

Úloha II.4 . . . Koupelnový bojler

6 bodů; (chybí statistiky)

Peťa se vrátila z procházky celá zmrzlá a ráda by si dala horkou koupel. V koupelně má bojler s účinností $\eta = 80\%$, který je připojen do zásuvky s efektivním napětím $U_{\text{ef}} = 230\text{ V}$ a při svém provozu spotřebovává proud o efektivní hodnotě $I_{\text{ef}} = 10\text{ A}$.¹ Peťa si napustí ze studny do bojleru 100 l vody o teplotě 15°C . Chtěla by koupel o teplotě 40°C . Za jak dlouho se jí ohřeje voda na napuštění vany, jestliže ji napouští pouze z bojleru? Tepelné ztráty do okolí zanedbejte.

Nejdříve si spočteme, jakou energii musíme dodat 100 l vody, aby se ohřála na 40°C . Budeme vycházet ze vztahu pro teplo

$$Q = mc\Delta t,$$

kde je Q dodaná energie, m hmotnost ohříváné vody, c je měrná tepelná kapacita vody a Δt je změna teploty vody. Hmotnost vody spočteme jednoduše pomocí hustoty, která činí $\rho = 1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, jako

$$m = \rho V = 1000\text{ kg}\cdot\text{m}^3 \cdot 0,1\text{ m}^3 = 100\text{ kg}.$$

Měrná tepelná kapacita je konstanta a je dána druhem látky, kterou ohříváme. U vody je známo, že má hodnotu zhruba $c = 4180\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Dále potřebujeme spočítat teplo, které dodá bojler vodě. Víme, že bojler je napájen ze sítě s napětím $U_{\text{ef}} = 230\text{ V}$ a proudem $I_{\text{ef}} = 10\text{ A}$. Jde o střídavé napětí a proud, nicméně v obou případech máme zadány jejich efektivní hodnoty. Tedy hodnoty stejnosměrného napětí a proudu takových, že za stejný čas vykonají stejnou práci jako skutečné střídavé napětí a proud. Pro elektrický výkon bojleru můžeme psát

$$P_{\text{ef}} = U_{\text{ef}}I_{\text{ef}}.$$

Bojler má účinnost pouze $\eta = 80\%$, na ohřev vody se použije tedy pouze 80% z jeho výkonu. Teplo, které dodá bojler vodě za čas T , můžeme tedy vyjádřit jako

$$Q = \eta P_{\text{ef}}T.$$

Dosazením z těchto rovnic do první a vyjádřením času T dostáváme konečný vztah, do kterého už můžeme dosadit známé hodnoty:

$$T = \frac{mc\Delta t}{\eta U_{\text{ef}}I_{\text{ef}}} = \frac{100\text{ kg} \cdot 4180\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \cdot 25^\circ\text{C}}{0,8 \cdot 230\text{ V} \cdot 10\text{ A}} \doteq 5679\text{ s} \doteq 1\text{ h } 34\text{ min } 39\text{ s}.$$

Peti se tedy voda na napuštění vany ohřeje za asi hodinu a půl.

Robert Gemrot

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.

¹Ve skutečných zásuvkách máme tzv. střídavý proud, kterému se v čase periodicky mění velikost napětí a proudu. Abychom nemuseli počítat s časově proměnnými napětími a proudy, zavádí se efektivní hodnoty napětí a proudu. Tyto efektivní hodnoty nám říkají velikost stejnosměrného napětí, resp. proudu, se stejným průměrným výkonem jako původní časově proměnné napětí, resp. proud. Můžeme tedy uvažovat, že elektrina v zásuvce má konstantní napětí i proud, jejichž velikost odpovídá efektivním hodnotám.