

Úloha VIII.2 ... Maglev

8 bodů; (chybí statistiky)

Asi si umíte představit, že pohnout vlakem není vůbec jednoduché. Už pouhé tření kol o koleje dělá tento úkol pro jednoho člověka nemožný. Co se ale stane, když bude jeden člověk tlačít na maglev? To je vlak, který sice váží 200 tun, ale pomocí silných magnetů levituje bez tření několik centimetrů nad tratí. Vypočítejte, jakou rychlost vlaku udělíme, budeme-li na vlak působit konstantní silou 400 N po dobu (a) 1 min, (b) 1 hod? V řešení nezapomeňte uvést všechny potřebné výpočty!

Protože se maglev vznáší nad kolejemi, nepůsobí na něj třecí síla kolejí. Stejně tak lze zanedbat i odporovou sílu vzduchu, protože vlak dokážeme roztlačit pouze na malou rychlost. Proto budeme jako jedinou sílu působící na vlak ve vodorovném směru uvažovat sílu, kterou vlak roztlačujeme.

Působící síla F podle druhého Newtonova zákona způsobí nenulové zrychlení vlaku a , které je přímo úměrné této síle. Platí $F = ma$, kde m je hmotnost vlaku. Z tohoto vztahu lze snadno určit, že zrychlení vlaku má tedy velikost $a = F/m$.

Protože zrychlení vyjadřuje změnu rychlosti za čas, lze také psát $a = v/t$. Při konstantním zrychlení a (tzn. při konstantní působící síle) bude výsledná rychlost vlaku $v = at$, kde t je čas, během kterého na vlak silově působíme.

Když nyní spojíme dva výše uvedené vzorce, získáme vztah pro výslednou rychlost vlaku

$$v = \frac{Ft}{m}.$$

Nakonec dosadíme hmotnost vlaku, sílu, kterou působíme na vlak, a čas, po který silou působíme (vše v základních jednotkách) a dostáváme

$$(a) \quad v_1 = \frac{Ft_1}{m} = \frac{400 \text{ N} \cdot 60 \text{ s}}{200\,000 \text{ kg}} = 0,12 \text{ m/s},$$

$$(b) \quad v_2 = \frac{Ft_2}{m} = \frac{400 \text{ N} \cdot 3\,600 \text{ s}}{200\,000 \text{ kg}} = 7,2 \text{ m/s}.$$

Jiný postup

Pro výpočet můžeme rovněž použít veličinu zvanou *hybnost*, která je určena jako součin hmotnosti a rychlosti tělesa, tzn. $p = mv$. Poté můžeme využít poznatek, že součin síly a času jejího působení nám udává změnu hybnosti (a tedy i změnu rychlosti¹): $p = Ft$. Zkombinujeme-li tyto vztahy pro hybnost, dostaneme stejnou závislost rychlosti vlaku na síle, čase a hmotnosti jako při užití předchozího postupu.

Kateřina Rosická

kacka@vyfuk.mff.cuni.cz

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/>.

¹Protože hmotnost vlaku se nemění, můžeme zapsat změnu hybnosti jako součin hmotnosti vlaku a změny jeho rychlosti.