

Úloha I.3 ... Au, to pálí!

6 bodů; (chybí statistiky)

Filip sjíždí na kole kopec o výšce $h = 8$ m. Jelikož je kopec velmi prudký, musí intenzivně brzdít, aby si udržel po celou dobu konstantní rychlost. Jeho kolo je opatřeno kotoučovými brzdami. Samotný kotouč má hmotnost $m = 200$ g a je vyroben z materiálu o měrné tepelné kapacitě $c = 553 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Na jakou teplotu se kotouč zahřeje, váží-li Filip i s kolem $M = 80$ kg? Počítejte, že počáteční teplota kotouče je $t_0 = 20$ °C a že veškerá energie ztracená brzděním kola se přemění na tepelnou energii kotouče. Filip brzdí pouze zadní brzdou. Vzhledem k tomu, že kopec není příliš vysoký, stihne jej sjet dříve, než kotouč předá nějaké množství tepla do okolí.



Při řešení této úlohy uplatníme zákon zachování energie. V celém našem příkladu uvažujeme, že se energie v daném systému neztrácí, pouze mění svou podobu. V tomto případě se jedná o přeměnu potenciální energie na teplo.

Jelikož Filip sjíždí kopec konstantní rychlostí, jeho kinetická energie se nemění. Jediná část jeho mechanické energie, která podléhá změně, je polohová energie. Jestliže Filip vážící společně s kolem $M = 80$ kg sjede kopec o výšce $h = 8$ m, klesne jeho potenciální energie (a tudíž i jeho celková mechanická) o hodnotu

$$\Delta E = Mgh,$$

kde $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ je tíhové zrychlení. Odevzdaná mechanická energie ΔE se však, jak jsme již naznačili, neztrácí, ale přeměňuje na jinou formu energie. Pokud Filip brzdí svými kotoučovými brzdami, vzniká na zadní brzdě vysoké tření, které kotouč rychle zahřívá. Ve výsledku pak probíhá přenos z potenciální energie Filipa na tepelnou energii kotouče.

Vztah mezi teplem Q dodaným kotouči a změnou jeho teploty, vyjadřuje tzv. *kalorimetrická rovnice*:

$$Q = mc(t - t_0),$$

kde $m = 200$ g odpovídá hmotnosti kotouče a $c = 553 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ měrné tepelné kapacitě materiálu, z něhož je kotouč vyroben, $t_0 = 20$ °C je počáteční teplota kotouče a t naopak značí teplotu koncovou, kterou se snažíme najít.

Pokud se veškerá Filipova potenciální energie přemění na teplo předané kotouči, musí se ΔE rovnat Q . Z toho získáváme rovnici

$$Mgh = mc(t - t_0),$$

z níž již snadno vyjádříme koncovou teplotu t

$$t = t_0 + \frac{Mgh}{mc}.$$

Po dosažení všech hodnot vychází $t \doteq 76,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Poté, co Filip sjede kopec, se tedy zadní kotouč jeho kola zahřeje na teplotu $76,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Michal Stroff

stroffis@vyfuk.mff.cuni.cz

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/>.