

**QUESTÕES DISCURSIVAS**

**Questão 1:** Um cubo de chumbo, de aresta  $a = 2,0 \text{ cm}$ , inicialmente à temperatura  $T = 100^\circ\text{C}$ , é colocado sobre uma barra muito grande de gelo, a  $0^\circ\text{C}$ . Admitindo que o calor transferido do cubo de chumbo seja todo absorvido pelo gelo e que a temperatura de equilíbrio térmico seja  $0^\circ\text{C}$ , calcule:

Dados:  $\rho_{\text{chumbo}} = 11,3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ;  $c_{\text{chumbo}} = 128 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ ;  $L_{\text{gelo}} = 333,5 \text{ kJ/kg}$ ;  $\rho_{\text{água}} = 1,000 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

a) a quantidade de calor cedida pelo cubo de chumbo ao gelo.

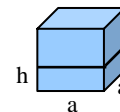
- Escrever a expressão do calor: 0,5 ponto  $Q = m_{\text{CH}} c_{\text{CH}} \Delta T$
- Calcular a massa de chumbo: 0,5 ponto  
 $m_{\text{CH}} = \rho_{\text{CH}} V_{\text{CH}} = (2,0 \times 10^{-2})^3 \times 11,3 \times 10^3 = 9,0 \times 10^{-2} \text{ kg}$
- Calcular a quantidade de calor cedida: 0,5 ponto  
 $Q = 9,0 \times 10^{-2} \times 128 \times 100 = 1,2 \times 10^3 \text{ J}$

b) a profundidade  $h$  que o cubo afunda no gelo.

- Igualar o calor cedido pelo chumbo ao calor de fusão do gelo: 0,5 ponto  $m_g L_g = 1,2 \times 10^3 \text{ J}$
- Calcular a massa de gelo fundido: 0,5 ponto  $m_g = \frac{1,2 \times 10^3}{333,5 \times 10^3} = 3,6 \times 10^{-3} \text{ kg}$
- Calcular o volume do gelo fundido: 1,0 ponto  
 considerando  $\rho_{\text{gelo}} \approx \rho_{\text{água}}$ ,  $V_g = \frac{3,6 \times 10^{-3}}{1,000 \times 10^3} = 3,6 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
- Igualar o volume do gelo derretido ao volume do buraco feito no gelo e calcular a profundidade  $h$  que o bloco afunda no gelo: 0,5 ponto

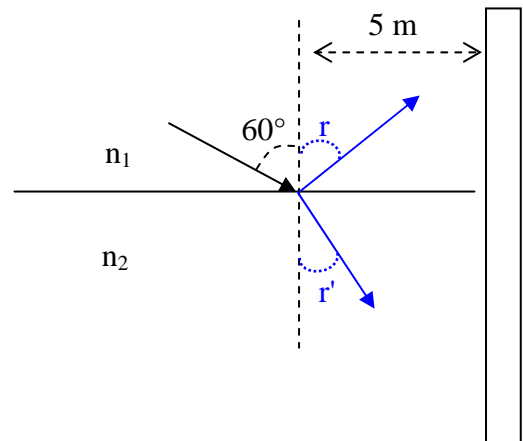
$$V_g = ha^2$$

$$h = \frac{3,6 \times 10^{-6}}{4,0 \times 10^{-4}} = 9,0 \times 10^{-3} \text{ m} = 0,90 \text{ cm}$$



**Questão 2:** Um raio de luz incide na superfície de separação entre dois meios, cujos índices de refração são  $n_1 = 1$  e  $n_2 = 1,22 \approx \frac{\sqrt{3}}{2}$ , fazendo um ângulo de incidência  $i = 60^\circ$  em relação à normal à superfície, conforme mostra a figura abaixo.

- I - Desenhe na figura uma possível trajetória para os raios refletido e refratado, indicando os ângulos que esses raios fazem com a normal à superfície de separação. Indique no quadro abaixo se o ângulo de reflexão  $r$  é maior, menor ou igual ao ângulo de incidência  $i$ . Faça a mesma indicação para o ângulo de refração  $r'$  em relação ao ângulo de incidência  $i$ .



Desenho de cada raio com a identificação da relação correta do ângulo:

1,0 ponto para o raio refletido

1,0 ponto para o raio refratado

$$i = r$$

$$i > r'$$

- II - Calcule a distância  $D$  entre os pontos em que os raios refletido e refratado atingem a parede vertical.

- Usar a Lei de Snell para calcular o ângulo  $r'$ : 1,0 ponto

$$\text{sen}60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \text{sen}r'$$

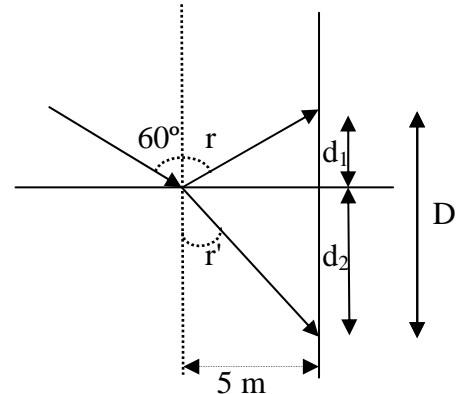
$$\text{sen}r' = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$r' = 45^\circ$$

- Calcular  $d_1$  e  $d_2$ : 0,5 ponto

$$d_1 = 5 \text{ tg}30^\circ = 5 \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ m}$$

$$d_2 = 5 \text{ tg}45^\circ = 5 \text{ m}$$



- Calcular a distância entre os pontos luminosos na parede: 0,5 ponto

$$D = d_1 + d_2 = 5 \left( \frac{\sqrt{3}}{3} + 1 \right) \text{ m}$$