

# O anglo resolve

É trabalho pioneiro.

Prestação de serviços com tradição de confiabilidade.

Construtivo, procura colaborar com as Bancas Examinadoras em sua tarefa de não cometer injustiças.

Didático, mais do que um simples gabarito, auxilia o estudante no processo de aprendizagem, graças a seu formato: reprodução de cada questão, seguida da resolução elaborada pelos professores do Anglo.

No final, um comentário sobre as disciplinas.

## a prova da 2ª fase da FUVEST

A 2ª fase da Fuvest consegue, de forma prática, propor para cada carreira um conjunto distinto de provas. Assim, por exemplo, o candidato a **Engenharia da Escola Politécnica** faz, na 2ª fase, provas de Língua Portuguesa (40 pontos), Matemática (40 pontos), Física (40 pontos) e Química (40 pontos). Já aquele que pretende ingressar na **Faculdade de Direito** faz somente três provas: Língua Portuguesa (80 pontos), História (40 pontos) e Geografia (40 pontos). Por sua vez, o candidato a **Medicina** tem provas de Língua Portuguesa (40 pontos), Biologia (40 pontos), Física (40 pontos) e Química (40 pontos).

Para efeito de classificação final, somam-se os pontos obtidos pelo candidato na 1ª e na 2ª fase.

Vale lembrar que a prova de Língua Portuguesa é obrigatória para todas as carreiras.

A tabela da página seguinte indica as provas de 2ª fase correspondentes a cada carreira, com a respectiva pontuação.

A cobertura dos vestibulares de 2003 está sendo feita pelo **Anglo** em parceria com a **Folha Online**.



**FUVEST**  
**TABELA DE CARREIRAS E PROVAS**

**ÁREA DE HUMANIDADES**

<b>CARREIRAS</b>	<b>PROVAS DA 2ª FASE E RESPECTIVOS NÚMEROS DE PONTOS</b>
Administração — São Paulo	LP(40), M(40), H(40), G(40)
Administração — Ribeirão Preto	LP(40), M(40), H(40), G(40)
Arquitetura — São Carlos	LP(80), H(40), HE(40)
Arquitetura — São Paulo	LP(40), F(20), H(20), HE(80)
Artes Cênicas (Bacharelado)	LP(40), HE(120)
Artes Cênicas (Licenciatura)	LP(40), H(40), HE(80)
Artes Plásticas	LP(40), H(40), HE(80)
Audiovisual	LP(40), H(40), HE(80)
Biblioteconomia	LP(40), H(40)
Ciências Contábeis — São Paulo	LP(40), M(40), H(40), G(40)
Ciências Contábeis — Ribeirão Preto	LP(40), M(40), H(40), G(40)
Ciências da Informação e da Documentação — Rib. Preto	LP(80), H(40), G(40)
Ciências Sociais	LP(40), H(40), G(40)
Direito	LP(80), H(40), G(40)
Economia — São Paulo	LP(40), M(40), H(40), G(40)
Economia — Ribeirão Preto	LP(40), M(40), H(40), G(40)
Economia Agroindustrial — Piracicaba	LP(40), M(40), H(40), G(40)
Editoração	LP(40), H(40)
Filosofia	LP(80), H(40), G(40)
Geografia	LP(40), H(40), G(40)
Gestão Ambiental — Piracicaba	LP(40), B(40), H(40)
História	LP(40), H(40), G(40)
Jornalismo	LP(40), H(40), G(40)
Letras	LP(80), H(40), G(40)
Música — São Paulo e Ribeirão Preto	LP(40), HE(120)
Oficial Polícia Militar do Estado de São Paulo	LP(40)
Pedagogia — São Paulo	LP(80), H(40)
Pedagogia — Ribeirão Preto	LP(80), H(40), G(40)
Publicidade e Propaganda	LP(40), H(40)
Relações Internacionais (Bacharelado)	LP(80), H(40), G(40)
Relações Públicas	LP(40), H(40)
Turismo	LP(40), H(40), G(40)

**ÁREA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

<b>CARREIRAS</b>	<b>PROVAS DA 2ª FASE E RESPECTIVOS NÚMEROS DE PONTOS</b>
Ciências Biológicas — São Paulo	LP(40), Q(40), B(40)
Ciências Biológicas — Ribeirão Preto	LP(40), Q(40), B(40)
Ciências Biológicas — Piracicaba	LP(40), Q(40), B(40)
Ciências dos Alimentos — Piracicaba	LP(40), Q(40), B(40)
Educação Física — Bacharelado e Licenciatura	LP(40), H(40), F(40), B(40)
Enfermagem — São Paulo	LP(40), B(40), Q(40)
Enfermagem — Ribeirão Preto	LP(40), B(40), Q(40)
Engenharia Agrônômica – ESALQ — Piracicaba	LP(40), M(40), Q(40), B(40)
Engenharia Florestal — Piracicaba	LP(40), M(40), Q(40), B(40)
Esporte — Bacharelado	LP(40), HE(80), A
Farmácia e Bioquímica — São Paulo	LP(40), F(40), Q(40), B(40)
Farmácia e Bioquímica — Ribeirão Preto	LP(40), Q(40), B(40)
Fisioterapia — São Paulo e Ribeirão Preto	LP(40), F(40), Q(40), B(40)
Fonoaudiologia — São Paulo	LP(80), F(40), B(40)
Fonoaudiologia — Bauru	LP(40), F(40), Q(40), B(40)
Fonoaudiologia — Ribeirão Preto	LP(80), F(40), B(40)
Medicina (São Paulo, Santa Casa e Ribeirão Preto)	LP(40), F(40), Q(40), B(40)
Medicina Veterinária	LP(40), F(40), Q(40), B(40)
Nutrição	LP(40), F(40), Q(40), B(40)
Nutrição e Metabolismo — Rib. Preto	LP(40), F(40), Q(40), B(40)
Odontologia — São Paulo	LP(40), F(40), Q(40), B(40)
Odontologia — Ribeirão Preto	LP(40), F(40), Q(40), B(40)
Odontologia — Bauru	LP(40), F(40), Q(40), B(40)
Psicologia — São Paulo	LP(40), M(40), B(40), H(40)
Psicologia — Ribeirão Preto	LP(80), B(40), H(40)
Terapia Ocupacional — São Paulo e Ribeirão Preto	LP(40), B(40), H(40)
Zootecnia — Pirassununga	LP(40), M(40), Q(40), B(40)

**LEGENDA**

LP — Língua Portuguesa	H — História
M — Matemática	G — Geografia
F — Física	A — Aptidão
Q — Química	HE — Habilidade Específica
B — Biologia	

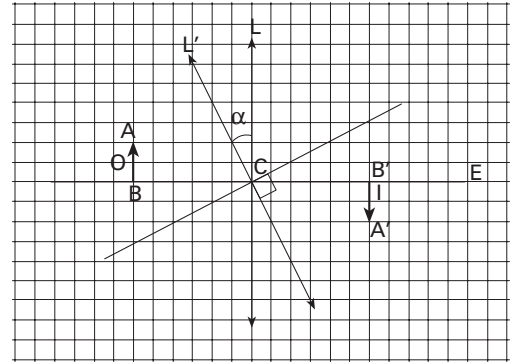
**ÁREA DE EXATAS E TECNOLOGIA**

<b>CARREIRAS</b>	<b>PROVAS DA 2ª FASE E RESPECTIVOS NÚMEROS DE PONTOS</b>
Ciências da Terra (Geologia)	LP(40), M(40)
Ciências Exatas — São Carlos (Licenciatura)	LP(40), M(40)
Computação — São Carlos	LP(40), M(40), F(40)
Engenharia Aeronáutica — São Carlos	LP(40), M(40), F(40)
Engenharia Ambiental — São Carlos	LP(40), M(40), F(40), Q(40)
Engenharias — São Carlos (Elétrica, Mecânica, Produção Mecânica, Mecatrônica, Computação)	LP(40), M(40), F(40)
Engenharia, Computação e Matemática Aplicada e Computacional — São Paulo	LP(40), M(40), F(40), Q(40)
Engenharia Civil — São Carlos	LP(40), M(40), F(40)
Engenharia de Alimentos — Pirassununga	LP(40), M(40), F(40), Q(40)
Bacharelado Física — São Paulo e São Carlos, Meteorologia, Geofísica, Estatística e Matemática — São Paulo	LP(40), M(40), F(40)
Informática Médica — Ribeirão Preto	LP(40), F(40), B(40), M(40)
Física Médica — Ribeirão Preto	LP(40), M(40), F(40)
Informática — São Carlos	LP(40), M(40), F(40)
Matemática e Física — São Paulo (Licenciatura)	LP(40), M(40), F(40)
Matemática (Bacharelado e Licenciatura), Matemática Aplicada e Computação Científica — São Carlos	LP(40), M(40), F(40)
Oceanografia — São Paulo	LP(40), M(40), B(40), Q(40)
Química — São Paulo (Bacharelado e Licenciatura)	LP(40), M(40), F(40), Q(40)
Química — Licenciatura — São Paulo	LP(40), Q(40), F(40), M(40)
Química — São Carlos	LP(40), Q(40)
Química — Ribeirão Preto	LP(80), Q(40)
Química Ambiental	LP(40), M(40), F(40), Q(40)

## Questão 01

A figura representa, na linguagem da óptica geométrica, uma lente  $L$  de eixo  $E$  e centro  $C$ , um objeto  $O$  com extremidades  $A$  e  $B$ , e sua imagem  $I$  com extremidades  $A'$  e  $B'$ . Suponha que a lente  $L$  seja girada de um ângulo  $\alpha$  em torno de um eixo perpendicular ao plano do papel e fique na posição  $L^*$  indicada na figura. Responda as questões, na figura, utilizando os procedimentos e as aproximações da óptica geométrica. Faça as construções auxiliares a lápis e apresente o resultado final utilizando caneta.

- Indique com a letra  $F$  as posições dos focos da lente  $L$ .
- Represente, na mesma figura, a nova imagem  $I^*$  do objeto  $O$ , gerada pela lente  $L^*$ , assinalando os extremos de  $I^*$  por  $A^*$  e por  $B^*$ .



### Resolução:

a) Com a lente na posição  $L$ , a imagem é real, invertida e do mesmo tamanho que o objeto. Logo o objeto está no ponto anti-principal objeto ( $A_0$ ), enquanto a imagem está localizada no ponto anti-principal imagem ( $A_1$ ).

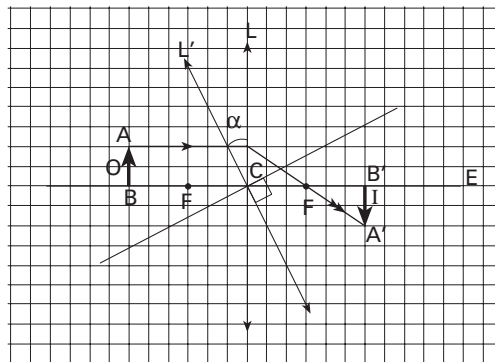
Como o objeto se encontra a 6 unidades de distância da lente, a distância focal corresponde a 3 unidades.

Também é possível determinar os pontos focais por meio de um método gráfico.

A partir de  $A$ , traça-se um raio de luz que atinge a lente, paralelamente ao eixo  $E$ .

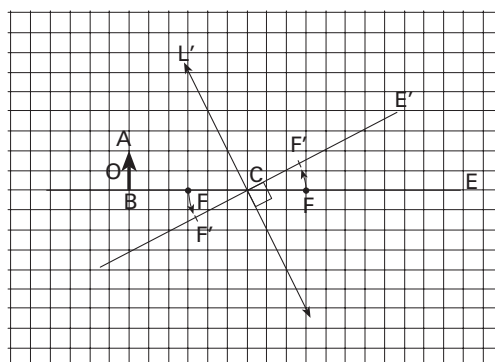
O respectivo raio refratado passa por  $A'$ .

A intersecção entre o raio refratado e o eixo  $E$  da lente corresponde ao ponto focal imagem  $F$ .

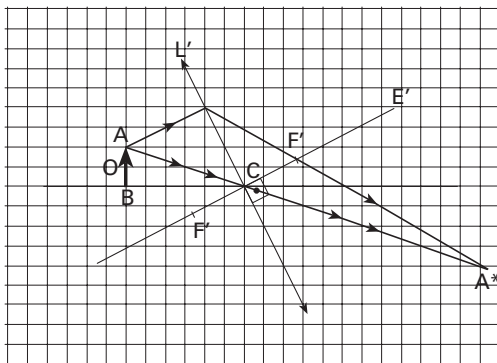


b) A nova imagem  $I^*$  do objeto  $O$ , gerada pela lente  $L^*$ , pode ser obtida pelo método gráfico, cujos passos estão descritos a seguir (foram omitidos do desenho a lente  $L$  e o eixo principal  $E$ ).

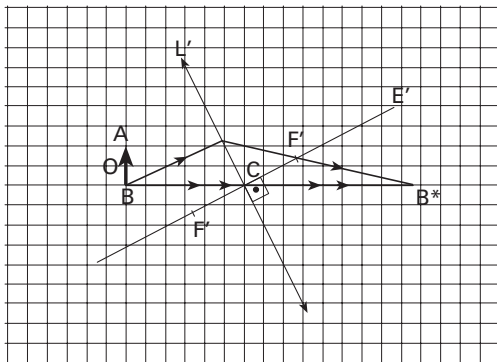
- Determinação dos pontos focais da lente após a rotação



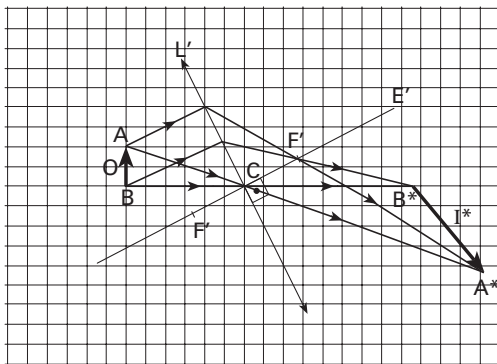
2) Determinação da imagem do ponto A



3) Determinação da imagem do ponto B

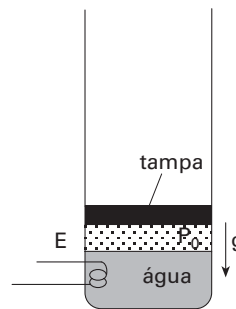


4) Determinação da imagem I\*



▶ **Questão 02**

Um recipiente cilíndrico contém **1,5L** (litro) de água à temperatura de **40°C**. Uma tampa, colocada sobre a superfície da água, veda o líquido e pode se deslocar verticalmente sem atrito. Um aquecedor elétrico **E**, de **1800W**, fornece calor à água. O sistema está isolado termicamente de forma que o calor fornecido à água não se transfere ao recipiente. Devido ao peso da tampa e à pressão atmosférica externa, a pressão sobre a superfície da água permanece com o valor  $P_0 = 1,00 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Ligando-se o aquecedor, a água esquenta até atingir, depois de um intervalo de tempo  $t_A$ , a temperatura de ebulição (**100°C**). A seguir a água passa a evaporar, preenchendo a região entre a superfície da água e a tampa, até que, depois de mais um intervalo de tempo  $t_B$ , o aquecedor é desligado. Neste processo, **0,27 mol** de água passou ao estado de vapor.



**NOTE/ADOTE  $1\text{ Pa} = 1\text{ pascal} = 1\text{ N/m}^2$**

Massa de 1 mol de água: **18 gramas**

Massa específica da água:  **$1,0\text{ kg/L}$**

Calor específico da água:  **$4.000\text{ J}/(\text{°C} \cdot \text{kg})$**

Na temperatura de  **$100\text{°C}$**  e à pressão de  **$1,00 \times 10^5\text{ Pa}$** , 1 mol de vapor de água ocupa **30L** e o calor de vaporização da água vale  **$40.000\text{ J/mol}$** .

Determine

- o intervalo de tempo  $t_A$ , em segundos, necessário para levar a água até a ebulição.
- o intervalo de tempo  $t_B$ , em segundos, necessário para evaporar **0,27 mol** de água.
- o trabalho  $\tau$ , em joules, realizado pelo vapor de água durante o processo de ebulição.

### Resolução:

- a) O intervalo de tempo necessário para levar a água até o início da ebulição é determinado lembrando-se que o calor transferido à água é sensível; logo:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\theta}{\Delta t}$$

Assim, temos:

$$1800 = \frac{1,5 \cdot 4000 \cdot (100 - 40)}{t_A} \quad \therefore t_A = 200\text{ s}$$

- b) Como o calor de vaporização da água é  $40000\text{ J/mol}$ , podemos determinar a quantidade de calor necessária para evaporar **0,27 mol**:

$$\begin{array}{l} 40000\text{ J} \text{ ————— } 1\text{ mol} \\ Q \text{ ————— } 0,27\text{ mol} \end{array}$$

$$Q = 10800\text{ J}$$

Como  $P = 1800\text{ W}$ ,

$$P = \frac{Q}{t_B} \Rightarrow 1800 = \frac{10800}{t_B}$$

$$\therefore t_B = 6\text{ s}$$

- c) A variação de volume do recipiente ocorre devido à vaporização de **0,27 mol** de água; logo:

$$\begin{array}{l} 1\text{ mol} \text{ ————— } 30\text{ L} \\ 0,27\text{ mol} \text{ ————— } \Delta V \end{array}$$

$$\therefore \Delta V = 8,1\text{ L} = 8,1 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$$

Supondo que a expansão seja lenta e que o trabalho realizado pelo vapor de água seja o trabalho das forças aplicadas pelo vapor, podemos determiná-lo por:

$$\tau = p \cdot \Delta V \Rightarrow \tau = 1 \cdot 10^5 \cdot 8,1 \cdot 10^{-3}$$

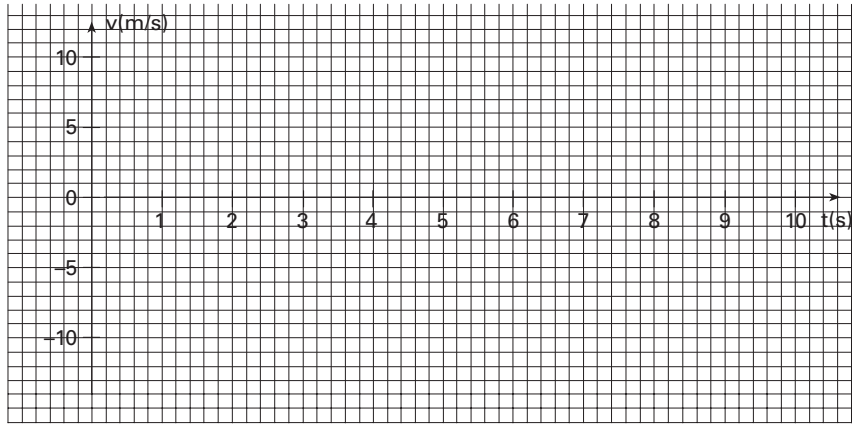
$$\tau = 810\text{ J}$$

### Questão 03

Considere uma bolinha, de pequeno raio, abandonada de uma certa altura, no instante  $t = 0$ , a partir do repouso, acima de uma pesada placa metálica horizontal. A bolinha atinge a placa, pela primeira vez, com velocidade  $V = 10\text{ m/s}$ , perde parte de sua energia cinética, volta a subir verticalmente e sofre sucessivos choques com a placa. O módulo da velocidade logo após cada choque vale 80% do módulo da velocidade imediatamente antes do choque (**coeficiente de restituição = 0,80**). A aceleração da gravidade no local é  $g = 10\text{ m/s}^2$ . Suponha que o movimento ocorra no vácuo.

- Construa, o gráfico da velocidade da bolinha em função do tempo, desde o instante  $t = 0$ , em que ela é abandonada, até o terceiro choque com a placa. Considere positivas as velocidades com sentido para cima e negativas, as para baixo.
- Determine o módulo  $V_3$  da velocidade da bolinha logo após o terceiro choque.
- Analisando atentamente o gráfico construído, estime o instante  $T$ , a partir do qual a bolinha pode ser considerada em

repouso sobre a placa.



**Resolução:**

a) 1) Após cada choque, o módulo da velocidade fica multiplicado por  $e$  (coeficiente de restituição); portanto, imediatamente após o  $n$ -ésimo choque:

$$v_n = e^n v_0 = 10 \cdot 0,8^n \quad (1)$$

2) Sendo a queda livre um movimento uniformemente variado, o tempo de queda até o 1º choque é:

$$t_0 = \frac{v_0}{g} = \frac{10}{10} = 1\text{s} \quad (2)$$

3) O tempo gasto pela bolinha entre o choque  $n$  e o choque  $n + 1$  é:

$$t_n = 2 \cdot \frac{v_n}{g} = 2 \cdot \frac{e^n \cdot v_0}{g} \quad \therefore t_n = 2 \cdot 0,8^n$$

4) Logo, o tempo gasto pela bolinha até o  $n$ -ésimo choque é:

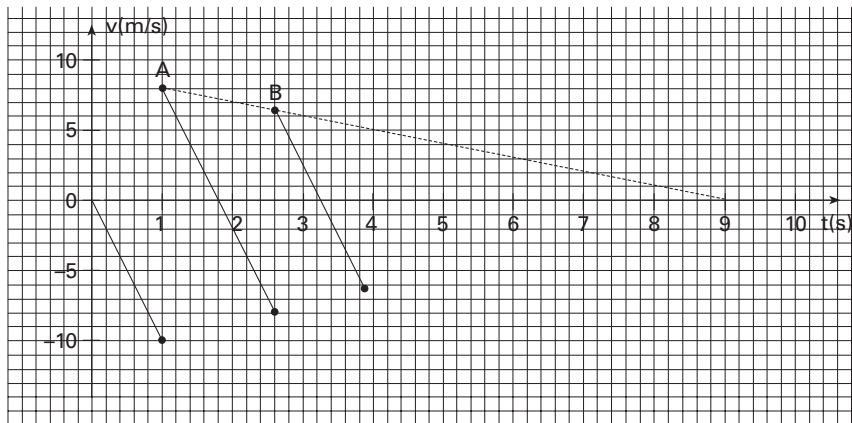
$$\begin{aligned} T &= t_0 + t_1 + t_2 + \dots + t_{n-1} \\ T &= 1 + 2 \cdot 0,8^1 + 2 \cdot 0,8^2 + \dots + 2 \cdot 0,8^{(n-1)} \\ T &= 1 + 2(0,8^1 + 0,8^2 + \dots + 0,8^{n-1}) \quad (3) \end{aligned}$$

Pelas expressões (2) e (3), podemos determinar:

- 1º) o tempo gasto até o 1º choque: 1s
- 2º) o tempo gasto até o 2º choque: 2,6s.
- 3º) o tempo gasto até o 3º choque: 3,88s.

Pela expressão (1), podemos determinar:

- 1º) o módulo da velocidade após o 1º choque: 8 m/s.
- 2º) o módulo da velocidade após o 2º choque: 6,4 m/s.



b) Da expressão (1), temos:

$$v_3 = 10 \cdot 0,8^3 \quad \therefore v_3 = 5,12\text{m/s}$$

c) 1ª solução

Considerando desprezível qualquer valor de velocidade inferior a 0,1 m/s (1/10 da menor divisão), temos, pela expressão (1):

$$0,1 = 10 \cdot 0,8^n \Rightarrow 0,8^n = 10^{-2}$$

$$n \cdot \log 0,8 = -2 \Rightarrow n \approx 20$$

Substituindo  $n = 20$  na expressão (3), temos:

$$T = 1 + 2(0,8 + 0,8^2 + \dots + 0,8^{19}).$$

Utilizando a expressão da soma da P.G. para os  $n$  primeiros termos:

$$T = 1 + 2 \cdot \frac{0,8^{20} - 0,8}{0,8 - 1} \therefore T \approx 9 \text{ s}$$

2ª solução

O tempo total até parar é o limite da função  $T$  (expressão 2) para  $n$  tendendo ao infinito.

$$T = 1 + 2(0,8 + 0,8^2 + 0,8^3 + \dots + 0,8^n)$$

Utilizando a soma da P.G. para infinitos termos:

$$T = 1 + 2 \cdot \frac{0,8}{1 - 0,8} \therefore T = 9 \text{ s}$$

3ª solução

Traçando a reta que passa pelos pontos A e B, encontramos  $t = 9 \text{ s}$  para o cruzamento da reta com o eixo dos tempos.

Demonstração:

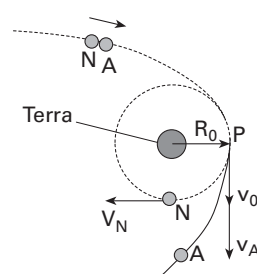
Vamos demonstrar que existe uma reta que passa pelos pontos A, B, C, D...

Para que exista essa reta, o coeficiente angular  $m$  da reta que passa por dois pontos consecutivos deve ser constante.

$$\begin{aligned} m &= \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{v_{n+1} - v_n}{t_n} = \\ &= \frac{10 \cdot 0,8^{n+1} - 10 \cdot 0,8^n}{2 \cdot 0,8^n} = \\ &= \frac{10 \cdot 0,8^n \cdot 0,8 - 10 \cdot 0,8^n}{2 \cdot 0,8^n} \therefore m = -1 \end{aligned}$$

## Questão 04

Alienígenas desejam observar o nosso planeta. Para tanto, enviam à Terra uma nave **N**, inicialmente ligada a uma nave auxiliar **A**, ambas de mesma massa. Quando o conjunto de naves se encontra muito distante da Terra, sua energia cinética e sua energia potencial gravitacional são muito pequenas, de forma que a energia mecânica total do conjunto pode ser considerada nula. Enquanto o conjunto é acelerado pelo campo gravitacional da Terra, sua energia cinética aumenta e sua energia potencial fica cada vez mais negativa, conservando a energia total nula. Quando o conjunto **N-A** atinge, com velocidade  $V_0$  (a ser determinada), o ponto **P** de máxima aproximação da Terra, a uma distância  $R_0$  de seu centro, um explosivo é acionado, separando **N** de **A**. A nave **N** passa a percorrer, em torno da Terra, uma órbita circular de raio  $R_0$ , com velocidade  $V_N$  (a ser determinada). A nave auxiliar **A**, adquire uma velocidade  $V_A$  (a ser determinada). Suponha que a Terra esteja isolada no espaço e em repouso.



### NOTE/ADOTE

1) A força de atração gravitacional  $F$ , entre um corpo de massa  $m$  e o planeta Terra, de massa  $M$ , é dada por

$$F = \frac{GMm}{R^2} = mg_R.$$

2) A energia potencial gravitacional  $E_P$  do sistema formado pelo corpo e pelo planeta Terra, com referencial de potencial zero no infinito, é dada por:  $E_P = \frac{-GMm}{R}$ .

$G$ : constante universal da gravitação.

$R$ : distância do corpo ao centro da Terra.

$g_R$ : aceleração da gravidade à distância  $R$  do centro da Terra.

Determine, em função de  $M$ ,  $G$  e  $R_0$ ,

- a velocidade  $V_0$  com que o conjunto atinge o ponto  $P$ .
- a velocidade  $V_N$ , de  $N$ , em sua órbita circular.
- a velocidade  $V_A$ , de  $A$ , logo após se separar de  $N$ .

### Resolução:

a) De acordo com o enunciado, quando o conjunto ( $N - A$ ) está muito longe da Terra, tanto a  $\mathcal{E}_c$  quanto a  $\mathcal{E}_p$  são nulas; portanto:

$$\mathcal{E}_{m_\infty} = 0$$

Sendo o sistema ( $N - A$ ) conservativo,

$$\mathcal{E}_{m_p} = \mathcal{E}_{m_\infty} \Rightarrow \mathcal{E}_{c_p} + \mathcal{E}_{p_p} = 0$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{GMm}{R_0} = 0 \Rightarrow \therefore v_0 = \sqrt{\frac{2GM}{R_0}}$$

b) Para um corpo em órbita circular:

$$R_c = P \rightarrow m \frac{v_N^2}{R_0} = m \frac{GM}{R_0^2} \therefore v_N = \sqrt{\frac{GM}{R_0}}$$

c) Sendo a explosão um sistema isolado e os corpos do sistema de mesma massa:

$$Q_{\text{sist}} = Q'_{\text{sist}}$$

$$Q_{\text{sis}} = Q'_N + Q'_A$$

$$2Mv_0 = Mv_N + Mv_A$$

$$2 \cdot \sqrt{\frac{2GM}{R_0}} = \sqrt{\frac{GM}{R_0}} + v_A \therefore v_A = (2\sqrt{2} - 1) \sqrt{\frac{GM}{R_0}}$$

### Questão 05

Um avião voa horizontalmente sobre o mar com velocidade  $V$  constante (a ser determinada). Um passageiro, sentado próximo ao centro de massa do avião, observa que a superfície do suco de laranja, que está em um copo sobre a bandeja fixa ao seu assento, permanece paralela ao plano da bandeja. Estando junto à janela, e olhando numa direção perpendicular à da trajetória do avião, o passageiro nota que a ponta da asa esquerda do avião tangencia a linha do horizonte, como mostra a figura A. O piloto anuncia que, devido a um problema técnico, o avião fará uma curva de  $180^\circ$  para retornar ao ponto de partida. Durante a curva, o avião se inclina para a esquerda, de um ângulo  $\theta = 30^\circ$ , sem que haja alterações no módulo de sua velocidade e na sua altura. O passageiro, olhando sempre na direção perpendicular à da velocidade do avião, observa que a ponta da asa esquerda permanece durante toda a curva apontando para um pequeno rochedo que aflora do mar, como representado na figura B. O passageiro também nota que a superfície do suco permaneceu paralela à bandeja, e que o avião percorreu a trajetória semicircular de raio  $R$  (a ser determinado), em  $90\text{ s}$ . Percebe, então, que com suas observações, e alguns conhecimentos de Física que adquiriu no Ensino Médio, pode estimar a altura e a velocidade do avião.

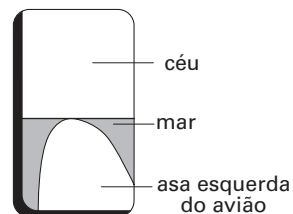


Figura A

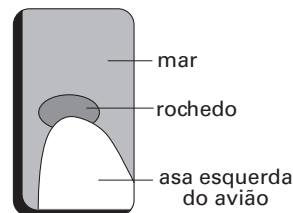


Figura B

#### NOTE/ADOTE

$$\pi = 3; \quad \text{sen } 30^\circ = 0,5; \quad \text{cos } 30^\circ = 0,86; \quad \text{tg } 30^\circ = 0,6 = 1/1,7$$

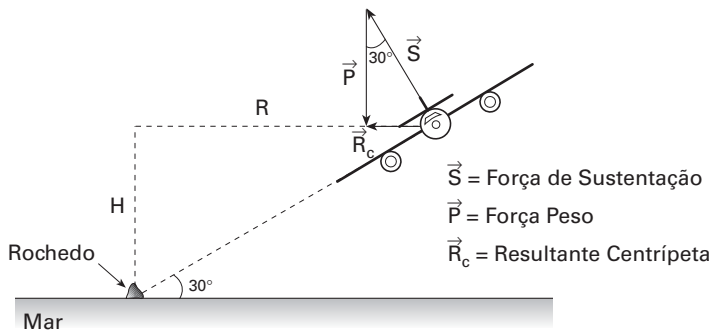
Aceleração da gravidade:  $g = 10\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

As distâncias envolvidas no problema são grandes em relação às dimensões do avião.

- Encontre uma relação entre  $V$ ,  $R$ ,  $g$  e  $\theta$ , para a situação descrita.
- Estime o valor da velocidade  $V$  do avião, em  $\text{km/h}$  ou  $\text{m/s}$ .
- Estime o valor da altura  $H$ , acima do nível do mar, em metros, em que o avião estava voando.



## Resolução:



$$a) \operatorname{tg} \theta = \frac{|\vec{R}_c|}{|\vec{P}|} = \frac{mv^2/R}{mg} \rightarrow \operatorname{tg} \theta = \frac{v^2}{Rg}$$

$$b) \operatorname{tg} \theta = \frac{m\omega^2 R}{mg} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot \frac{R}{g} = \frac{4\pi^2}{180^2} \cdot \frac{R}{10} = 0,6$$

$$R = 5400 \text{ m}$$

$$\text{Como } v = \omega R = \frac{2\pi}{T} \cdot R = \frac{2 \cdot 3}{180} \cdot 5400, \text{ então } v = 180 \text{ m/s}$$

$$c) \operatorname{tg} 30^\circ = \frac{H}{R} \rightarrow H = R \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 5400 \cdot 0,6$$

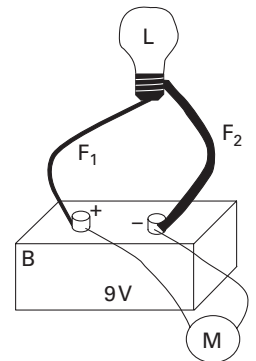
$$H = 3240 \text{ m} \approx 3200 \text{ m}$$

## Questão 06

Uma lâmpada  $L$  está ligada a uma bateria  $B$  por 2 fios,  $F_1$  e  $F_2$ , de mesmo material, de comprimentos iguais e de diâmetros  $d$  e  $3d$ , respectivamente. Ligado aos terminais da bateria, há um voltímetro ideal  $M$  (com resistência interna muito grande), como mostra a figura. Nestas condições a lâmpada está acesa, tem resistência  $R_L = 2,0 \Omega$  e dissipa uma potência igual a  $8,0 \text{ W}$ . A força eletromotriz da bateria é  $\mathcal{E} = 9,0 \text{ V}$  e a resistência do fio  $F_1$  é  $R_1 = 1,8 \Omega$ .

Determine o valor da

- corrente  $I$ , em ampères, que percorre o fio  $F_1$ .
- potência  $P_2$ , em watts, dissipada no fio  $F_2$ .
- diferença de potencial  $V_M$ , em volts, indicada pelo voltímetro  $M$ .



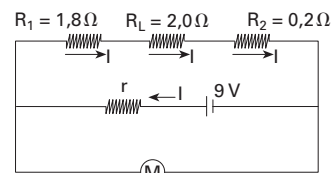
## Resolução:

Do enunciado, usando a segunda lei de Ohm, podemos escrever:

$$R_1 = 4\rho \frac{\ell}{\pi d^2} \quad \text{e} \quad R_2 = 4\rho \frac{\ell}{\pi (3d)^2}$$

$$\therefore R_2 = \frac{R_1}{9} \Rightarrow R_2 = \frac{1,8}{9} = 0,2 \Omega.$$

Assim, o circuito equivalente pode ser representado por:



- A corrente que percorre  $F_1$  é a mesma que percorre a lâmpada. Portanto:

$$P_L = R_L \cdot I^2 \Rightarrow 8 = 2I^2 \quad \therefore I = 2 \text{ A}$$

- A potência em  $F_2$  é dada por:

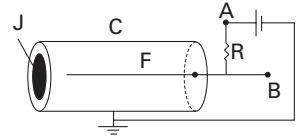
$$P_2 = R_2 \cdot I^2 \Rightarrow P_2 = 0,2 \cdot (2)^2 \quad \therefore P_2 = 0,8 \text{ W}$$

- A indicação de  $M$  é a ddp da associação:

$$U = R_{\text{eq}} \cdot I = (R_1 + R_L + R_2) \cdot I \\ \Rightarrow U = (1,8 + 2 + 0,2) \cdot 2 \quad \therefore U = 8 \text{ V}$$

### Questão 07

A figura representa uma câmara fechada **C**, de parede cilíndrica de material condutor, ligada à terra. Em uma de suas extremidades, há uma película **J**, de pequena espessura, que pode ser atravessada por partículas. Coincidente com o eixo da câmara, há um fio condutor **F** mantido em potencial positivo em relação à terra. O cilindro está preenchido com um gás de tal forma que partículas alfa, que penetram em **C**, através de **J**, colidem com moléculas do gás podendo arrancar elétrons das mesmas. Neste processo, são formados íons positivos e igual número de elétrons livres que se dirigem, respectivamente, para **C** e para **F**. O número de pares elétron-ion formados é proporcional à energia depositada na câmara pelas partículas alfa, sendo que para cada **30 eV** de energia perdida por uma partícula alfa, um par é criado. Analise a situação em que um número  $n = 2 \times 10^4$  partículas alfa, cada uma com energia cinética igual a **4,5 MeV**, penetram em **C**, a cada segundo, e lá perdem toda a sua energia cinética. Considerando que apenas essas partículas criam os pares elétron-ion, determine



#### NOTE/ADOTE

- 1) A carga de um elétron é  $e = -1,6 \times 10^{-19} \text{C}$
- 2) **elétron-volt (eV)** é uma unidade de energia
- 3)  $1 \text{MeV} = 10^6 \text{eV}$

- a) o número **N** de elétrons livres produzidos na câmara **C** a cada segundo.
- b) a diferença de potencial **V** entre os pontos **A** e **B** da figura, sendo a resistência  $R = 5 \times 10^7 \Omega$ .

#### Resolução:

- a) — O número de partículas  $\alpha$  que penetram em **C** é, de acordo com o enunciado:  $n = 2 \cdot 10^4$

— A energia associada a cada partícula é:  $\mathcal{E}_\alpha = 4,5 \cdot 10^6 \text{eV}$

— A energia total transferida às moléculas do gás contido em **C** tem, por isso, valor:

$$\mathcal{E}_T = n \cdot \mathcal{E}_\alpha \Rightarrow \mathcal{E}_T = 9 \cdot 10^{10} \text{eV}$$

Logo:  $30 \text{eV} \longrightarrow 1 \text{ par}$

$$9 \cdot 10^{10} \text{eV} \longrightarrow x \quad \therefore \quad x = 3 \cdot 10^9 \text{ pares}$$

Portanto:  $N = 3 \cdot 10^9$  elétrons livres

- b) A corrente elétrica, **i**, estabelecida no resistor é:

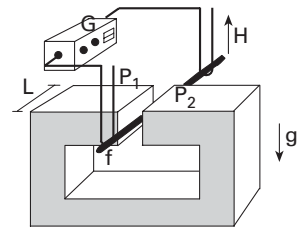
$$i = \frac{N \cdot |e|}{\Delta t} \quad \therefore \quad i = \frac{3 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1} \Rightarrow i = 4,8 \cdot 10^{-10} \text{A}$$

Sendo  $R = \frac{U}{i}$ , deduzimos que  $U_{AB} = R_{AB} \cdot i_{AB}$

$$\text{Portanto: } U_{AB} = 5 \cdot 10^7 \cdot 4,8 \cdot 10^{-10} \Rightarrow U_{AB} = 0,024 \text{V}$$

### Questão 08

O ímã representado na figura, com largura  $L = 0,20 \text{m}$ , cria, entre seus pólos, **P**<sub>1</sub> e **P**<sub>2</sub>, um campo de indução magnética **B**, horizontal, de intensidade constante e igual a **1,5 T**. Entre os pólos do ímã, há um fio condutor **f**, com massa  $m = 6,0 \times 10^{-3} \text{kg}$ , retilíneo e horizontal, em uma direção perpendicular à do campo **B**. As extremidades do fio, fora da região do ímã, estão apoiadas e podem se mover ao longo de guias condutores, verticais, ligados a um gerador de corrente **G**. A partir de um certo instante, o fio **f** passa a ser percorrido por uma corrente elétrica constante  $I = 50 \text{A}$ . Nessas condições, o fio sofre a ação de uma força **F**<sub>0</sub>, na direção vertical, que o acelera para cima. O fio percorre uma distância vertical  $d = 0,12 \text{m}$ , entre os pólos do ímã e, a seguir, se desconecta dos guias, prosseguindo em movimento livre para cima, até atingir uma altura máxima **H**.



#### NOTE/ADOTE

- 1) Um fio condutor retilíneo, de comprimento **C**, percorrido por uma corrente elétrica **I**, totalmente inserido em um campo de indução magnética de módulo **B**, perpendicular à direção do fio, fica sujeito a uma força **F**, de módulo igual a **BIC**, perpendicular à direção de **B** e à direção do fio.
- 2) Aceleração da gravidade  $g = 10 \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
- 3) Podem ser desprezados os efeitos de borda do campo **B**, o atrito entre o fio e os guias e a resistência do ar.

Determine

- o valor da força eletromagnética  $F_0$ , em newtons, que age sobre o fio.
- o trabalho total  $\tau$ , em joules, realizado pela força  $F_0$ .
- a máxima altura  $H$ , em metros, que o fio alcança, medida a partir de sua posição inicial.

### Resolução:

a) A força magnética ( $F_0$ ) sobre o trecho de fio imerso no campo é dada por:

$$F_0 = BIL \sin \theta \quad (\theta = 90^\circ)$$

$$\therefore F_0 = 1,5 \cdot 50 \cdot 0,2 \cdot 1 \Rightarrow F_0 = 15 \text{ N}$$

b) O trabalho de  $F_0$  pode ser calculado por:

$$\tau_{F_0} = F_0 \cdot d = 15 \cdot 0,12$$

$$\therefore \tau_{F_0} = 1,8 \text{ J}$$

c) • Cálculo da velocidade do fio no instante em que se desconecta dos guias:

Pelo teorema da energia cinética:

$$\tau_R = \tau_{F_0} + \tau_P = \frac{1}{2} mv^2$$

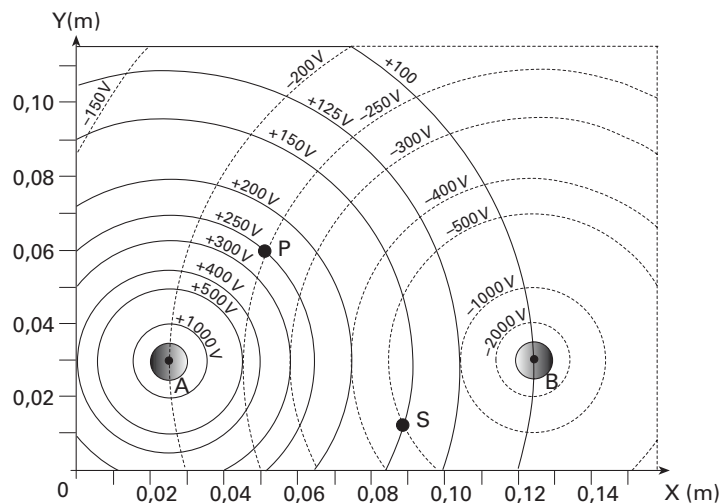
$$1,8 + (-6 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 0,12) = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot v^2$$

$$1,8 - 0,0072 = 3 \cdot 10^{-3} \cdot v^2 \therefore v^2 = 597,6 \Rightarrow v \approx 24,4 \text{ m/s}$$

- Cálculo da altura atingida pelo fio a partir da posição em que se desconecta do guia:  $h = \frac{v^2}{2g} = \frac{597,6}{2 \cdot 10} \therefore h = 29,88 \text{ m}$
- Acrescentando-se a distância vertical percorrida entre os polos do ímã:  
 $H = h + d \therefore H = 30 \text{ m}$

### Questão 09

Dois pequenas esferas metálicas, **A** e **B**, são mantidas em potenciais eletrostáticos constantes, respectivamente, positivo e negativo. As linhas cheias do gráfico representam as intersecções, com o plano do papel, das superfícies equipotenciais esféricas geradas por **A**, quando não há outros objetos nas proximidades. De forma análoga, as linhas tracejadas representam as intersecções com o plano do papel, das superfícies equipotenciais geradas por **B**. Os valores dos potenciais elétricos dessas superfícies estão indicados no gráfico. As questões se referem à situação em que **A** e **B** estão na presença uma da outra, nas posições indicadas no gráfico, com seus centros no plano do papel.



#### NOTE/ADOTE

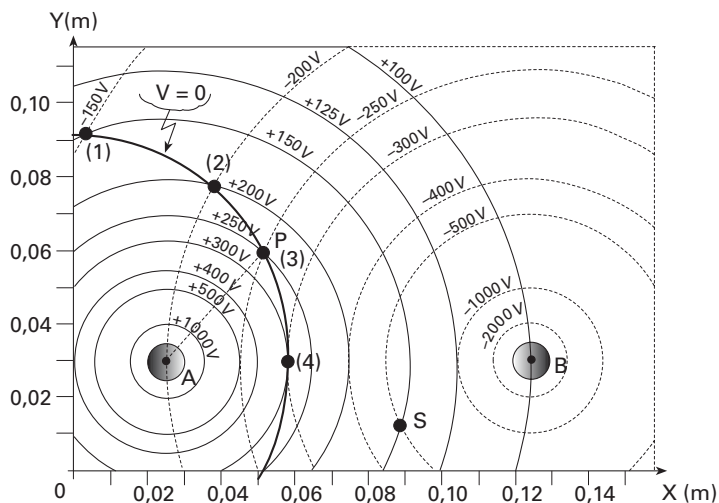
Uma esfera com carga  $Q$  gera, fora dela, a uma distância  $r$  do seu centro, um potencial  $V$  e um campo elétrico de módulo  $E$ , dados pelas expressões:

$$V = K(Q/r) \quad E = K(Q/r^2) = V/r \quad K = \text{constante}; \quad 1 \text{ volt / metro} = 1 \text{ newton / coulomb}$$

- a) Trace, **com caneta**, em toda a extensão do gráfico da folha de respostas, a linha de potencial  $V = 0$ , quando as duas esferas estão nas posições indicadas. Identifique claramente essa linha por  $V = 0$ .
- b) Determine, em volt/metro, utilizando dados do gráfico, os módulos dos campos elétricos  $E_{PA}$  e  $E_{PB}$  criados, no ponto  $P$ , respectivamente, pelas esferas  $A$  e  $B$ .
- c) Represente, em uma escala conveniente, no gráfico, com origem no ponto  $P$ , os vetores  $E_{PA}$ ,  $E_{PB}$  e o vetor campo elétrico  $E_P$  resultante em  $P$ . Determine, a partir desta construção gráfica, o módulo de  $E_P$ , em volt/metro.
- d) Estime o módulo do valor do trabalho  $\tau$ , em joules, realizado quando uma pequena carga  $q = 2,0\text{nC}$  é levada do ponto  $P$  ao ponto  $S$ , indicados no gráfico.  
**( $2,0\text{nC} = 2,0 \text{ nanocoulombs} = 2,0 \times 10^{-9}\text{C}$ ).**

### Resolução:

- a) Verifica-se, no gráfico, que nos pontos (1), (2), (3) e (4) a soma dos potenciais produzidos pelas duas esferas é nulo. Portanto, tais pontos pertencem ao lugar geométrico dos pontos onde  $V = 0$ :



- b) Utilizando-se a escala do gráfico do enunciado:  $1\text{ cm} \rightarrow 0,02\text{ m}$ , temos que  $r_A \approx 0,04\text{ m}$ .  
 Como  $V_P^A = 250\text{ V}$ , tem-se que a intensidade do campo elétrico  $E_P^A$  é:

$$E_P^A = \frac{|V_P^A|}{r_A}, \quad \therefore E_P^A = 6250\text{ V/m}$$

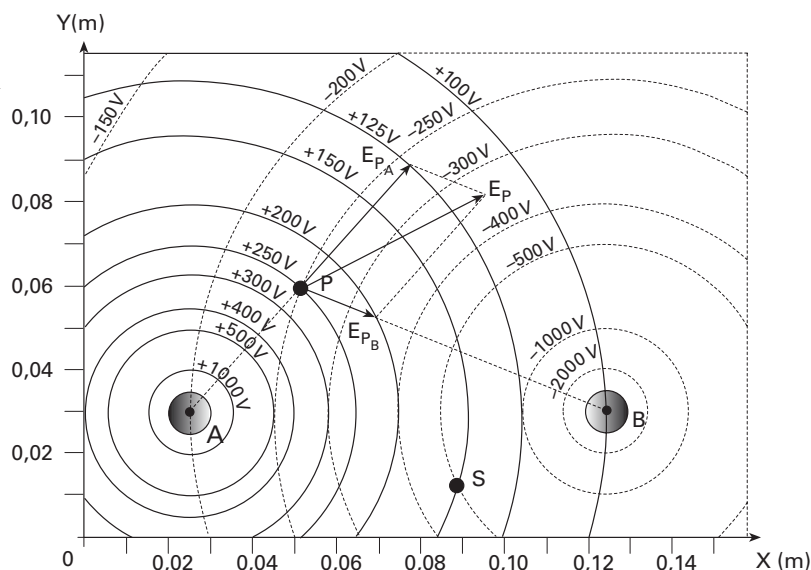
Analogamente:  $r_B \approx 0,08\text{ m}$  e  $V_P^B = -250\text{ V}$ ,  
 então:  $E_P^B = 3125\text{ V/m}$ .

- c) Na figura, utilizaremos para os vetores campos elétricos a escala:

$$1\text{ cm} \longrightarrow 3125\text{ V/m}$$

Como  $E_P$  corresponde a 2,5 cm, tem-se:

$$E_P = 2,5 \cdot 3125 \quad \therefore E_P = 7812,5\text{ V/m}$$



d) O trabalho realizado ( $\tau$ ) pela força elétrica no deslocamento da carga  $q$ , desde o ponto P até o ponto S, é:

$$\tau = q(V_P - V_S), \text{ onde: } \begin{cases} q = 2,0 \cdot 10^{-9} \text{ C} \\ V_P = 0 \\ V_S = 150 - 500 = -350 \text{ V} \end{cases}$$

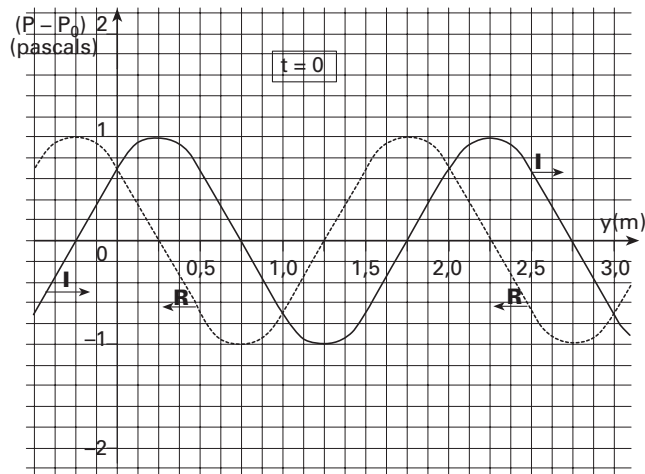
Portanto:

$$\tau = 2,0 \cdot 10^{-9} [0 - (-350)] \quad \therefore \quad \tau = 7,0 \cdot 10^{-7} \text{ J}$$

### Questão 10

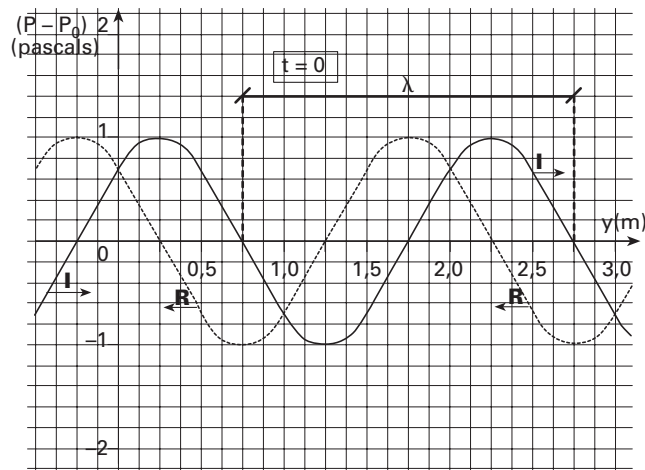
Uma onda sonora plana se propaga, em uma certa região do espaço, com velocidade  $V = 340 \text{ m/s}$ , na direção e sentido do eixo  $y$ , sendo refletida por uma parede plana perpendicular à direção de propagação e localizada à direita da região representada no gráfico. As curvas **I** e **R** desse gráfico representam, respectivamente, para as ondas sonoras incidente e refletida, a diferença entre a pressão  $P$  e a pressão atmosférica  $P_0$ , ( $P - P_0$ ), em função da coordenada  $y$ , no instante  $t = 0$ . As flechas indicam o sentido de propagação dessas ondas.

- Determine a frequência  $f$  da onda incidente.
- Represente, com caneta, no gráfico da folha de respostas, a curva de  $P - P_0$ , em função de  $y$ , no instante  $t = 0$ , para a onda sonora resultante da superposição, nesta região do espaço, das ondas incidente e refletida. (Represente ao menos um ciclo completo).
- Uma pessoa caminhando lentamente ao longo da direção  $y$  percebe, com um de seus ouvidos (o outro está tapado), que em algumas posições o som tem intensidade máxima e em outras tem intensidade nula. Determine uma posição  $y_0$  e outra  $y_m$  do ouvido, onde o som tem intensidade nula e máxima, respectivamente. Encontre, para a onda resultante, o valor da amplitude  $A_m$ , de  $P - P_0$ , em pascals, na posição  $y_m$ .



### Resolução:

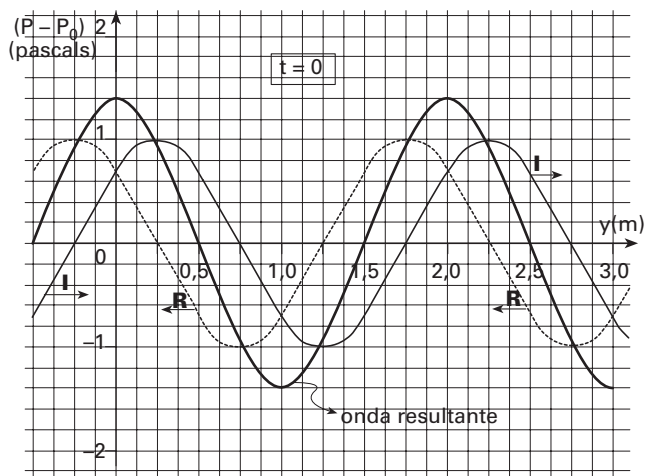
- De acordo com o gráfico,  $\lambda = 2 \text{ m}$ .



Como  $v = \lambda \cdot f$ , temos:

$$340 = 2 \cdot f \quad \therefore \quad f = 170 \text{ Hz}$$

- b) Pelo princípio da superposição, a onda resultante será obtida pela soma das ordenadas dos pontos de mesma abscissa. Assim:



- c) Admitindo que a onda resultante corresponde a uma onda estacionária, a pessoa ouvirá o máximo sonoro no local em que  $|P - P_0|$  é máximo.

Por exemplo, no ponto de abscissa:

$$y_m = 0$$

A intensidade será nula no local em que  $P - P_0 = 0$ .

Por exemplo, no ponto de abscissa:

$$y_0 = 0,5 \text{ m}$$

A partir da onda resultante obtida, a amplitude máxima de  $P - P_0$  é:

$$A_m = 1,4 \text{ pascals}$$

# COMENTÁRIO

---

Tratando-se de uma prova de Conhecimentos Específicos, consideramos que foi adequada e bem elaborada.

Há questões sobre todos os assuntos relevantes, e as competências e habilidades necessárias para o início de um bom curso universitário foram cobradas.

# INCIDÊNCIA

