

Úloha III.2 ... boom

3 body; průměr 2,34; řešilo 67 studentů

Nad hlavou nám přeletěla stíhačka letící rovnoměrným pohybem vodorovně se zemským povrchem. Za $t = 1,50$ s na to jsme uslyšeli sonický třesk v okamžiku, kdy měla stíhačka zenitovou vzdálenost $\vartheta = 30,0^\circ$. Zjistěte, jak vysoko nad námi stíhačka přeletěla.

Bonus Z jakého směru jsme třesk slyšeli a jak daleko se toto místo nachází od místa, kde stíhačku vidíme? *Dodo se „teší“ na letecké dny.*

Za telesom pohybujícím sa nadzvukovou rýchlosťou v vzniká kužeľovitá rázová vlna s vrcholovým uhlom $\sin \alpha = \frac{c}{v}$, kde c je rýchlosť zvuku v prostredí. Zo znalosti zenitovej vzdialenosti v okamihu začutia tresku máme

$$v = \frac{c}{\sin \alpha} = \frac{c}{\cos \vartheta}$$

Lietadlo preletelo vzdialenosť $d = vt$, teda pre jeho výšku h nad zemou máme z pravouhlého trojuholníka

$$h = \frac{d}{\operatorname{tg} \vartheta} = \frac{vt}{\operatorname{tg} \vartheta} = \frac{ct}{\sin \vartheta} = 1,02 \text{ km},$$

kde sme použili rýchlosť zvuku $c = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Tá sa však medzi lietadlom a pozorovateľom mení, preto je presná analýza problému náročnejšia.

Bonus Zvuková vlna sa šíri kolmo na vlnoplochy, preto sme zvuk začuli zo smeru o 90° pred miestom, kde vidíme lietadlo, v momente, keď k nám dorazil sonický tresk. Toto miesto sa teda nachádza v zenitovej vzdialenosti 60° na opačnej strane, ako vidíme stíhačku. Vzdialenosť týchto dvoch miest je približne $s = h (\operatorname{tg} \vartheta + \operatorname{tg}(90^\circ - \vartheta)) \doteq 2,4 \text{ km}$.

Jozef Lipták

liptak.j@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/>.