

Os extintores de incêndio vendidos para automóveis têm a forma de uma cápsula cilíndrica com extremidades hemisféricas, conforme indica a figura ao lado. Eles são feitos de ferro e contêm cerca de 1 litro de CO_2 , sob pressão de 2,8 atmosferas na temperatura de 21°C . Considere que o CO_2 se comporta como um gás ideal.



- a) Calcule o volume de ferro utilizado na confecção da cápsula em cm^3 ;
 b) Calcule a pressão de CO_2 , em atmosferas, na temperatura de 0°C .

Dados do problema

- comprimento da parte cilíndrica do extintor: $L = 28 \text{ cm};$
- diâmetro do cilindro e dos hemisférios: $d = 8 \text{ cm};$
- volume de CO_2 contido no extintor: $V_G = 1 \text{ l};$

Estado inicial	Estado final
$t_1 = 21^\circ\text{C};$	$t_2 = 0^\circ\text{C}$
$p_1 = 2,8 \text{ atm}$	p_2

Solução

Em primeiro lugar devemos transformar as unidades do problema, o volume do gás é dado em litros e o problema quer a resposta em cm^3 , então

$$1 \text{ l} = 1000 \text{ cm}^3$$

A temperatura é dada em graus celsius e para os cálculos devemos transformar para kelvins, a transformação é dada por

$$T = t_c + 273$$

para a temperatura de 21°C :

$$T_1 = t_1 + 273$$

$$T_1 = 21 + 273$$

$$T_1 = 294 \text{ K}$$

para a temperatura de 0°C :

$$T_2 = t_2 + 273$$

$$T_2 = 0 + 273$$

$$T_2 = 273 \text{ K}$$

a) O volume do ferro utilizado para construir o extintor será obtido pelo volume da cápsula menos o volume do gás contido nela. Para calcular o volume da cápsula vamos dividi-la em três partes separando os hemisférios das extremidades do cilindro central, conforme a



figura 1

Unindo os dois hemisférios temos uma esfera, calculando-se o volume desta e somando ao volume do cilindro teremos o volume de toda cápsula.

Os raios da esfera e do cilindro serão a metade do diâmetro da cápsula dado no problema

$$R = \frac{D}{2}$$

$$R = \frac{8}{2}$$

$$R = 4 \text{ cm}$$

Vamos adotar para π o valor de 3,14, então o volume da esfera será dado por

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$V_1 = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 4^3$$

$$V_1 = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 64$$

$$V_1 \cong 267,9 \text{ cm}^3 \quad (\text{I})$$

Sendo $h = 28 \text{ cm}$ a altura do cilindro teremos para o volume

$$V = \pi R^2 \cdot h$$

$$V_2 = 3,14 \cdot 4^2 \cdot 28$$

$$V_2 \cong 1406,7 \text{ cm}^3 \quad (\text{II})$$

Então o volume da cápsula será a soma de (I) e (II)

$$V_C = V_1 + V_2$$

$$V_C = 267,9 + 1406,7$$

$$V_C = 1674,6 \text{ cm}^3$$

Finalmente o volume de ferro será a diferença entre o volume da cápsula e o volume ocupado pelo gás

$$V_F = V_C - V_G$$

$$V_F = 1674,6 - 1000$$

$$V_F = 674,6 \text{ cm}^3$$

b) Durante a mudança de temperatura de 21°C para 0°C o volume não muda (continua sendo o volume do extintor), assim temos uma transformação isométrica (ou isocórica ou isovolumétrica). para o cálculo da pressão final usamos a equação

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$\frac{2,8}{294} = \frac{p_2}{273}$$

$$p_2 = \frac{2,8}{294} \cdot 273$$

$$p_2 = 2,6 \text{ atm}$$