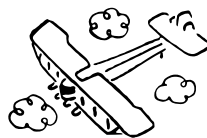


Úloha IV.3 ... Fyzici útočí

6 bodů; průměr 5,03; řešilo 39 studentů

V první světové válce kromě obyčejných vojáků bojovalo také velké množství fyziků. Jedním z nich byl například ruský kosmolog Alexander Friedmann, který byl letcem pod carským režimem. Uvažujme, že se Friedmann během Brusilovovy ofenzivy ve svém Murometu jal hrdinně bombardovat německou armádu. V jakém čase t od přeletu ruského zákopu musí vyhodit bomby, aby zasáhl nepřátelskou kavalérii o rychlosti $v_1 = 40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, která vyrazila ve stejný moment, kdy Friedmann přeletěl zákop ve vzdálenosti $d = 5000 \text{ m}$? Letadlo letí ve výšce $h = 3000 \text{ m}$ rychlostí $v_2 = 110 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$?



Na počátku je Friedmann od nepřátelské kavalérie vzdálen $d = 5 \text{ km}$. Letí přímo proti ní, proto se jejich vzájemná vzdálenost zmenšuje rychlostí $v_1 + v_2 = 150 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Stejnou rychlostí se budou ve vodorovném směru přibližovat i bomby, jakmile je vypustí. Bombám však potrvá nějaký čas τ , než spadnou na zem, proto je musí Friedmann vypustit ve správný okamžik, aby bomby kavalérii akorát zasáhly. Jelikož se bomby přibližují ke kavalérii rychlostí $v_1 + v_2$, musí pro vodorovnou vzdálenost Friedmanna a kavalérie v okamžiku vypuštění platit:

$$x = (v_1 + v_2) \cdot \tau.$$

Dobu τ zvládneme snadno spočítat. Bomby padají z výšky h a pohybují se rovnoměrně zrychleným pohybem se zrychlením g (tzn. volný pád), pro nějž platí vztah

$$h = \frac{1}{2}g\tau^2.$$

Doba pádu je pak rovna:

$$\tau = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

Znalost této doby nám umožní spočítat vzájemnou vzdálenost Friedmanna a kavalérie, ve které má Friedmann bomby vypustit. Naše úloha tím však ještě nekončí, neboť máme za úkol spočítat, kdy tento okamžik nastane. Jelikož jsou nepřátelé od sebe na počátku vzdáleni d , tak doba vypuštění bomb musí být taková, aby se za ni Friedmann přiblížil ke kavalérii na vzdálenost x , tedy:

$$\begin{aligned} d - x &= (v_1 + v_2)t, \\ d - (v_1 + v_2) \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} &= (v_1 + v_2)t, \\ t &= \frac{d}{v_1 + v_2} - \sqrt{\frac{2h}{g}} = 95 \text{ s}. \end{aligned}$$

Friedmann tedy musí vypustit bomby přibližně minutu a půl po přeletu ruského zákopu.

Jiří Kohl

`jirkak@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/>.