

ÚLOHA: KAPALINOVÝ TEPLOMĚR

Zadání:

Zásobník rtuti pokojového teploměru je možné považovat za válec o výšce 1,5 cm a poloměru 0,3 cm. Jaký musí být poloměr kapiláry, aby změně teploty o 10 °C odpovídala změna výšky rtuťového sloupce v kapiláře 2 cm? Součinitel teplotní objemové roztažnosti rtuti je $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$.

Řešení:

$$h = 1,5 \text{ cm}$$

$$r = 0,3 \text{ cm}$$

$$\Delta t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta v = 2 \text{ cm}$$

$$\beta = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$$

$$x = ?$$

Bez újmy na obecnosti uvažujme situaci, při níž je válcová nádobka teploměru zcela naplněná rtuťí a v kapiláře teploměru není žádná rtuť. Při ohřevu rtuťi o teplotu Δt se zvýší objem rtuťi, a proto se také zvýší hladina rtuťi v kapiláře teploměru o hodnotu Δv .

Pro počáteční objem V_1 rtuťi platí: $V_1 = V_{\text{nadobky}} = \pi r^2 h$.

Pro objem V_2 rtuťi po ohřevu platí: $V_2 = V_{\text{nadobky}} + V_{\text{v kapiláře}} = \pi r^2 h + \pi x^2 \cdot \Delta v$.

Tyto objemy rtuťi jsou svázány vztahem pro teplotní roztažnost rtuťi, který můžeme psát ve tvaru: $V_2 = V_1 (1 + \beta \cdot \Delta t)$.

Po dosazení a úpravách postupně dostáváme:

$$\pi r^2 h + \pi x^2 \cdot \Delta v = \pi r^2 h \cdot (1 + \beta \cdot \Delta t)$$

$$\pi r^2 h + \pi x^2 \cdot \Delta v = \pi r^2 h + \pi r^2 h \cdot \beta \cdot \Delta t$$

$$\pi x^2 \cdot \Delta v = \pi r^2 h \cdot \beta \cdot \Delta t$$

$$x = \sqrt{\frac{r^2 h \cdot \beta \cdot \Delta t}{\Delta v}}$$

$$x = r \sqrt{\frac{h \cdot \beta \cdot \Delta t}{\Delta v}}$$

$$x = 0,003 \cdot \sqrt{\frac{0,015 \cdot 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 10}{0,02}} \text{ m}$$

$$x = 0,11 \text{ mm}$$

Poloměr kapiláry musí být za daných okolností 0,11 mm.