

Úloha II.4 ... Kontrola rychlosti

5 bodů; průměr 0,96; řešilo 45 studentů

Aby pozorovatel zjistil rychlost rakety Vítěz, střelil do rakety světelným paprskem o vlnové délce 510 nm. K pozorovateli se vrátil světelný paprsek o vlnové délce o 0,21 nm kratší než původní vlnová délka.

Zjistěte rychlost rakety, víte-li, že rychlost světla je $3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Nejprve si popíšeme situaci. Začátek vlny narazí do lodi, loď pokračuje ve své dráze a pak do ní narazí konec vlny. Časový rozdíl mezi nárazy si označíme t . Zároveň se začátek vlny po tento čas t již vzdaloval zpět od lodi. Odražená vlnová délka λ_2 je rovna součtu vzdálenosti s_1 , kterou musel urazit konec vlny od nárazu začátku vlny po svůj náraz, a vzdálenosti s_2 , kterou urazil začátek vlny od odrazu zpět po čas t . Za kladný směr rychlosti lodi v_R bereme pohyb lodi směrem od pozorovatele

$$\begin{aligned} t &= \frac{\lambda_1}{c - v_R}, \\ \lambda_2 &= s_1 + s_2, \\ s_1 &= tc, \\ s_2 &= tv_R, \\ \lambda_2 &= tc + tv_R, \\ \lambda_2 &= \frac{\lambda_1(v_R + c)}{c - v_R}, \\ v_R &= \frac{c(\lambda_2 - \lambda_1)}{\lambda_2 + \lambda_1}. \end{aligned}$$

Po dosazení zadaných hodnot nám vyjde

$$\begin{aligned} v_R &= \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \cdot (-0,21 \text{ nm})}{2 \cdot 510 \text{ nm} - 0,21 \text{ nm}}, \\ v_R &\doteq -62\,000 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}. \end{aligned}$$

Jelikož nám vyšla rychlost rakety záporná, raketa se pohybuje směrem k pozorovateli.

Raketa Vítěz letí směrem k pozorovateli rychlostí velkou $|v_R| = 62\,000 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Komentář k došlým řešením

Mnoho z vás si našlo vzoreček pro změnu vlnové délky při pohybuujícím se zdroji. Tato situace se od naší liší tím, že raketa nevysílá, ale odráží signál. Takže vlna letí nejen od rakety k pozorovateli, ale nejdříve i od pozorovatele k raketě.

Alžběta Nečadová
bjetka@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci 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/>.