

## Úloha VI.3 ... Tiskárna

6 bodů; (chybí statistiky)

Radka seděla ve své laboratoři v budově ve výšce 15 metrů, když vtom uviděla za oknem padat tiskárnu. Podařilo se jí změřit, že na zem dopadla za jednu sekundu od průletu kolem jejího okna. Z jaké výšky nad zemí byla tiskárna puštěna?

Tuto úlohu vyřešíme ve dvou případech – při zanedbání a bez zanedbání rychlosti zvuku. Druhý případ je přesnější a oba výsledky se od sebe budou lišit.

Pro výpočet výšky, ze které tiskárna spadla, budeme potřebovat vzorec pro výpočet dráhy zrychleného pohybu s počáteční rychlostí  $v_0$ , kde za zrychlení dosadíme tabulkovou hodnotu tíhového zrychlení  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  a nebudeme tedy uvažovat odpor vzduchu. Ten by bylo v tomto případě obtížné započítat pro nedostatek údajů. Dostaneme tak vzorec:

$$h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2,$$

z něhož si můžeme snadno vyjádřit počáteční rychlost:

$$v_0 = \frac{h - g t^2 / 2}{t}.$$

Po dosazení zjistíme počáteční rychlost (rychlosti při průletu)  $v_0 = 10,095 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Dále pak musíme spočítat, jakou dobu tiskárna letěla, aby nabyla rychlost  $v_0$ . Proto použijeme vzorec

$$v_0 = g t_1,$$

který si snadno můžeme upravit na

$$t_1 = \frac{v_0}{g}$$

a po dosazení nám vyjde přibližně  $t_1 = 1,03 \text{ s}$ .

Po dosazení do prvního vzorce pro  $v_0 = 0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a čas  $t_1$  víme rozdíl mezi výškou, ve které byla Radka, a výškou, ze které byla tiskárna vyhozena,  $s = 5,20 \text{ m}$ . Přičteme-li k tomu ještě opět celou výšku Radky od země, dostaneme celkovou hodnotu  $H = 20,20 \text{ m}$ , což odpovídá přibližně 8. patru.

Nyní se můžeme zamyslet, do jaké míry bylo opodstatněné zanedbání vlivu času, během něhož se musel zvuk z místa dopadu dostat až do výšky, ve které jej Radka mohla slyšet. Rychlost zvuku ve vzduchu (dohledatelná v tabulkách) činí za pokojové teploty zhruba  $v_z = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Touto rychlostí překoná vzdálenost 15 m za téměř 5 setin sekundy. Přesně bychom tedy měli počítat s novým časem pádu  $t'$  kratším o tuto chybu vzniklou konečnou rychlostí šíření zvuku:

$$t' = t - \frac{v_z}{h} = 1 \text{ s} - \frac{15 \text{ m}}{340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}} \doteq 0,96 \text{ s}$$

Dosadíme-li tuto hodnotu do postupu výše na všech místech, kde jsme dříve použili čas  $t$ , dostaneme nové hodnoty počáteční rychlosti  $v'_0 = 10,916 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  s časem  $t'_1 = 1,11 \text{ s}$  a opravenou

konečnou výškou  $H' \doteq 21,04$  m. Při započítání času šíření zvuku tedy dostaneme zhruba stejné počáteční patro, ale přesnou výšku lišící se téměř o jeden metr.

*Marek Božoň*

marek@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/>.