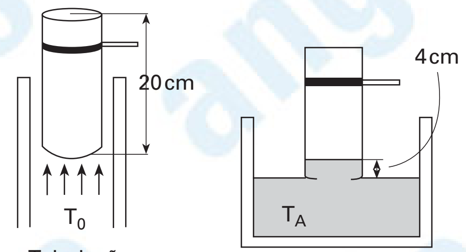
Questão 5

Para medir a temperatura T_0 do ar quente expelido, em baixa velocidade, por uma tubulação, um jovem utilizou uma garrafa cilíndrica vazia, com área da base $S = 50\,cm^2$ e altura $H = 20\,cm$. Adaptando um suporte isolante na garrafa, ela foi suspensa sobre a tubulação por alguns minutos, para que o ar expelido ocupasse todo o seu volume e se estabelecesse o equilíbrio térmico a T_0 (Situação 1). A garrafa foi, então, rapidamente colocada sobre um recipiente com água mantida à temperatura ambiente $T_A = 27°C$. Ele observou que a água do recipiente subiu até uma altura $h = 4\,cm$, dentro da garrafa, após o ar nela contido entrar em equilíbrio térmico com a água (Situação 2).



Tubulação de ar quente — Situação 1

Recipiente com água — Situação 2

Estime

a) o volume V_A, em cm^3, do ar dentro da garrafa, após a entrada da água, na Situação 2.

b) a variação de pressão ΔP, em N/m^2, do ar dentro da garrafa, entre as Situações 1 e 2.

c) a temperatura inicial T_0, em °C, do ar da tubulação, desprezando a variação de pressão do ar dentro da garrafa.

NOTE E ADOTE
PV = nRT
T (K) = T (°C) + 273

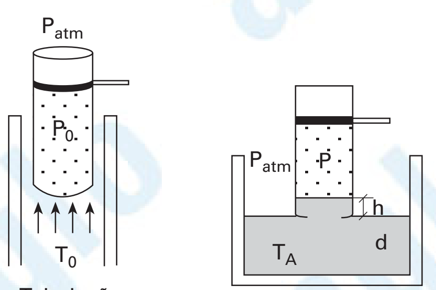
Resolução

a) Após a entrada da água, correspondente à situação 2, o volume de ar dentro da garrafa será de:

$$V_A = S \cdot (H - h)$$

$$V_A = 50 \cdot (20 - 4) \Rightarrow V_A = 800\,cm^3$$

b) Entre as situações 1 e 2, a variação de pressão do ar dentro da garrafa pode ser determinada como segue:



Tubulação de ar quente — Situação 1

Recipiente com água — Situação 2

$P_{atm} = P + dgh$ (Teo. de Stevin)

Considerando a pressão do ar na situação inicial $P_0 = P_{atm}$ e na situação final P, vem que:

$$\underbrace{P - P_0} = -\,dgh$$

$$\Delta P = -10^3 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 10^{-2}$$

$$\therefore \quad \Delta P = -400\,N/m^2$$

c) Desprezando a variação de pressão do ar no interior da garrafa, obtém-se uma estimativa da temperatura inicial do ar por meio da equação geral dos gases:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_A}{T_A}, \text{ em que } T_A = 27°C \Rightarrow T_A = 300\,K$$

$$\frac{50(20)}{T_0} = \frac{50(16)}{300}$$

$$T_0 = 375\,K \Rightarrow T_0 = 102°C$$