

## Prověřka "pevne latky" - řešení

**R3.118**  $l = 2 \text{ m}$ ,  $S = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ ,  $F = 800 \text{ N}$ ,  $\Delta l = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ ; a)  $\sigma_n = ?$ , b)  $\varepsilon = ?$ , c)  $E = ?$

$$\text{a) } \sigma_n = \frac{F}{S} = 2 \cdot 10^8 \text{ Pa}$$

$$\text{b) } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = 0,001, \text{ tj. } 0,1 \%$$

$$\text{c) } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{S} \Rightarrow E = \frac{Fl}{\Delta l S} = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$$

**R3.119**  $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ ,  $\sigma_n = 5 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ ;  $\varepsilon = ?$

$$\varepsilon = \frac{\sigma_n}{E} = 0,025, \text{ tj. } 2,5 \%$$

**R3.120**  $l = 2 \text{ m}$ ,  $S = 3 \text{ mm}^2 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ ,  $F = 90 \text{ N}$ ,  $\Delta l = 0,5 \text{ mm} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ ;  $E = ?$

$$\Delta l = \frac{Fl}{ES} \Rightarrow E = \frac{Fl}{\Delta l S} = 1,2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$$

**R3.121**  $m = 10 \text{ t} = 10 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ,  $S = 8 \text{ cm}^2 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ ,  $l = 400 \text{ m}$ ,  $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ,  $E = 2,2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ ;  $\Delta l = ?$

$$\Delta l = \frac{Fl}{ES} = \frac{mgl}{ES} = 0,22 \text{ m}$$

**R3.122**  $r = 0,32 \text{ mm} = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ ,  $l = 0,65 \text{ m}$ ,  $\Delta l = 4,5 \text{ mm} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ ,  $E = 220 \text{ GPa} = 2,2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ ;  $F = ?$

$$\Delta l = \frac{Fl}{ES} \Rightarrow F = \frac{\Delta l ES}{l} = \frac{\Delta l E \pi r^2}{l} = 490 \text{ N}$$

**R3.125**  $t_1 = -10 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $l = 50 \text{ m}$ ,  $t_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\alpha = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ;  $\Delta l = ?$

$$\Delta l = \alpha l (t_2 - t_1) = 0,034 \text{ m} = 3,4 \text{ cm}$$

**R3.126**  $l = 0,5 \text{ m}$ ; z grafu odečteme pro  $\Delta t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$  hodnotu  $\Delta l = 0,3 \text{ mm} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ . Součinitel délkové roztažnosti

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l \Delta t} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

**R3.127**  $E = 2,2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ ,  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ,  $t_1 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\sigma_n = ?$

Prodloužení  $\Delta l$  tyče délky  $l$  vlivem normálového napětí  $\sigma_n$  vyjádříme vztahem

$$\Delta l = \frac{l \sigma_n}{E}$$

Pro prodloužení  $\Delta l'$  vlivem zvýšení teploty platí vztah

$$\Delta l' = \alpha l (t_2 - t_1)$$

přičemž předpokládáme, že teplotní roztažnost je v daném teplotním intervalu lineární. Za předpokladu, že platí

$$\Delta l = \Delta l',$$

dostaneme

$$\frac{l\sigma_n}{E} = \alpha l(t_2 - t_1)$$

a odtud normálové napětí

$$\sigma_n = E\alpha(t_2 - t_1) = 1,6 \cdot 10^8 \text{ Pa.}$$

$$\mathbf{R3.128} \quad S = 4 \text{ cm}^2 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2, \Delta t = 2 \text{ }^\circ\text{C}, E = 100 \text{ GPa} = 1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}, \alpha = 19 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}; F = ?$$

$$\Delta l = \frac{Fl}{ES} = \alpha l \Delta t \Rightarrow F = \alpha \Delta t ES \approx 1\,500 \text{ N} = 1,5 \text{ kN}$$

$$\mathbf{R3.129} \quad S = 10 \text{ cm}^2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2, \Delta t = 15 \text{ }^\circ\text{C}, \alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}, E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}; F = ?$$

$$\Delta l = l\alpha\Delta t = \frac{Fl}{ES} \Rightarrow F = ES\alpha\Delta t = 36\,000 \text{ N} = 36 \text{ kN}$$

$$\mathbf{R3.130} \quad t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}, r = 0,3 \text{ m}, h = 0,4 \text{ m}, t_2 = 65 \text{ }^\circ\text{C}, \alpha = 17 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}; \text{ a) } \Delta S = ?, \text{ b) } \Delta V = ?$$

$$\text{a) } S = \pi r^2, S_1 = \pi r^2(1 + 2\alpha\Delta t); \Delta S = S_1 - S = \pi r^2 2\alpha(t_2 - t_1) = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2,$$

$$\text{b) } V = \pi r^2 h, V_1 = \pi r^2(1 + 2\alpha\Delta t)h(1 + \alpha\Delta t) = \pi r^2 h(1 + 3\alpha\Delta t);$$

$$\Delta V = V_1 - V = \pi r^2 h 3\alpha(t_2 - t_1) = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3.$$

$$\mathbf{R3.131} \quad t_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}, t_2 = 150 \text{ }^\circ\text{C}, \alpha = 17 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}; \Delta V/V = ?$$

$$V_1 = V(1 + 3\alpha\Delta t)$$

$$\Delta V = V_1 - V = 3V\alpha\Delta t$$

$$\frac{\Delta V}{V} = 3\alpha(t_2 - t_1) = 0,006\,7, \text{ tj. } 0,67 \%$$

$$\mathbf{R3.132} \quad t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}, l = 2,0 \text{ m}, V = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, \rho = 2\,700 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}, \alpha = 24 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}, t_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}; \text{ a) } \Delta l = ?, \text{ b) } \Delta V = ?, \rho_1 = ?$$

$$\text{a) } \Delta l = \alpha l(t_2 - t_1) = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2,4 \text{ mm}$$

$$\text{b) } \Delta V = 3\alpha V(t_2 - t_1) = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\text{c) } \rho_1 = \frac{\rho}{1 + 3\alpha\Delta t} \approx \rho(1 - 3\alpha\Delta t) = 2\,690 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$