

Úloha II.1 ... žlab na vodu

3 body; (chybí statistiky)

Žlabem na vodu obdélníkového průřezu o šířce $d = 10$ cm teče voda. Na její hladinu spadne malý list, který se začne pohybovat rychlostí $60 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$. Výška vody ve žlabu je $h = 1,3$ cm. Odhadněte, jak dlouho bude trvat nabrat 50 l vody do připraveného vědra. Komentujte použité předpoklady proudění v porovnání s reálnou situací. *Dodo si chladil štípanec od ováda.*

Na začiatok považujeme vodu za ideálnu kvapalinu. V takom prípade by prúdila v celom objeme žlabu rovnakou rýchlosťou, a to rýchlosťou v_0 určenou zadaním. V úlohe vychádzame zo vzťahu pre objemový tok

$$Q_V = Sv = \frac{V}{t}.$$

Po úprave dostávame výraz

$$t = \frac{V}{dhv_0}, \quad (1)$$

z ktorého po dosadení hodnôt získavame $t = 64$ s. Vedro s objemom 50 litrov by sme teda museli naplniť 64 s.

Ak vodu nechceme považovať za ideálnu kvapalinu, ale práve naopak za kvapalinu s vnútorným trením, viskozitou a podobne, tak sa musíme zamyslieť nad tým, akým modelom chceme zjednodušiť pohyb reálnej kvapaliny.

Pri prúdení reálnej kvapaliny dochádza k tomu, že na molekuly najbližšie pri stene žlabu pôsobí najväčšia trecia sila a tieto molekuly takpovediac prilnú ku stene, čím vytvoria nehybnú medznú vrstvu. Každá ďalšia vrstva sa potom pohybuje rýchlejšie. Najrýchlejšie sa voda pohybuje práve pri hladine, na ktorú dopadol list, ktorého rýchlosť pohybu sme odmerali.

Uvažujme model, kedy sa rýchlosť pohybu molekúl vody mení s ich výškou od dna lineárne. V takom prípade potrebujeme vypočítať strednú rýchlosť pohybu molekúl vody, ktorou keď nahradíme rýchlosť všetkých vrstiev pohybujúcich sa rôznymi rýchlosťami, tak sa objemový prietok nezmení. Túto strednú rýchlosť v_s vypočítame ako priemer rýchlosti medznej ($v_m = 0 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$) a povrchovej vrstvy

$$v_s = \frac{v_m + v_0}{2} = \frac{v_0}{2}.$$

Keď túto strednú rýchlosť dosadíme namiesto pôvodnej rýchlosti v_0 do rovnice (1), tak dostávame $t_1 = 2t = 128$ s. Vedro by sme podľa tohto modelu naberali až 128 sekúnd. Vidíme, že na zvolení správneho modelu teda veľmi záleží.

Dávid Brodňanský

david.brodnansky@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. 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/>.