

Úloha II.4 ... Luborovi je zima

6 bodů; průměr 5,14; řešilo 36 studentů

Po návratu z výletu se organizátoři rozhodli, že se půjdou koupat. Lubor ale nemá rád studenou vodu a do zahradního bazénu, který měl teplotu 28°C , se mu příliš nechtělo. Proto si musel počkat do druhého dne, kdy se bazén během dne díky průhlednému zakrytí ohřál o 2°C . Kolik hodin muselo nejméně svítit, jestliže právě polovina sluneční energie dopadající na průhledný kryt o povrchu 6 m^2 byla využita k ohřevu vody v bazénu? Výsledek srovnej s časem, za který by bazén ohřálo tepelné čerpadlo s výkonem 4 kW . Nakonec můžeme prozradit, že bazén obsahoval 8 m^3 vody a ostatní potřebné hodnoty je třeba dohledat.



Nejdříve si uvědomíme, jakým způsobem ohřívá Slunce bazén. Záření pocházející ze Slunce se postupně rozptyluje, dokud nedorazí na Zemi, kde působí hustotou zářivého toku $I = 1361\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Tato veličina určuje, jaký výkon dopadá na 1 m^2 , a nazývá se sluneční (nebo také solární) konstanta, přestože se v průběhu roku částečně mění. Má-li bazén plochu $S = 6\text{ m}^2$, bude dopadající výkon $P_S = SI\eta = 4083\text{ W}$, kde $\eta = 0,5$ je účinnost výkonu přes plachtu ze zadání.

Chceme-li ohřát bazén o $\Delta T = 2^\circ\text{C}$, budeme muset vodě dodat teplo $Q = mc\Delta T = V\rho c\Delta T$, kde $c = 4180\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ je měrná tepelná kapacita vody, $\rho = 997\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ hustota vody a $V = 8\text{ m}^3$ její objem. Teď stačí dopočítat čas t , za který se bazén ohřeje o ΔT , pomocí rovnice, kde teplo dodané Sluncem se rovná teplu přijatému bazénem.

$$\begin{aligned} t_S \cdot P_S &= V\rho c\Delta T \\ t_S &= \frac{V\rho c\Delta T}{SI\eta} \\ t_S &= \frac{8 \cdot 997 \cdot 4180 \cdot 2}{1361 \cdot 6 \cdot 0,5} \text{ s} \doteq 16330 \text{ s} \doteq 4,54 \text{ h} \end{aligned}$$

Lubor si bude muset počkat 4,5 hodiny než bude teplota vody podle jeho přání. Pokud bychom použili tepelné čerpadlo o výkonu $P = 4\text{ kW}$, ohřála by se voda za čas

$$t = \frac{V\rho c\Delta T}{P} = \frac{8 \cdot 997 \cdot 4180 \cdot 2}{4000} \text{ s} \doteq 16670 \text{ s} \doteq 4,63 \text{ h}.$$

Tepelnému čerpadlu bude trvat ohřát bazén zhruba o 6 minut déle oproti slunečnímu záření. Pokud by si ale chtěl Lubor čekání zkrátit, zkombinuje obě dvě možnosti.

Patrik Kašpárek
patrik@vyfuk.org

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

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