

Úloha I.4 ... Vodní bitka

6 bodů; průměr 3,58; řešilo 123 studentů

Viktor si pořídil novou vodní pistoli. Ví, že při zmáčknutí spouště musí působit silou 10 N, přičemž se spoušť stlačí o 2 cm. Jak daleko pistole dostříkne, pokud ji bude Viktor držet vodorovně ve výšce 120 cm? Tryska má průměr 3 mm a na jedno zmáčknutí z ní vystříkne 10 ml vody. Odporové síly zanedbejte.



Ze zadání víme, že při jednom zmáčknutí bude muset Viktor působit silou $F = 10 \text{ N}$ po dráze $s = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$. Práce, kterou při stlačení vykoná, bude:

$$W = Fs = 10 \text{ N} \cdot 0,02 \text{ m} = 0,2 \text{ J}.$$

Tato vykonaná práce W bude následně předána vodě o objemu $V = 10 \text{ ml} = 10^{-5} \text{ m}^3$. Protože hustota vody je za pokojové teploty $\rho = 997 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, bude její hmotnost

$$m = \rho V = 997 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 9,97 \cdot 10^{-3} \text{ kg}.$$

Voda tím získá kinetickou energii E_k , pro kterou bude ze zákona zachování energie platit

$$E_k = W.$$

Kinetická energie závisí na rychlosti

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2.$$

Zkombinováním těchto vztahů dostaneme

$$\frac{1}{2}mv^2 = W.$$

Odsud vyjádříme jedinou neznámou, tedy rychlost jako

$$v = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ J}}{9,97 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}} \doteq 6,33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Nyní potřebujeme zjistit, jak dlouho se bude voda touto rychlostí pohybovat. Po celou dobu jejího letu na ni bude působit tíhová síla, která ji bude přitahovat k zemi až do okamžiku, kdy na zem dopadne. Čas, po který voda bude ve vzduchu a bude se rychlostí $v = 6,33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pohybovat ve vodorovném směru, můžeme získat z doby volného pádu z výšky $h = 120 \text{ cm} = 1,2 \text{ m}$, ve které Viktor vodní pistoli drží. Volný pád je rovnoměrně zrychlený pohyb, pro jeho dráhu, která je v našem případě h , platí

$$h = \frac{1}{2}gt^2,$$

kde $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ je tíhové zrychlení na povrchu Země. Vyjádřením času t a dosazením dostaneme

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,2 \text{ m}}{9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}} \doteq 0,49 \text{ s}.$$

Nyní už známe rychlost $v = 6,33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, kterou se bude voda pohybovat, a čas $t = 0,49 \text{ s}$, tedy dobu letu. Můžeme nakonec spočítat, do jaké vzdálenosti s vodní pistole dostříkne

$$s = vt = 6,33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 0,49 \text{ s} \doteq 3,1 \text{ m}.$$

Viktorova nová vodní pistole se zadanými parametry dostříkne do vzdálenosti 3,1 m.

Jakub Savula

`jakub.savula@vyfuk.org`

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/>.