

Úloha IV.3 ... Těžká láhev

6 bodů; (chybí statistiky)

Aleš napouští vodou z kohoutku svou láhev, která, když je prázdná, má hmotnost $m = 80$ g. Z kohoutku se láhev o celkovém objemu $V = 0,5$ l napustí za čas $t = 5$ s. Jak velká síla působí na Alešovu ruku ve chvíli, kdy je láhev naplněna ze tří čtvrtin? Nakreslete graf závislosti této síly na čase během celého napouštění. Tíhovou sílu dopadající vody zanedbejte, uvažujte pouze tíhovou sílu samotné láhve a vody v ní. Předpokládejte, že objemový průtok vody je po celou dobu napouštění konstantní.



Uvažujme Alešovu láhev jako těleso, na které působí tíhová síla o velikosti

$$F_G = Mg,$$

kde M je celková hmotnost láhve i vody uvnitř. Prázdná láhev má hmotnost $m = 80$ g a její celkový objem je $V = 0,5$ l.

Protože objemový průtok vody Q je konstantní, roste objem vody v láhvi rovnoměrně s časem t . Zde zanedbáváme, že se s časem mění výška hladiny, tedy se i lehce mění čas pádu vody do láhve (tento faktor je v našem případě zanedbatelný a my s ním proto nepracujeme).

Pro objemový průtok platí vztah

$$Q = \frac{V}{t}.$$

Ze vztahu vyjádříme závislost objemu na čase

$$V(t) = Qt.$$

Celková tíhová síla působící na Alešovu ruku v čase t je tedy

$$F_G(t) = (m + \rho V(t))g = (m + \rho Qt)g.$$

Z grafu 1 vidíme, že síla roste s časem lineárně, protože do láhve během každé sekundy přiteče stejné množství vody.

Při naplnění láhve ze tří čtvrtin bude její hmotnost

$$M = m + \frac{3}{4}\rho V.$$

Tíhová síla působící na Alešovu ruku tedy bude

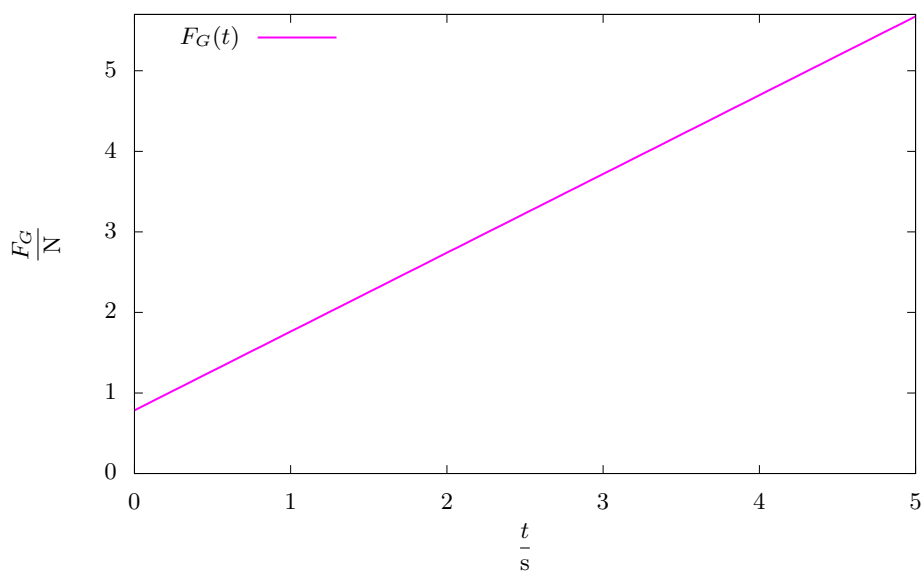
$$F_G = \left(m + \frac{3}{4}\rho V\right)g.$$

Po dosazení hodnot ze zadání se dostaneme ke konečnému výsledku

$$F_G = \left(0,08 \text{ kg} + \frac{3}{4} \cdot 1\,000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 0,000\,5 \text{ m}^3\right) \cdot 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \doteq 4,5 \text{ N}.$$

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/>.



Obrázek 1: Závislost tíhové síly láhve na čase