

UFMG – 2005

2º DIA

FÍSICA

Física – Questão 01

Durante um voo, um avião lança uma caixa presa a um paraquedas. Após esse lançamento, o paraquedas abre-se e uma força \vec{F} , devida à resistência do ar, passa a atuar sobre o conjunto – caixa e paraquedas.

Considere que o módulo dessa força é dado por $F = bv$, em que b é uma constante e v é o módulo da velocidade do conjunto.

Observa-se que, depois de algum tempo, o conjunto passa a cair com velocidade constante.

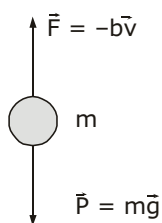
1. Com base nessas informações, **EXPLIQUE** por que, depois de algum tempo, o conjunto passa a cair com velocidade constante.

2. Considere que a massa do conjunto é 50 kg e a sua velocidade final é 10 m/s. **CALCULE** a constante de proporcionalidade b .

RESOLUÇÃO:

1. O conjunto em queda está submetido a duas forças verticais: o peso, $m\vec{g}$, dirigido para baixo e a resistência do ar, $-b\vec{v}$, dirigida para cima. Quando o corpo cai, inicialmente sua velocidade aumenta, aumentando também a força de resistência do ar. Como o peso permanece constante, chega um momento em que a resultante das forças $m\vec{g}$ e $-b\vec{v}$ torna-se nula. A aceleração neste momento será nula e o corpo continuará com a velocidade que possuía neste instante.

2.



$$v = \text{constante} \Rightarrow F_{\text{resultante}} = 0 \text{ (1ª lei de Newton)}$$

$$F = P$$

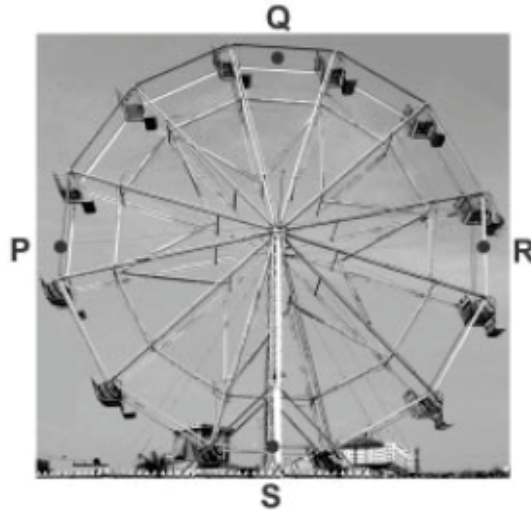
$$bv = mg$$

$$b = \frac{mg}{v} = \frac{50 \cdot 10}{10} = 50 \text{ kg/s}$$

$$b = 50 \text{ kg/s}$$

Física – Questão 02

Ana está sentada em um banco de uma roda-gigante, que gira com velocidade angular constante. Nesse movimento, Ana passa, sucessivamente, pelos pontos P, Q, R e S, como mostrado na figura a seguir. Considere que a massa de Ana é 30 kg, que o raio de sua trajetória é 5,0 m e que o módulo de sua velocidade angular é 0,40 rad/s.



Com base nessas informações:

1. **DETERMINE** a força resultante – módulo, direção e sentido – sobre Ana quando esta passa pelo ponto Q, indicado na figura.

2. **RESPONDA:**

O módulo da força que o banco faz sobre Ana é maior no ponto Q ou no ponto S? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO

1. Como a velocidade angular é constante, a força resultante (F_R) faz papel de força centrípeta.

$$F_R = F_C = m\omega^2 R = 30 \cdot (0,40)^2 \cdot 5,0 = 24 \text{ N} \Rightarrow \mathbf{F_R = 24 \text{ N}}$$

Direção: vertical

Sentido: para o centro da trajetória

2. O módulo da força que o banco faz em S (F_S) é maior que o módulo da força que o banco faz em Q (F_Q) conforme demonstrado a seguir:

A força resultante (F_R) que exerce a função de força centrípeta é a mesma nos dois casos.

em Q:

$$F_R = P - F_Q$$

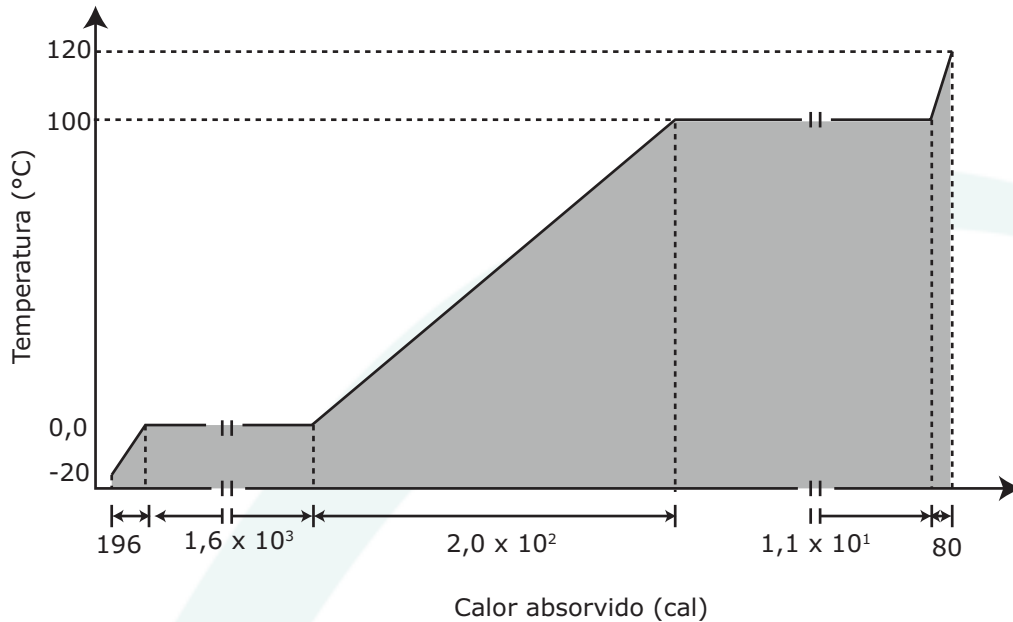
em S:

$$F_R = F_S - P$$

Como o peso também é constante, temos $\mathbf{F_S > F_Q}$

Física – Questão 03

Uma massa de 20 g de gelo, inicialmente a -20°C , é aquecida até converter-se em vapor de água. A temperatura dessa substância em função do calor absorvido por ela durante esse processo está representada neste gráfico:



Por conveniência, nesse gráfico, o eixo correspondente ao calor absorvido **não** está em escala.

- Com base nessas informações, **CALCULE** o calor específico do gelo.
- Um pedaço de ferro de 100 g, inicialmente a 100°C , é colocado junto com 20 g de gelo, a 0°C , dentro de uma caixa de isopor, que, em seguida, é fechada. Despreze a capacidade térmica da caixa e considere o isopor um bom isolante térmico. Sabe-se que o calor específico do ferro é igual a $0,11 \text{ cal}/(\text{g}^{\circ}\text{C})$. **CALCULE** a temperatura final do pedaço de ferro.

RESOLUÇÃO:

- O calor associado a uma variação de temperatura será dado por $Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$

$$c = \frac{196}{20 \times 20} = 0,49 \dots\dots\dots$$

$$c = 0,49 \frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}}$$

- Quantidade máxima de calor (Q_f) que o bloco de ferro poderia liberar é:

$$Q_f = m \cdot c \cdot \Delta T = 100 \times 0,11 \times 100 = 1100 \text{ cal} = 1,1 \times 10^3 \text{ cal}$$

Pelos dados do gráfico, para a fusão de 20 g de gelo seria necessário uma quantidade de calor $Q_G = 1,6 \times 10^3 \text{ cal}$.

Como $Q_G > Q_f$ não haverá fusão de todo o gelo. Teremos então no equilíbrio, água, gelo e ferro a 0°C . Então, a temperatura final do pedaço de ferro será 0°C .

Física – Questão 04

Sabe-se que a velocidade de propagação de uma onda em uma corda, de comprimento L e massa m , é dada por $v_c = \sqrt{\frac{TL}{m}}$, em que T é a tensão na corda. Considere duas cordas de um violão – P e Q –, de mesmo comprimento L e submetidas à mesma tensão T . A massa da corda P é m e a da corda Q é $2m$. Seja v_s a velocidade do som no ar. Flávia dedilha as duas cordas.

Com base nessas informações:

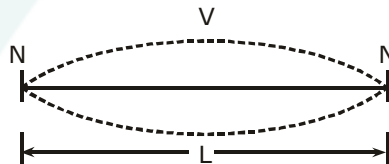
1. **DETERMINE** uma expressão para o maior comprimento de onda de uma onda que pode ser produzida nessas cordas. **JUSTIFIQUE** sua resposta.
2. **RESPONDA:** Qual das cordas – a P ou a Q – produz o som mais grave? **JUSTIFIQUE** sua resposta.
3. **DETERMINE** uma expressão para o maior comprimento de onda de uma onda sonora produzida no ar pela corda P.

RESOLUÇÃO:

1. O maior comprimento de onda ocorrerá no modo correspondente ao 1º harmônico (ou modo fundamental) mostrado na figura a seguir:

A corda tem 2 nós em seus extremos que distam L .

Numa onda estacionária a distância entre dois nós consecutivos vale $\lambda/2$; logo $L = \lambda/2$, então, $\lambda_{\text{máx}} = 2L$



2. O som mais grave (menor frequência), ocorre na corda de maior densidade linear, pois esta vibrará mais lentamente, observando as seguintes condições:

$$v_c = \sqrt{\frac{TL}{m}}; \lambda = 2L \text{ e } f = \frac{v}{\lambda}, \text{ logo } f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{TL}{m}}$$

Como T e L são constantes, quanto maior a massa menor a frequência, portanto a corda que produz o som mais grave é a corda Q.

3. Como a frequência do som no ar (f_a) é igual à frequência de vibrações da corda (f_c), temos:

$$f_a = f_c$$

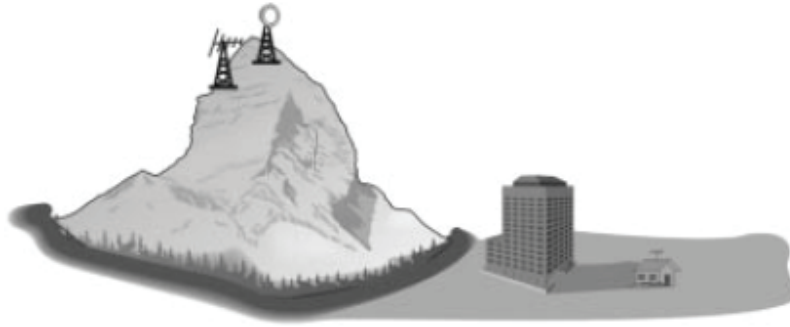
$$\frac{v_s}{\lambda_a} = \frac{v_c}{\lambda_c} \text{ para o maior comprimento de onda temos } \lambda_c = 2L$$

$$\frac{v_s}{\lambda_{\text{ar}}} = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{TL}{m}} \therefore \lambda_{\text{ar}} = v_s \cdot 2L \sqrt{\frac{m}{TL}}$$

$$\lambda_{\text{ar}} = \boxed{2v_s \sqrt{\frac{mL}{T}}}$$

Física – Questão 05

No alto da Serra do Curral, estão instaladas duas antenas transmissoras – uma de rádio AM e outra de rádio FM. Entre essa serra e a casa de Néelson, há um prédio, como mostrado nesta figura:



Na casa de Néelson, a recepção de rádio FM é ruim, mas a de rádio AM é boa. Com base nessas informações, **EXPLIQUE** por que isso acontece.

RESOLUÇÃO:

Como há um obstáculo (edifício) entre a casa e as torres transmissoras, qualquer recepção na casa só pode se dar através de ondas difratadas pelo obstáculo.

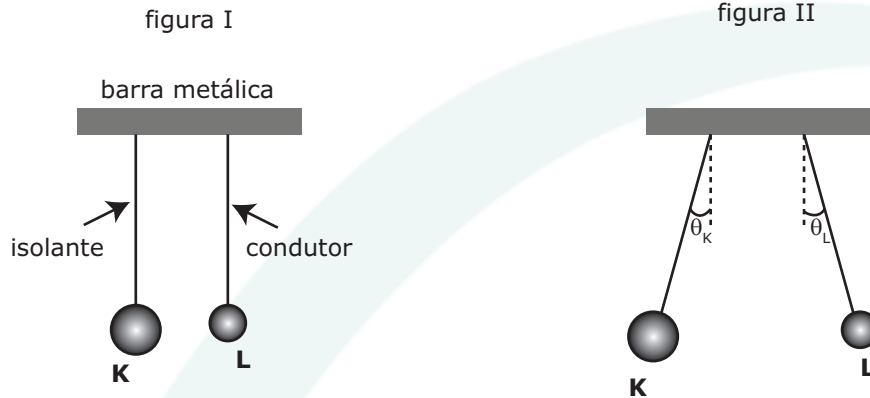
Para uma difração acentuada, o comprimento de onda deve ser maior ou igual ao comprimento do obstáculo.

Conforme os dados do espectro eletromagnético do início da prova, $\lambda_{AM} > \lambda_{FM}$. Dessa forma, as ondas de AM, com comprimento de onda maior, sofrem difração mais acentuada que as ondas de FM. Assim, elas contornam o prédio e são mais bem recebidas na antena da casa.

Física – Questão 06

Na aula de física, Laila faz a experiência que se segue.

Inicialmente, ela pendura duas pequenas esferas metálicas – **K** e **L** – nas extremidades de dois fios que estão presos em uma barra metálica, como mostrado na figura I. O fio que sustenta a esfera K é isolante e o que sustenta a L é condutor. O raio da esfera K é o dobro do raio da esfera L e ambas têm a mesma massa. Em seguida, Laila transfere uma certa quantidade de carga elétrica para a barra e observa que as duas esferas se aproximam, tocam-se e, depois, afastam-se, para, finalmente, ficarem em equilíbrio, como mostrado na figura II. Sejam θ_K e θ_L os ângulos que as esferas K e L, respectivamente, fazem com a vertical.



Com base nessas informações:

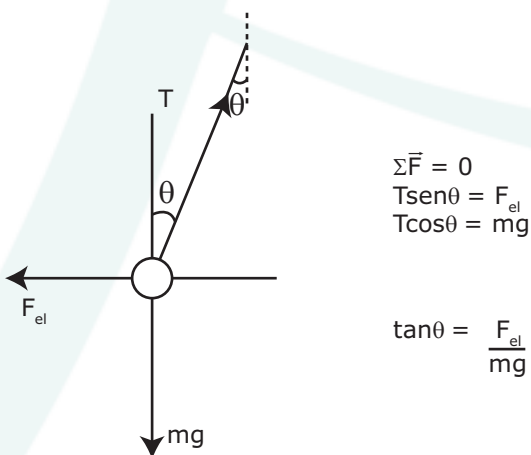
1. **EXPLIQUE** por que as esferas se movimentam da forma descrita, desde a situação representada na figura I até a situação mostrada na figura II.
2. **RESPONDA:** O ângulo θ_K é menor, igual ou maior que o ângulo θ_L ? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO

1. Parte da carga elétrica da barra metálica passa para a esfera L através do fio condutor. L fica eletrizada. Devido a indução eletrostática da esfera K, haverá uma força de atração entre as esferas K (neutra) e L (eletrizada) levando-as ao contato. Após o contato, K e L terão cargas elétricas de mesmo sinal e exercerão uma força de repulsão entre si. Isso faz com que as duas se afastem uma da outra até o momento em que a força elétrica de repulsão seja anulada pela componente horizontal da força exercida pelos fios. Neste momento as esferas atingem a condição de equilíbrio indicada na figura II.

2. $\theta_L = \theta_K$ (os ângulos são iguais)

Em uma situação de equilíbrio, temos:



Como a força elétrica (F_{el}) que atua nas duas esferas possui o mesmo módulo (ação e reação) e $m \cdot g$ também é o mesmo para as duas esferas (dado da prova) $\Rightarrow \theta_L = \theta_K$.

Física – Questão 07

Na casa de Gabriela, a voltagem da rede elétrica é de 120 V e estão instaladas 12 lâmpadas de 100 W, especificadas para 120 V.

1. Com base nessas informações,

A) **CALCULE** a corrente total no circuito quando apenas as 12 lâmpadas estão acesas.

B) **CALCULE** a resistência equivalente do circuito formado por essas 12 lâmpadas.

2. Gabriela substituiu essas lâmpadas por outras de mesma potência, porém especificadas para 220V.

RESPONDA:

Neste caso, se as 12 lâmpadas estiverem acesas, o consumo de energia elétrica será menor, igual ou maior que com as de 120 V?

JUSTIFIQUE sua resposta.

RESOLUÇÃO:

A) Potência total:

Como as lâmpadas estão em paralelo a corrente total é a soma das correntes em cada lâmpada:

$$P_T = 12 \cdot 100 = 1200 \text{ W}$$

$$P_T = V \cdot I_{\text{TOTAL}}$$

$$I_{\text{TOTAL}} = \frac{1200}{120} = 10,0 \text{ A}$$

$$I_{\text{TOTAL}} = 10,0 \text{ A}$$

B) $V = R_{\text{TOTAL}} \cdot I_{\text{TOTAL}}$ (lei de Ohm)

$$R_{\text{TOTAL}} = \frac{V}{I_{\text{TOTAL}}} = \frac{120}{10,0} = 12$$

$$R_{\text{TOTAL}} = 12,0 \Omega$$

2. Sendo a potência nominal (P_N) dada por: $P_N = \frac{V_N^2}{R_L}$ em que V_N é a tensão nominal e R_L é a resistência da Lâmpada, temos que

$R_L = \frac{V_N^2}{P_N}$, logo, R_L é diretamente proporcional a V_N^2 . Sendo $V_N = 220$, teremos $R_{L_{220}} > R_{L_{110}}$, portanto $R_{T_{220}} > R_{T_{110}}$,

como

$$P_{\text{real}} = \frac{V_{\text{real}}^2}{R_T} \therefore V_{\text{real}} = \text{constante} \Rightarrow P_{\text{real}} \propto \frac{1}{R_T}$$

Dessa forma, $P_{\text{real}220} < P_{\text{real}110}$, então o consumo de energia elétrica no segundo caso (lâmpadas de 220V) será menor do que no primeiro caso (lâmpadas de 110V).

Física – Questão 08

O espectro de emissão de luz do átomo de hidrogênio apresenta três séries espectrais conhecidas como séries de Lyman, Balmer e Paschen.

Na figura I, estão representadas as linhas espectrais que formam essas três séries. Nessa figura, as linhas indicam os comprimentos de onda em que ocorre emissão.



Figura I

Na figura II, está representado o diagrama de níveis de energia do átomo de hidrogênio. À direita de cada nível, está indicado seu índice n , à esquerda, o valor de sua energia. Nessa figura, as setas indicam algumas transições atômicas, que estão agrupadas em três conjuntos – **K**, **L** e **M** –, cada um associado a uma das três séries espectrais.

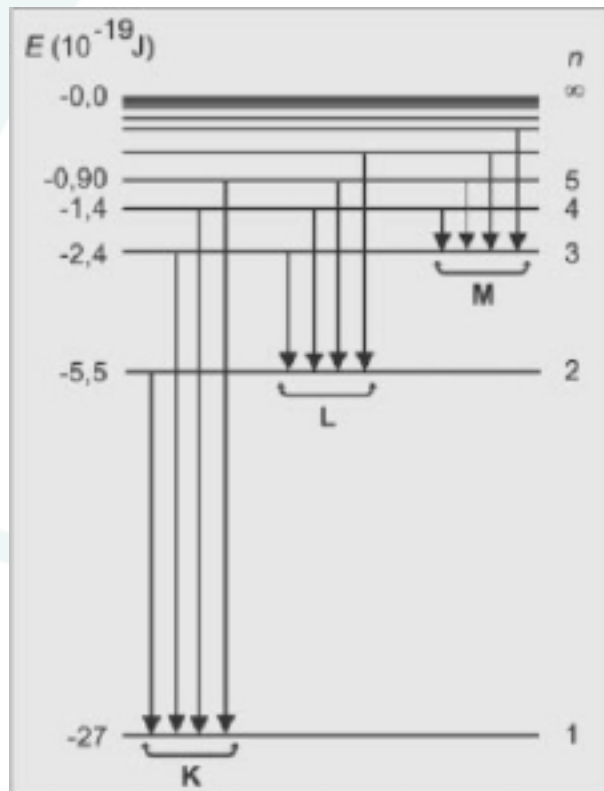


Figura II

1. Com base nessas informações, **RESPONDA:**

Qual dos conjuntos – **K**, **L** ou **M** –, representados na figura **II**, corresponde à série de Paschen? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

2. Gabriel ilumina um tubo que contém átomos de hidrogênio com três feixes de luz, cujos fótons têm energias $18,2 \times 10^{-19} \text{ J}$, $21,5 \times 10^{-19} \text{ J}$ e $23,0 \times 10^{-19} \text{ J}$.

Considere que, quando um átomo de hidrogênio absorve luz, só ocorrem transições a partir do nível $n = 1$.

RESPONDA:

Qual (quais) desses três feixes pode (podem) ser absorvido(s) pelos átomos de hidrogênio?

JUSTIFIQUE sua resposta.

RESOLUÇÃO:

1. A série de Paschen (conforme figura I) corresponde à emissão de radiação de maior comprimento de onda e portanto (de acordo com $E = \frac{hc}{\lambda}$) de menor energia.

Assim, esta série corresponde ao grupo M, grupo em que a diferença de energia entre os níveis de transmissão é menor.

2. O único feixe que pode ser absorvido pelo átomo de hidrogênio é com fótons de energia de $21,5 \times 10^{-19}$ J. A energia desses fótons corresponde exatamente à diferença de energia entre os níveis 1 e 2 do átomo de hidrogênio.