## FÍSICA - Grupos H e I - Gabarito

**1ª QUESTÃO:** (2,0 pontos) Avaliador [ ] Revisor [ ]

Um anteparo retangular opaco é colocado entre uma lâmpada muito pequena, que pode ser considerada como pontual, e uma tela. Um bloco de plástico transparente é encostado na tela, como mostrado na vista lateral abaixo.

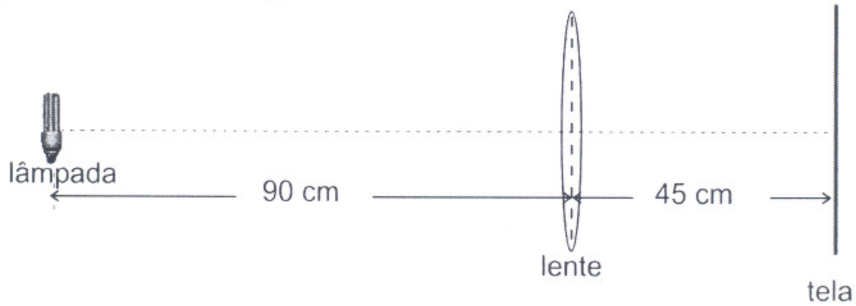

Esse arranjo produz uma zona de sombra sobre a tela.

a) Se retirarmos o bloco de plástico da frente da tela, a área da zona de sombra aumentará, diminuirá ou permanecerá a mesma?

Justifique sua resposta com o uso de um diagrama de raios luminosos.

b) A lâmpada muito pequena é agora substituída por uma lâmpada fluorescente e o anteparo por uma lente convergente delgada.

O novo arranjo é mostrado no diagrama abaixo.




Este arranjo produz uma imagem nítida da lâmpada sobre a tela.

Com a ajuda do traçado de raios luminosos, localize no diagrama os focos da lente convergente delgada.

c) Calcule a distância focal dessa lente.

Cálculos e resposta:

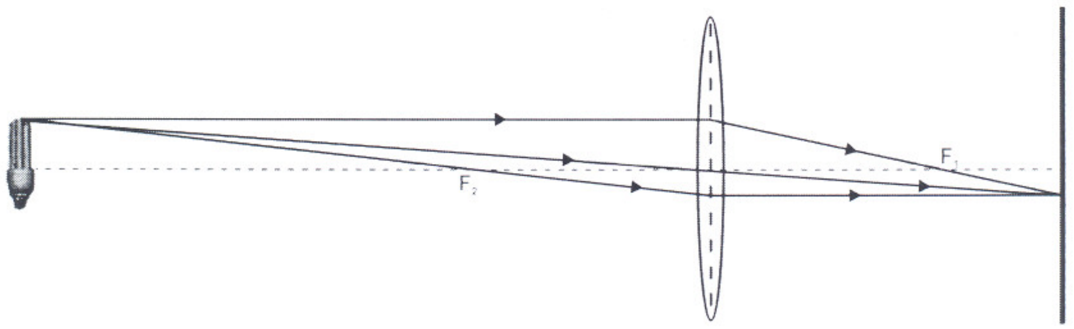
a)


A área da sombra aumenta (diagrama)

# FÍSICA - Grupos H e I - Gabarito

Cálculos e respostas:

b) Os pontos $F_1$ e $F_2$ do diagrama abaixo são os focos da lente.




c) Objeto e imagem são reais. Portanto, no referencial de Gauss **p** = 90 cm e **p'** = 45 cm são positivos. Logo,

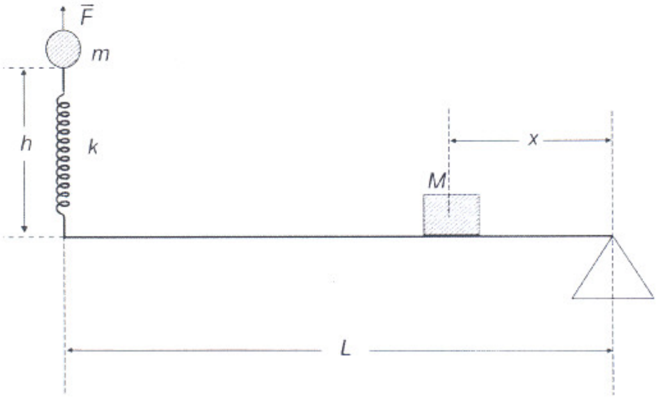
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{90} + \frac{1}{45} = \frac{1+2}{90} = \frac{3}{90} = \frac{1}{30}$$

A distância focal da lente é f = 30 cm.

## FÍSICA - Grupos H e I - Gabarito

**2ª QUESTÃO:** (2,0 pontos) Avaliador Revisor

Um objeto de massa $M$ repousa sobre uma prancha de comprimento $L$ apoiada por uma de suas extremidades. A outra extremidade da prancha está ligada a uma mola de constante elástica $k$, que termina por uma esfera de massa $m$. Uma força externa $\vec{F}$ aplicada a esta esfera é responsável por esticar a mola até que seu comprimento $h$ seja suficiente para manter a prancha em equilíbrio na horizontal. As massas da prancha e da mola são desprezíveis em comparação com $m$ e $M$. O diagrama abaixo representa a situação descrita:




Suas respostas aos itens que se seguem devem ser funções apenas das quantidades escalares identificadas no diagrama e da aceleração da gravidade local $g$.

a) Determine o módulo da força aplicada pela mola sobre a prancha.

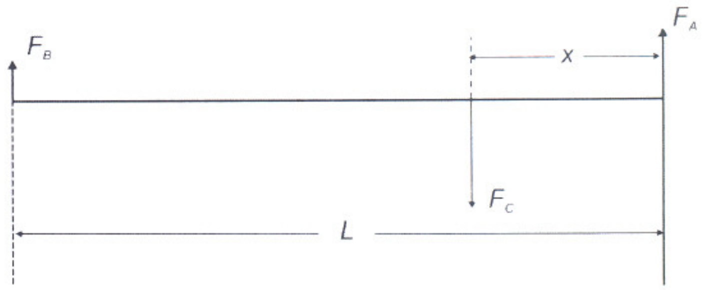
b) Determine o comprimento da mola quando relaxada.

c) Determine o módulo da força $\vec{F}$ necessária para manter a prancha na horizontal.

d) Num dado instante, o agente externo responsável pela força $\vec{F}$ deixa de atuar e esta força desaparece. Determine a razão entre a aceleração de queda, neste instante, da massa $m$ e $g$, a aceleração da gravidade local.

Cálculos e respostas:

a) As forças externas que agem sobre a prancha estão representadas no diagrama, onde $F_A$ é a força feita pelo apoio, $F_B$ a força feita pela mola e $F_C$ a força feita pelo objeto de massa $M$. Como este último está em equilíbrio, a força que a prancha faz sobre ele, que forma com $F_C$ um par de ação e reação, tem módulo igual ao peso do objeto, $Mg$. Logo, o módulo de $F_C$ também é $Mg$.




Para que a prancha esteja em equilíbrio é necessário que a soma dos momentos com relação a um ponto qualquer seja nula. Escolhendo o apoio como ponto de referência, teremos

$$F_B\, L = F_C\, x \quad \Rightarrow \quad F_B = \frac{F_C\, x}{L} = \frac{M\, g\, x}{L}$$

Portanto, o módulo da força aplicada pela mola sobre a prancha é $\dfrac{M\, g\, x}{L}$.

## FÍSICA - Grupos H e I - Gabarito

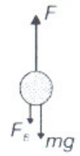
Cálculos e respostas:

b) A força aplicada pela mola obedece à lei de Hooke. Chamando de l o comprimento da mola quando relaxada, teremos

$$F_B = k\,(h - l) \;\Rightarrow\; \frac{F_B}{k} = h - l \;\Rightarrow\; l = h - \frac{F_B}{k}$$

$$l = h - \frac{M\,g\,x}{k\,L}$$

c) Como a mola tem massa desprezível, a força que ela exerce sobre a esfera de massa m tem módulo igual a $F_B$. Portanto, o diagrama que representa as forças externas que atuam sobre a esfera de massa 'm' é




Para que a prancha fique na horizontal, é suficiente que a esfera fique em equilíbrio quando $F_B$ tem o módulo obtido no item a. Portanto,

$$F = m\,g + F_B = m\,g + \frac{M\,g\,x}{L} = g\,(m + \frac{M\,x}{L})$$

d) No instante em que o agente externo deixa de atuar, desaparece a força F. Portanto, o diagrama que representa as forças externas que atuam sobre a esfera de massa 'm' neste instante é


Pela 2ª lei de Newton,

$$m\;a = m\;g + F_B = g\;(m + \frac{M\;x}{L})$$

$$\frac{a}{g} = 1 + \frac{M\;x}{m\;L}$$

## FÍSICA - Grupos H e I - Gabarito

**3ª QUESTÃO:** (2,0 pontos)

Avaliador | Revisor

Um aquecedor elétrico usa um resistor de $2\Omega$ ligado a uma diferença de potencial de 100V para aquecer a água.

a) Calcule a potência consumida pelo aquecedor quando ligado.

b) Um banho que use 20 litros de água está dentro dos limites recomendados para evitar o desperdício. Se uma pessoa usa esta quantidade de água a 40º C para seu banho, e se a temperatura da água antes de ser aquecida é de 20º C, durante quanto tempo o aquecedor deverá ficar ligado?
Considere 1 cal = 4,2 J.

c) Num país como o Brasil, a superfície da Terra recebe cerca de 500 W/m² de radiação solar por aproximadamente 10 horas diárias. Usando placas captadoras de radiação solar com uma área total de 2 m², quantos litros de água poderiam ser aquecidos de 20º C a 40º C diariamente, usando apenas energia solar? Suponha que as placas tenham eficiência de 100%.

Cálculos e respostas:

a) $$P = \frac{V^2}{R} = \frac{10^2}{2} = 5{,}0 \times 10^3 W$$

b) A massa específica da água é 1 g/cm³ ou 1 kg/L. Portanto, 20 L de água tem 20 kg de massa.
O calor específico da água é 1 cal/g ºC. Logo,

$$Q = m c \Delta T = 20 \times 10^3 \times 1 \times 20 = 4{,}0 \times 10^5 \text{ cal}$$

$$Q = 4{,}0 \times 10^5 \times 4{,}2 = 16{,}8 \times 10^5 \text{ J}$$

$$Q = P \times \Delta t \;\Rightarrow\; \Delta t = \frac{Q}{P} = \frac{16{,}8 \times 10^5}{5{,}0 \times 10^3} = 3{,}36 \times 10^2 \text{ s} \simeq 3{,}4 \times 10^2 \text{ s}$$

c) A energia solar captada pelas placas por dia é

$$Q = 500 \times 2 \times 10 \times 3{,}6 \times 10^3 \times 100\% \text{ J}$$

$$Q = 3{,}6 \times 10^7 \text{ J}$$

O volume V em litros aquecido de 20ºC a 40ºC por uma quantidade Q (em Joules) de energia é dado por

$$Q = m c \Delta T = V \times 10^3 \times 1 \times 20 \times 4{,}2$$

Portanto,

$$V \times 10^3 \times 1 \times 20 \times 4{,}2 = 500 \times 2 \times 10 \times 3{,}6 \times 10^3$$

$$V = \frac{500 \times 3{,}6}{4{,}2} \simeq 4{,}3 \times 10^2 \text{ L}$$

## FÍSICA - Grupos H e I - Gabarito

**4ª QUESTÃO:** (2,0 pontos) Avaliador Revisor

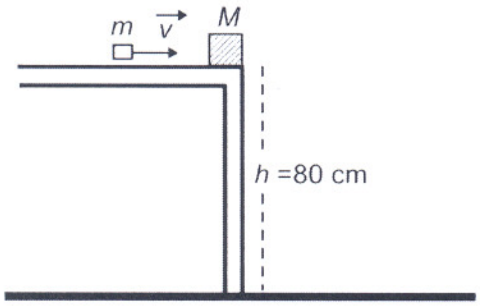
Um projétil de massa $m$ = 10g viaja horizontalmente com a velocidade $v = 1{,}0 \times 10^2$ m/s. Com esta velocidade, o mesmo atinge um bloco de massa $M$ = 0,99 kg, que está em repouso na beirada de uma mesa cujo tampo encontra-se a uma altura $h$ = 80 cm do chão, como mostra a figura. O projétil se aloja no bloco e o conjunto cai da mesa. Considere desprezíveis as dimensões do bloco e do projétil quando comparadas com as da mesa. Suponha $g = 10$ m/s$^2$.

a) Qual a razão entre os módulos das forças horizontais que atuam sobre o projétil e o bloco durante a colisão?

b) Com que velocidade, em módulo e direção, o conjunto sai da mesa?

c) Qual o módulo da velocidade do conjunto ao atingir o solo?

d) A que distância da base da mesa o conjunto atinge o solo?




Cálculos e respostas:

a) Pela 3ª lei de Newton $\dfrac{|F_b|}{|F_p|} = 1$

b) Pela conservação da quantidade de movimento

$$m\,v = (M + m)\,v_f$$

$$v_f = \frac{m}{M+m}\,v = \frac{10}{990+10}\,1{,}0 \times 10^2 = 1{,}0\ m/s$$

e $v_f$ tem a direção horizontal.

c) Pela conservação da energia mecânica

$$\frac{1}{2}(M+m)\,v_f^2 + (M+m)\,g\,h = \frac{1}{2}(M+m)\,v_s^2$$

$$v_s^2 = v_f^2 + 2\,g\,h$$

$$v_s = \sqrt{v_f^2 + 2\,g\,h} = \sqrt{1+16} = \sqrt{17}\ m/s \simeq 4{,}1\,m/s$$

d) O tempo de queda só depende da projeção vertical do movimento. Portanto,

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

## FÍSICA - Grupos H e I - Gabarito

Cálculos e respostas:

A distância entre o ponto em que o conjunto atinge o solo e a base da mesa só depende da projeção horizontal do movimento. Logo,

$$d = v_f\ t = v_f \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1 \times \sqrt{\frac{1{,}6}{10}} = 4 \times 10^{-1}\ \text{m} = 40\ \text{cm}$$

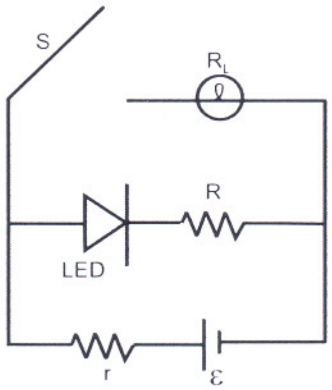
## FÍSICA - Grupos H e I - Gabarito

**5ª QUESTÃO:** (2,0 pontos) Avaliador Revisor

Um aficcionado em eletrônica resolve montar um sistema de iluminação de emergência, usando uma bateria, uma lâmpada e um LED (diodo emissor de luz) para indicar a localização do sistema no escuro.

O LED deve estar apagado quando a lâmpada estiver acesa e vice-versa.

O circuito projetado é mostrado na figura.




O funcionamento do LED nas condições deste circuito é o seguinte:

- a queda de potencial entre seus terminais é constante e igual a 2 V;
- ele fica aceso quando a corrente que o atravessa é maior ou igual a 10mA e se apaga quando esta corrente é inferior a 10mA.

Para evitar que o LED se queime, liga-se a ele um resistor R em série.

A lâmpada consome 20 W quando ligada a uma d.d.p. de 20 V. A fonte de tensão tem força eletromotriz $\varepsilon$ = 20 V e uma resistência interna r = 1Ω

a) Com o interruptor S aberto, calcule o valor da resistência R para que a corrente no LED seja 10mA, consumindo a menor quantidade de energia possível enquanto aceso.

b) Ainda com o interruptor aberto, calcule a potência total fornecida pela fonte. (Esta é a potência consumida por este sistema em "stand-by").

c) Com o interruptor S fechado, mostre que a corrente através do LED é inferior a 10mA, estando, portanto, apagado.

Cálculos e respostas:

a)

$\varepsilon = 20\text{v}$

$\varepsilon = r\,i + 2 + R\,i$

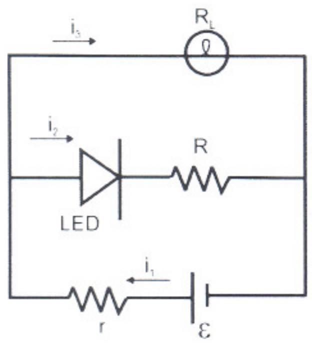
$$18 = (R + r)\,i \quad \Rightarrow \quad R = \frac{18}{i} - r = \frac{18}{1{,}0 \times 10^{-2}} - 1 = 1799\ \Omega \simeq 1{,}8 \times 10^{3}\ \Omega$$

b)

$P = \varepsilon\ i = 20 \times 10^{-2} = 0{,}2\ \text{W}$

Cálculos e respostas:

c)




Usando a lei das malhas obtemos:

$$\varepsilon = r\,i_1 + 2 + R\,i_2$$
$$\varepsilon = r\,i_1 + R_L\,i_3$$

Pela lei dos nós,

$$i_1 = i_2 + i_3$$

Logo,

$$\varepsilon = r\,(i_2 + i_3) + 2 + R\,i_2 = (r + R)\,i_2 + r\,i_3 + 2$$
$$\varepsilon = r\,(i_2 + i_3) + R_L\,i_3 = r\,i_2 + (r + R_L)\,i_3$$
$$\varepsilon - 2 = (r + R)\,i_2 + r\,i_3$$
$$\varepsilon = r\,i_2 + (r + R_L)\,i_3 \quad \Rightarrow \quad i_3 = \frac{\varepsilon - r\,i_2}{r + R_L}$$
$$\varepsilon - 2 = (r + R)\,i_2 + r\,\frac{\varepsilon - r\,i_2}{r + R_L}$$
$$i_2 = \frac{\varepsilon\dfrac{R_L}{r + R_L} - 2}{r + R - \dfrac{r^2}{r + R_L}}$$

Do enunciado tem-se que $20 = \dfrac{20^2}{R_L} \quad \Rightarrow \quad R_L = 20\,\Omega$

Substituindo os valores tem-se $i_2 = \dfrac{358}{37799}\,\text{A} < \dfrac{1}{100}\,\text{A}$