

Úloha VI.3 ... Dostřel stříkačky

6 bodů

Max doma při kontrolování přenosné lékárníčky našel lékařskou injekční stříkačku. Protože se Max zajímá o fyziku, napadlo ho zjistit, do jaké největší výšky by se stříkačkou mohl dostříknout. Stříkačka má tvar válce s průměrem 12 mm, který se na konci zužuje do krátké trubičky s průměrem 1 mm. Do jaké maximální výšky nad konec stříkačky voda dosáhne, pokud Max stříkačku stlačuje konstantní rychlostí $5,4 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ a míří s ní přímo nahoru?



Voda je nestlačitelná kapalina, takže objem, který pístem vytlačíme v širší části, musí za stejný čas vytéct zúženým koncem. Tento děj popisuje rovnice kontinuity

$$S_1 v_1 = S_2 v_2 .$$

Jelikož jsou průřezy stříkačky kruhové, závisí jejich plocha na druhé mocnině průměru. Platí tak

$$\frac{\pi d_1^2}{4} v_1 = \frac{\pi d_2^2}{4} v_2 \quad \Rightarrow \quad v_1 d_1^2 = v_2 d_2^2 .$$

Rychlost v_2 si proto můžeme vyjádřit jako

$$v_2 = v_1 \frac{d_1^2}{d_2^2} \doteq 7,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} . \quad (1)$$

Jakmile voda opustí stříkačku, začne se její kinetická energie přeměňovat na energii potenciální. Pro výpočet maximální výšky h můžeme využít zákon zachování mechanické energie ve tvaru

$$\frac{1}{2} m v_2^2 = m g h \quad \Rightarrow \quad h = \frac{v_2^2}{2g} .$$

Po vyjádření výšky h , do které Max stříkačkou dostříkne, můžeme dosadit vyjádření rychlosti v_2 z rovnice (1) a následně již vypočítat číselnou hodnotu výšky h .

$$h = \frac{v_1^2 d_1^4}{2g d_2^2} \doteq 3,1 \text{ m}$$

Celý proces tak můžeme popsat jako svislý vrh vzhůru, při kterém proud vody stoupá tak dlouho, dokud jeho rychlost vlivem gravitace neklesne na nulu.

Max vystříkne vodu ze stříkačky do maximální výšky přibližně 3,1 m nad její konec.

Natálie Lászlóová

natalie.laszloova@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/>.