:  $\sin 14,5^\circ = 0,25$  e  $\cos 14,5^\circ = 0,97$ .



**Resolução:**

a)  $\lambda = 30 \times 10^{-12} \text{ m}$  (gráfico)

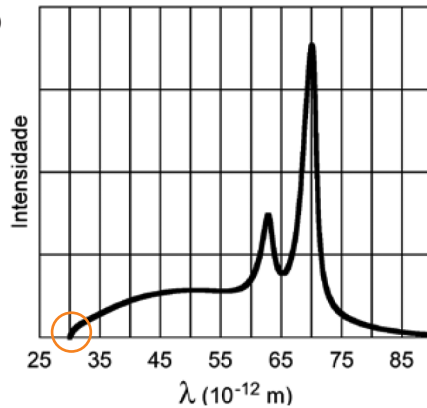
$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^{-11}}$$

$$f = 1 \times 10^{19} \text{ Hz}$$

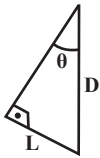
$$E = h \cdot \nu = h \cdot f$$

$$E = 6,6 \times 10^{-34} \cdot 1 \times 10^{19}$$

$$E = 6,6 \times 10^{-15} \text{ J}$$



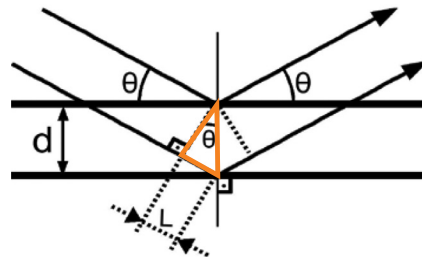
b)



$$\text{sen } \theta = \frac{L}{D}$$

$$\text{sen } 14,5^\circ = \frac{\frac{\lambda}{2}}{D} \Rightarrow 0,28 = \frac{0,15 \times 10^{-9}}{D} \Rightarrow$$

$$D = \frac{0,15 \times 10^{-9}}{0,28} \Rightarrow D = 3 \times 10^{-10} \text{ m}$$



**COMENTÁRIO DO CPV**

A prova de Física da 2ª fase da UNICAMP/2012, segundo o grupo de professores do CPV, foi considerada de nível médio.

Embora a Mecânica tenha representado quase a metade da prova, os examinadores exploraram praticamente todas as áreas da Física, com destaque para a questão 08, a qual aborda os conteúdos da Física Moderna.

As questões apresentaram enunciados claros e coerentes, exigindo do candidato sua interpretação e habilidades com contas matemáticas.