

Úloha I.2 ... ohňostroj

3 body; průměr 1,76; řešilo 87 studentů

Jáchym odpaloval ohňostroj, který si můžeme představit jako světlici, která je v určitý čas vystřelena rychlostí v směrem svisle nahoru, a poté za nějaký čas vybuchne. Jáchym stál ve vzdálenosti x od místa odpalu, když uslyšel zvuk výstřelu. Za čas t_1 uviděl výbuch a za čas t_2 po zpozorování výbuchu ho i uslyšel. Spočítejte rychlost v .

Jáchym v sobě pyrotechnika nezapře.

Nazvěme y výšku, kam světlice vystoupá, a τ čas, jak dlouho jí tento výstup bude trvat. Výstřel světlice je svislý vrh vzhůru. Potom z rovnice rovnoměrně zpomaleného pohybu dostáváme

$$y = v\tau - \frac{1}{2}g\tau^2.$$

Označíme-li rychlost zvuku c , zvuk výstřelu k Jáchymovi putuje čas

$$t = \frac{x}{c}.$$

Dále můžeme předpokládat, že rychlost světla je vůči rychlosti zvuku libovolně velká, Jáchym proto uvidí výbuch přesně v okamžiku, kdy nastane. Světlice nahoru doletí v čase t_1 od doby, kdy ji Jáchym uslyší, přičemž byla vystřelena dříve, v čase t . Z toho plyne

$$\tau = t_1 + t = t_1 + \frac{x}{c}.$$

Pokud si představíme pravoúhlý trojúhelník s odvěsnami x a y a s přeponou z , platí

$$z = ct_2.$$

Z Pythagorovy věty máme

$$y = \sqrt{z^2 - x^2} = \sqrt{c^2t_2^2 - x^2}.$$

Tím jsme pomocí zadaných veličin vyjádřili jak y , tak τ , a proto můžeme dosadit do první rovnice

$$v = \frac{y}{\tau} + \frac{1}{2}g\tau = \frac{c}{ct_1 + x} \sqrt{c^2t_2^2 - x^2} + \frac{g}{2c}(ct_1 + x).$$

Jáchym Bártík
tuaki@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho 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/>.