IME – FÍSICA – 1977/1978

JS 2/12/77 pág. 14 3/12/77 pág. 11

1a. QUESTÃO
ITEM ÚNICO (0,5 ponto)

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, $1\ eV = 1,6 \times 10^{-19}$ 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 ($6,63 \times 10^{-34}$ J.s), c é a velocidade da luz no vácuo (3×10^{8} m/s) e m_e a massa do eletron ($9,1 \times 10^{-31}$ 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 ($1,6 \times 10^{-19}$C) como unidade de carga, qual seria, no sistema do item anterior, o valor da constante K da Lei de Coulomb?

SOLUÇÃO

o sistema escolhido é do tipo ELMQ

a) $[t] = |\Delta s/v| = |\Delta s/\sqrt{E/m}| = E^{-1/2}\ L\ M^{1/2}$

$$1 \text{ unidade de tempo no ELMQ} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times (9,1 \times 10^{-31})^{1/2}}{(1,6 \times 10^{-19})^{1/2} \times 3 \times 10^{8} \times 9,1 \times 10^{-31}}\ s$$

$$1 \text{ unidade de tempo no ELMQ} = 5,79 \times 10^{-18}\ s$$

$$|v| = |\Delta s/t| = \frac{L}{E^{-1/2}\ L\ M^{1/2}} = E^{1/2}\ M^{-1/2}$$

$$1 \text{ unidade de velocidade no ELMQ} = \frac{(1,6 \times 10^{-19})^{1/2}}{(9,1 \times 10^{-31})^{1/2}}\ m/s$$

$$1 \text{ unidade de velocidade no ELMQ} = 4,19 \times 10^{5}\ m/s$$

$$|F| = |E/\Delta s| = E\ L^{-1}$$

$$1 \text{ unidade de força no ELMQ} = 1,6 \times 10^{-19} \times \frac{3 \times 10^{8} \times 9,1 \times 10^{-31}}{6,63 \times 10^{-34}}\ N$$

$$1 \text{ unidade de força no ELMQ} = 6,59 \times 10^{-8}\ N$$

b) $K = 9,0 \times 10^{9}\ N.m^2/c^2$

$$1c = \frac{1}{1,6 \times 10^{-19}} \text{ unidades ELMQ} = 6,25 \times 10^{18} \text{ unidades ELMQ}$$

$$1N = \frac{1}{6,59 \times 10^{-8}} \text{ unidades ELMQ} = 1,5 \times 10^{7} \text{ unidades ELMQ}$$

$$lm = \frac{3 \times 10^{8} \times 9{,}1 \times 10^{-31}}{6{,}63 \times 10^{-34}} \text{ unidades ELMQ} = 4{,}17 \text{ unidades ELMQ}$$

$$K = \frac{9{,}0 \times 10^{9} \times 1{,}5 \times 10^{7} \times 4{,}17^{2} \times 10^{22}}{6{,}25^{2} \times 10^{36}} \text{ unidades ELMQ}$$

$$K = 6{,}01 \times 10^{2} \text{ unidades ELMQ}$$

2a. QUESTÃO

ITEM ÚNICO (0,5 ponto)

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 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.

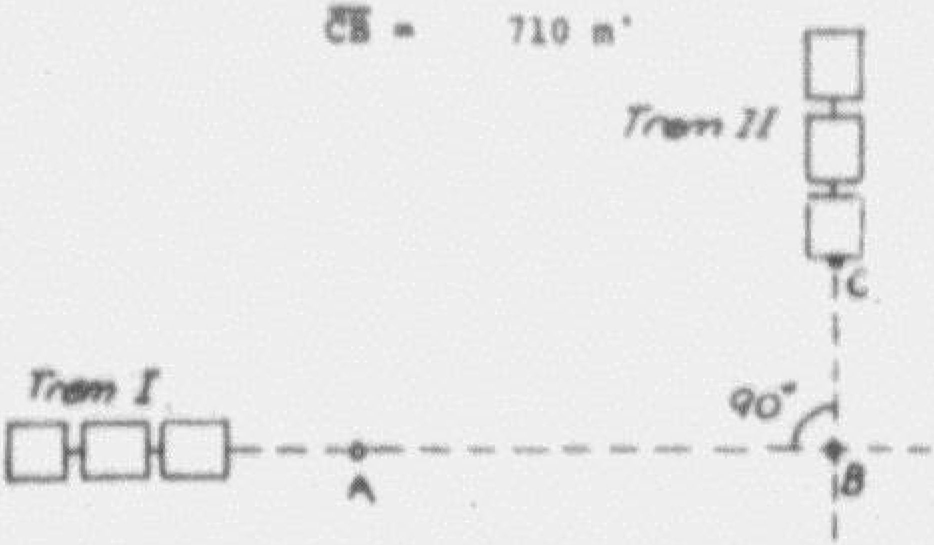
NOTAS:

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

Tempo que o trem II leva até ultrapassar B.

$$\Delta s_2 = \frac{1}{2} a t_2^2$$

$$(710 + 100) = \frac{1}{2} . 0,2 . t_2^2 \quad \therefore \quad t_2^2 = 8100 \qquad t_2 = 90s$$

Tempo que o trem I leva para chegar em B.

$$\Delta s_1 = vt_1$$

$$3000 = 15t_1 \therefore t_1 = 200\ s$$

Para a locomotiva do trem I chegar a $\underline{B}$ 10s após o trem II ter passado por esse ponto, o trem II deverá iniciar seu movimento após um intervalo de tempo Δt, contado a partir do instante que o trem I passa por A, dado por:

$$\Delta t = t_2 - t_1 - 10$$

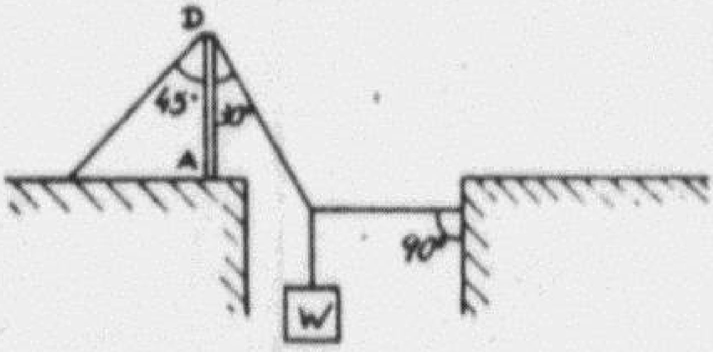
$$\Delta t = 100s$$

3a. QUESTÃO

ITEM ÚNICO (0,5 ponto)

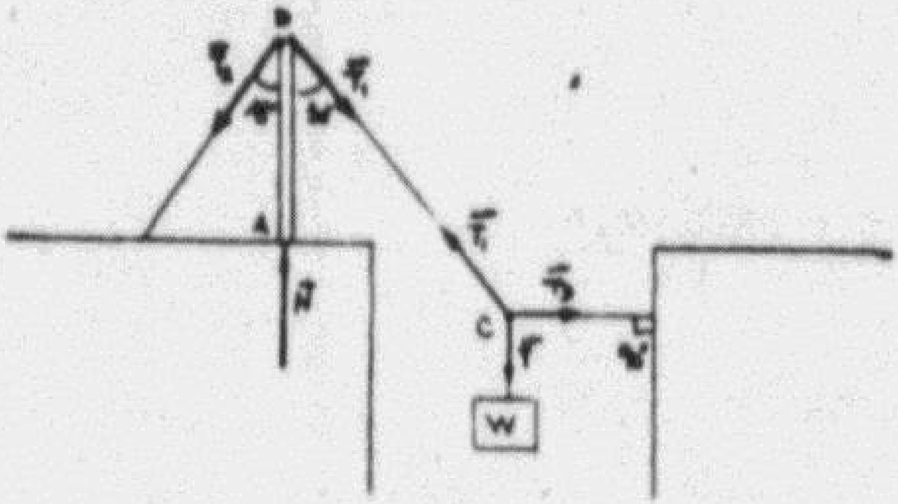
ENUNCIADO: /

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



SOLUÇÃO

Isolando temos:



Para o equilíbrio do ponto C, temos, na vertical: $T = t_1 \cos 30^o$

Para o equilíbrio horizontal da barra AD temos: $T_1 \text{ sen } 30^o = T_2 \text{ sen } 45^o$

Para o equilíbrio vertical da Barra AD temos: $N = T_1 \cos 30^o + T_2 \cos 45^o$

$$N = T + \frac{T_1 \text{ sen } 30^o}{\text{sen } 45^o} \cos 45^o =$$

$$= T + T_1 \text{ sen } 30^o . 1$$

$$N = T + T_1 \text{ sen } 30^\circ =$$

$$= T + \frac{T}{\cos 30^\circ} \text{ sen } 30^\circ$$

$$N = T\,(1 + \text{tg } 30^\circ)$$

$$N = 1{,}58\ T$$

Temos, então:

1) Desprezando-se o peso da barra AD: $N = 1{,}58\ W$

2) Supondo a barra com peso P: $N = 1{,}58\ W + P$

4a. QUESTÃO
ITEM ÚNICO (0,5 ponto)

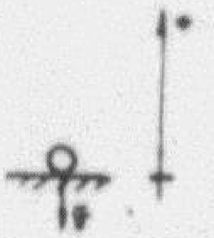
ENUNCIADO:

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.

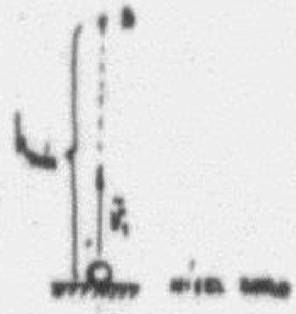
Use $g = 10\ m/s^2$

SOLUÇÃO

Antes:



Depois:



O coeficiente de restituição c é dado por: $c = -\dfrac{\Delta r'}{\Delta v} = -\dfrac{-|\vec{v}'|}{|\vec{v}|}$

$$|\vec{v}'| = c\ |\vec{v}|$$

Supondo desprezível a resistência do ar; temos:

$$E_{M_A} = E_{M_B}$$

$$\cancel{Ep}_A + Ec_A = Ep_B + \cancel{Ec}_B$$

$$\frac{1}{2}\cancel{m}v'^2 = \cancel{m}g\ h\ máx$$

$$h_{máx} = \frac{v'^2}{2g} = \frac{c^2\ |\vec{v}|^2}{2g}$$

$$h_{máx} = 12{,}8\ m$$

5a. QUESTÃO

ITEM ÚNICO (0,5 ponto)

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

Para resultante constante podemos escrever:

$$\vec{I}_R = \Delta\vec{p}$$

Como a resultante está na mesma direção e sentido da velocidade,
Podemos escrever:

$$I_R = \Delta p$$

$$R\Delta t = \Delta p$$

$$R = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{100}{4}$$

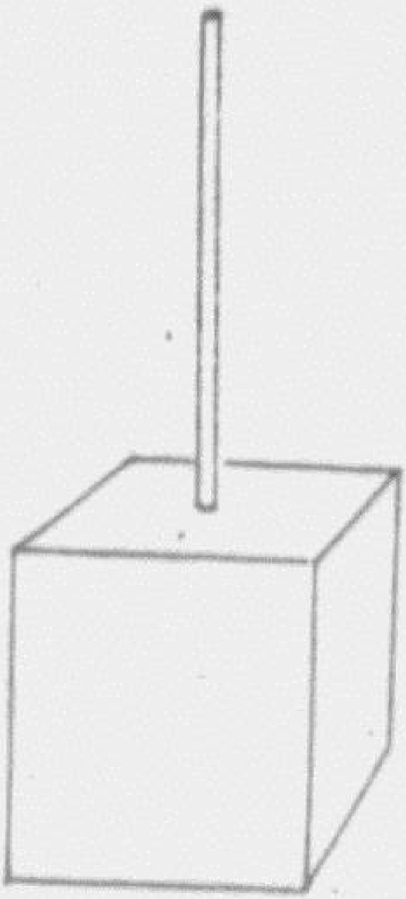
$$R = 25 \text{ N}$$

6a. QUESTÃO

ITEM ÚNICO (0,5 ponto)

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

1) Força no fundo:

$$10{,}33\ m \;\text{———}\; 1\ kgf/cm^2$$
$$5\ m \;\text{———}\; p$$

$$p = \frac{5}{10{,}33}\ kgf/cm^2$$

$$F = pA = \frac{5}{10{,}33} \times 40000 \;:\; F = 1{,}94 \times 10^4\ kgf$$

2) Força na face superior:

$$10{,}33\ m \;\text{———}\; 1\ kgf/cm^2$$
$$3\ m \;\text{———}\; p$$

$$p = \frac{3}{10{,}33}$$

$$F = pA = p(\ell^2 - A)$$

$$F = \frac{3}{10{,}33}(40000 - 100)$$

$$F = \frac{119700}{10{,}33} \qquad F = 1{,}16 \times 10^4\ kgf$$

3) Força nas faces laterais

3.1. Pressão média: $\bar{p} = \dfrac{p_1 + p_2}{2} = \dfrac{\frac{5}{10{,}33} + \frac{3}{10{,}33}}{2} = \dfrac{h}{10{,}33}$

3.2. Força em cada face

$$F = \bar{p}A$$

$$F = \frac{4}{10{,}33} \times 40000 \qquad F = 1{,}55 \times 10^4\ kgf$$

7a. QUESTÃO ITEM ÚNICO (0,5 ponto)	ENUNCIADO:

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

SOLUÇÃO

$$\left.\begin{array}{l} v = \dfrac{F}{\sqrt{\upsilon}} \\[2ex] \upsilon = \dfrac{m}{L} \end{array}\right\} \quad v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$$

Como cordas vibrantes com extremos fixos, produzem ondas estacionárias, então:

$$L = n\frac{\lambda}{2} \qquad \lambda = \frac{2L}{n}$$

$$v = \lambda f = \frac{2Lf}{n} = \frac{FL}{m} = \frac{FL}{m} = \frac{4L^2f^2}{n^2}$$

$$F = \frac{4Lmf^2}{n^2}$$

Supondo $n = 1$

$F = 4 \times 0{,}3 \times 0{,}12 \times 262^2$

$F = 9{,}88 \times 10^3$ N

8a. QUESTÃO ITEM ÚNICO (0,5 ponto)	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^oC até 300^oC. 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

$V_1 = 200\ m^3$ $\qquad V_2 = ?$

$p_1 = 10^5\ N/m^2$ $\qquad p_2 = 10^5\ N/m^2$

$T_1 = 293\ ^oK$ $\qquad T_2 = 573\ ^oK$

Cálculo de V_2:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \qquad \frac{200}{293} = \frac{V_2}{573} \qquad V_2 = 391\ m^3$$

$$\Delta Q = nCp\Delta T \qquad \frac{\Delta Q}{\Delta V} = \frac{Cp}{Cv} \qquad \Delta v = \frac{Cv}{Cp}.\ \Delta Q \therefore \Delta v = \frac{1}{\gamma}\ \Delta Q$$

$$\Delta V = nCv\Delta T$$

1º Princípio da Termodinâmica

$$\Delta Q = \Delta v + \Delta Z$$

$$\Delta Q = \frac{1}{\gamma}\ \Delta Q + \Delta Z$$

Cálculo de ΔZ:

$$\Delta Z = p\Delta v = 10^5\ (391-200) = 191 \times 10^5\ J$$

Daí:

$$\Delta Q = \frac{1}{\gamma}\ Q + 191 \times 10^5$$

$$\Delta Q = \frac{\gamma}{(\gamma-1)}\ .\ \Delta Z = \frac{1,4}{0,4}\ .\ 191 \times 10^5$$

$$\Delta Q = 6,69 \times 10^7\ J$$

Sabemos que $\quad 1\ kwh = 10^3\ wh = 3,6 \times 10^6\ J$

Daí $\quad 1\ kwh$ —— $3,6 \times 10^6\ J$ — $0,50$ Cr\$

$\qquad 6,69 \times 10^7\ J$ — x

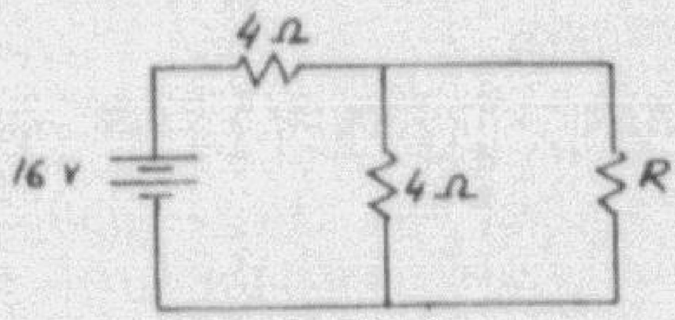
$$x = \frac{6,69 \times 0,5}{3,6} \times 10$$

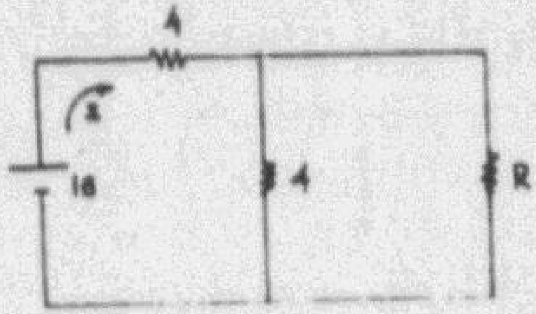
O custo será de Cr 9,29 $\qquad x = 9,29$

9a. QUESTÃO
ITEM ÚNICO (0,5 ponto)

ENUNCIADO:

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





A potência é: $P = \dfrac{V^2}{R}$

A tensão no resistor R é: $V = 16 - 4\,I$

A corrente no circuito é: $I = \dfrac{16}{R_{eq}}$

Cálculo de R_{eq}:

$$R_{eq} = 4 + \frac{4R}{4 + R} \qquad R_{eq} = \frac{16 + 8R}{4 + R}$$

A corrente então é: $I = \dfrac{16\,(4 + R)}{16 + 8R}$

A tensão no resistor: $V = 16 - 4\,\dfrac{16\,(4 + R)}{16 + 8R} \qquad V = 16 - \dfrac{8(4 + R)}{2 + R} \qquad V = \dfrac{8R}{2 + R}$

A potência P: $P = \dfrac{V^2}{R} = \dfrac{64R}{(2+R)^2}$

A potência P será máxima quando $\dfrac{dP}{dR} = 0$

$$\frac{dP}{dR} = \frac{(4 + 4R + R^2)\,64 - 64R\,(2R + 4)}{(4 + 4R + R^2)^2} = 0$$

$$4 + 4R + R^2 - 2R^2 - 4R = 0$$

$$R^2 = 4$$

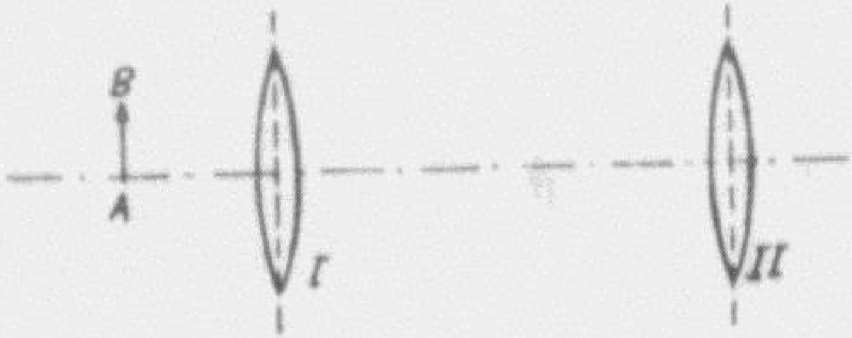
$$R = 2\Omega$$

10a. QUESTÃO

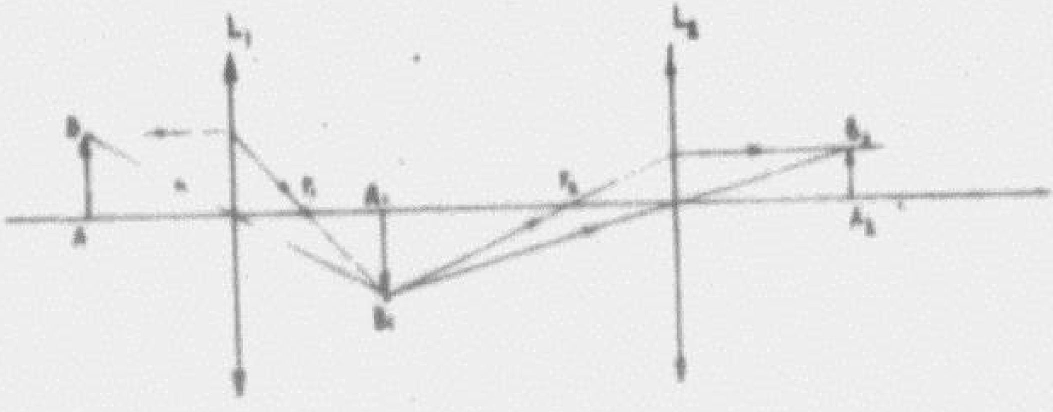
ITEM ÚNICO (0,5 ponto)

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



Como o objeto está a uma distância da lente L_1 igual a $2f_1$
A imagem dada por essa lente é real invertida e de mesmo tamanho do objeto e se forma a $2f_1$

Determinação da imagem dada por L_2:

$$\frac{1}{f_2} \quad \frac{1}{p} \quad \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{15} \quad \frac{1}{40} \quad \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{p'} \quad \frac{1}{15} \quad \frac{1}{40}$$

$$\frac{1}{p'} = \frac{40 - 15}{600}$$

$$p' = \frac{600}{25}$$

$$p' = 24cm$$

Cálculo da ampliação do sistema.

$$a_s = a_1 \times a_2$$

$$a_s = -1 \times \left(\frac{-p'}{p}\right)$$

$$a_s = -1 \times \left(\frac{-24}{40}\right)$$

$$a_s = \frac{24}{40}$$

$$a_s = 0,6$$