

5. kolo fyzikální korespondenční školy

Kdo šetří, má za tři

Řešení úloh

Úloha 5.1: Voda ve vaně

- a) $a = 160 \text{ cm} = 1,6 \text{ m}$
 $b = 78 \text{ cm} = 0,78 \text{ m}$
 $c = 48 \text{ cm} = 0,48 \text{ m}$
 $h = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$
 $t_1 = 55^\circ\text{C}$
 $t_2 = 10^\circ\text{C}$
 $t_v = 28^\circ\text{C}$
 $c = 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
 $V_2 = ? \text{ (l)}$

Pro výpočet použijeme kalorimetrickou rovnici:

$$m_1 c (t_1 - t_v) = m_2 c (t_v - t_2)$$

$$V_1 \rho c (t_1 - t_v) = V_2 \rho c (t_v - t_2)$$

$$V_1 (t_1 - t_v) = V_2 (t_v - t_2)$$

$$V_2 = \frac{V_1 (t_1 - t_v)}{(t_v - t_2)}$$

$$V_2 = \frac{abh(t_1 - t_v)}{(t_v - t_2)}$$

$$V_2 = \frac{1,6 \cdot 0,78 \cdot 0,2(55 - 28)}{(28 - 10)} \text{ m}^3$$

$$\underline{V_2 = 0,3744 \text{ m}^3 = 374,4 \text{ dm}^3 = 374,4 \text{ l}}$$

Do vany musí být dopuštěno 374,4 l studené vody.

- b) Celkový objem vany:

$$V_2 = abh_2 \rightarrow h_2 = \frac{V_2}{ab}$$

$$h_2 = \frac{0,3744}{1,6 \cdot 0,78} \text{ m}$$

$$h_2 = 0,3 \text{ m}$$

Výška, do které bude hladina dosahovat:

$$h_c = h_1 + h_2$$

$$h_c = (0,2 + 0,3) \text{ m}$$

$$\underline{h_c = 0,5 \text{ m}}$$

$$x = 4,2 \text{ MJ}$$

Opět použijeme trojčlenku:

$$4\,200\,000 \text{ J} \dots\dots\dots 1 \text{ kg}$$

$$\underline{11\,900\,000\,000 \text{ J} \dots\dots\dots x \text{ kg}}$$

$$x = 1 \cdot \frac{11\,900\,000\,000}{4\,200\,000} \text{ kg}$$

$$\underline{x = 2833 \text{ kg}}$$

Kdyby se takto neúspěšně chovali všichni obyvatelé města Hradec Králové, spálilo by se v uhelné elektrárně zbytečně 2833 kg uhlí!!

Úloha 5.3: Odpor vzduchu a spotřeba vozidla

a) $s = 270 \text{ km} = 270\,000 \text{ m}$

$$v_1 = 100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_2 = 150 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 41,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\underline{t_1, t_2 = ? (\text{s})}$$

$$t_1 = \frac{s}{v_1}$$

$$t_1 = \frac{270\,000}{28} \text{ s}$$

$$\underline{t_1 = 9643 \text{ s} = 2 \text{ h } 40 \text{ min } 43 \text{ s}}$$

$$t_2 = \frac{s}{v_2}$$

$$t_2 = \frac{270\,000}{41,7} \text{ s}$$

$$\underline{t_2 = 6475 \text{ s} = 1 \text{ h } 47 \text{ min } 55 \text{ s}}$$

Pojede-li auto rychlostí 100 km/h dojde do Brna za 2 h 40 min 43 s. Pojede-li auto rychlostí 150 km/h dojde do Brna za 1 h 47 min 55 s.

b) $F_{o1} = 380 \text{ N}$

$$F_{o2} = 850 \text{ N}$$

$$s = 270 \text{ km} = 270\,000 \text{ m}$$

$$\underline{W_1, W_2 = ? (\text{J})}$$

$$W_1 = F_{o1}s$$

$$W_1 = 380 \cdot 270\,000 \text{ J}$$

$$\underline{W_1 = 102,6 \text{ MJ}}$$

$$W_2 = F_{o2}s$$

$$W_2 = 850 \cdot 270\,000 \text{ J}$$

$$\underline{W_2 = 229,5 \text{ MJ}}$$

Na překonání odporové síly je třeba vykonat práci 113,4 MJ při rychlosti 100 km/h a 290,8 MJ při rychlosti 150 km/h.

c) Spotřebovaný benzín vypočítáme trojčlenkou.

Pro rychlost 100 km/h:

1 liter.....6,4 MJ

x litrů.....102,6 MJ

$$x = \frac{102,6}{6,4} \text{ l}$$

$$\underline{x = 16 \text{ l}}$$

Pro rychlost 150 km/h:

1 liter.....6,4 MJ

x litrů.....229,5 MJ

$$x = \frac{290,8}{6,4} \text{ l}$$

$$\underline{x = 35,8 \text{ l}}$$

Při rychlosti 100 km/h bude spotřebováno 16 l a při rychlosti 150 km/h 35,8 l benzínu.

d) Cena benzínu: 35 Kč/1 liter

Útrata při rychlosti 100 km/h: $35 \cdot 16 = 560 \text{ Kč}$

Útrata při rychlosti 150 km/h: $35 \cdot 35,8 = 1253 \text{ Kč}$

Úloha 5. 4: Co způsobí namražený mrazák?

a) $V = 190 \text{ l} = 0,19 \text{ m}^3$

$$t_1 = -18^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 25^\circ\text{C}$$

$$\rho_1 = 0,88 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3} = 0,88 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\rho_2 = 23 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3} = 0,23 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\underline{m = ? \text{ (kg)}}$$

1 m³ vzduchu o teplotě 25°C obsahuje 23 g vodní páry

1 m³ vzduchu o teplotě -18°C obsahuje 0,88 g vodní páry

Tedy dostane-li 1 m³ vzduchu o teplotě 25°C do mrazáku a je zchlazen na -18°C, bude obsahovat 0,88 g vodní páry a $23 \text{ g} - 0,88 \text{ g} = \mathbf{22,12 \text{ g}}$ vodní páry z kondenzuje a namrazí se na stěny mrazáku

Hmotnost vodní páry v 190 l vzduchu:

1 m³.....22,12 g

0,190 m³..... x g

$$x = 22,12 \cdot \frac{0,19}{1} \text{ g}$$

$$\underline{x = 4,2 \text{ g}}$$

Při jednom otevření mrazáku se namrazí 4,2 g ledu.

- b) Objem ledu vypočítáme jako rozdíl objemu mrazáku a kvádru se všemi rozměry o 1 cm menšími (led zaujímá 5 mm na každé straně)

$$V = abc - xyz = abc - (a - 0,01)(b - 0,01)(c - 0,01)$$

$$V = (0,4 \cdot 0,7 \cdot 0,68 - (0,4 - 0,01)(0,7 - 0,01)(0,68 - 0,01)) \text{ m}^3$$

$$\underline{V = 0,01 \text{ m}^3}$$

$$m = \rho V$$

$$m = 920 \cdot 0,01 \text{ kg}$$

$$\underline{m = 9,2 \text{ kg} = 9200 \text{ g}}$$

$$\text{Počet otevření mrazáku: } n = \frac{m}{x}$$

$$n = \frac{9200}{4,2}$$

$$\underline{n = 2190}$$

Kdyby se na mrazáku vytvářela námraza jen kondenzací páry ze vzduchu, museli bychom mrazák otevřít 2190 krát.

Otevírání mrazáku však není jediný způsob, jak se dostává vlhkost do vnitřního prostoru, a proto, jak z vlastních zkušeností víme, se ledová vrstva ve vnitřním prostoru vytvoří mnohem dříve, než po tolika otevření.