



Projekt **ŠABLONY NA GVM**

registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.5.00/34.0948

III-2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

1. Mechanika

1. 16. Hydrodynamika

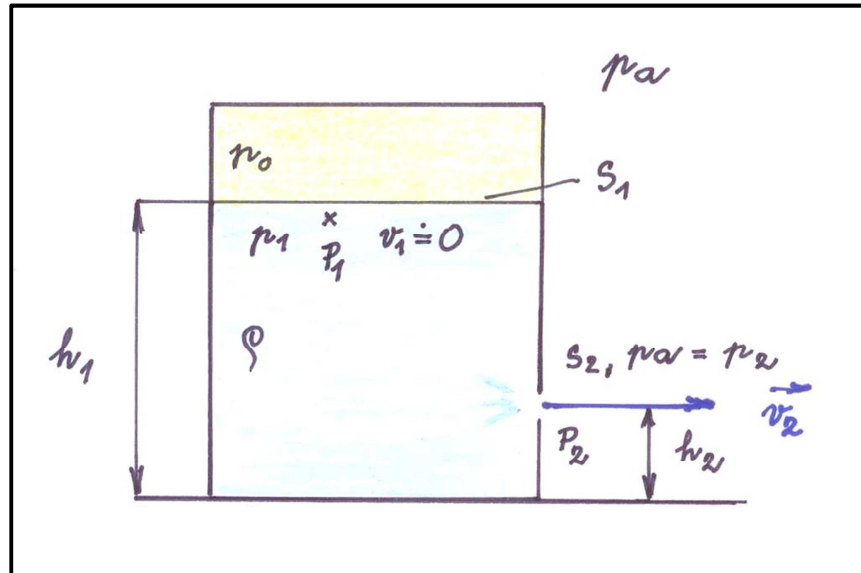
Autor:	Aleš Trojánek
Jazyk:	čeština
Datum vyhotovení:	červen 2013
Cílová skupina:	žáci gymnázia: 1. ročník čtyřletého studia a 5. ročník osmiletého studia, maturitní ročník, věk 16-19 let
Druh učebního materiálu:	podpora a doplnění výuky fyziky, materiál je určen i pro samostatnou práci žáků
Očekávaný výstup:	žáci si osvojí řešení typických fyzikálních úloh z mechaniky.
Anotace:	Učební materiál obsahuje vzorový příklad a úlohy z části – hydrodynamika. Může sloužit při výkladu, procvičování i pro samostatnou práci žáků. Velmi vhodný je pro přípravu k maturitní zkoušce z fyziky.

1. 16. Hydrodynamika

Příklad 1- výtok vody z nádoby:

(Příklad je sestaven podle textu v [3], s. 270 a podle úlohy 8.1U z [1], s. 85.)

Na obr. 1 je znázorněna válcová nádoba o průřezu S_1 . Jakou rychlostí z ní bude vytékat kapalina, jež je v nádobě, otvorem o průřezu S_2 ($S_2 \ll S_1$), jestliže ji lze považovat za ideální?



Obr. 1

Řešení:

Odpověď najdeme pomocí Bernoulliovy rovnice pro proudící kapalinu, kdy trubice není vodorovná. Pro dva body P_1, P_2 naznačené v obr. 1 platí: $p_1 = p_0, p_2 = p_a$, takže Bernoulliovu rovnici můžeme psát ve tvaru

$$p_0 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_a + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2. \quad (1)$$

Z rovnice kontinuity $S_1 v_1 = S_2 v_2$ plyne $v_1 \doteq 0$, neboť $S_2 \ll S_1$. Úpravou rovnice (1) dostaneme:

$$v_2 = \sqrt{2[g(h_1 - h_2) + (p_0 - p_a)/\rho]}.$$

Je-li nádoba otevřená, je $p_0 = p_a$, takže dostaneme

$$v_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}.$$

Doplňující úkol:

Pro hodnoty $S_1 = 3 \text{ m}^2$, $S_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$, $p_0 = 0,15 \text{ MPa}$, $p_a = 0,1 \text{ MPa}$, $h_1 = 2,5 \text{ m}$, $h_2 = 0,4 \text{ m}$, $\rho = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ určete: 1. rychlost výtoku vody, 2. objem vody, která vyteče za 10 s, 3. sílu, kterou by působila voda na zátku, kterou by byl uzavřen výtokový otvor.

[Výsledky: 1. $v_2 = 11,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 2. $V = 0,595 \text{ m}^3$, 3. $F = 853 \text{ N}$.]

Úloha 1

(Jedná se o úlohu 71Ú z [2], s. 406.)

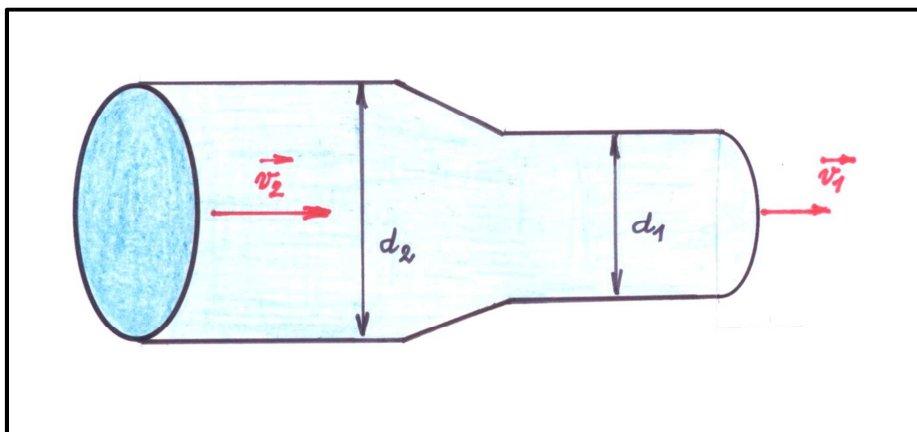
Vítr při vichřici obtéká střechu domu rychlostí $110 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Hustota vzduchu je $1,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. (a) Jaký je rozdíl tlaků v prostoru nad střechou a pod střechou, který se snaží střechu nadzvednout a odnést? (b) Jaká velká bude síla nadnášející střechu o obsahu 90 m^2 ?

[Výsledky: (a) 560 Pa , (b) $5,0\cdot 10^4 \text{ N}$.]

Úloha 2

(Jedná se o úlohu 69Ú z [2], s. 406.)

Voda teče vodorovnou trubicí a do okolního prostoru (do atmosféry) vytéká rychlostí o velikost $v_1 = 15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, jak je naznačeno na obr. 2. Průměr levé části trubice je $5,0 \text{ cm}$ a pravé části $3,0 \text{ cm}$. (a) Kolik vody vyteče do okolního prostoru za 10 min ? (b) Jaká je rychlost proudění v levé části trubice? (c) Jaký je přetlak nebo podtlak (rozdíl tlaku proti tlaku v okolním prostoru) v levé části trubice?



Obr. 2

[Výsledky: (a) $6,4 \text{ m}^3$, (b) $5,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, (c) $9,8 \cdot 10^4 \text{ Pa}$.]

Úloha 3

(Jedná se o úlohu 8.2U z [1], s. 86.)

Při ustáleném proudění vody vodorovným potrubím s proměnným průřezem je mezi místy, v nichž mají průřezy obsah $S_1 = 50 \text{ cm}^2$, $S_2 = 20 \text{ cm}^2$, tlakový rozdíl $|\Delta p| = 400 \text{ Pa}$. Zjistěte: 1. který z tlaků p_1, p_2 je větší, 2. velikosti rychlostí \vec{v}_1, \vec{v}_2 vody v obou místech.

[Výsledky: 1. $p_1 > p_2$, 2. $v_1 = 0,39 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $v_2 = 0,976 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.]

Literatura:

- [1] ŠANTAVÝ, I., TROJÁNEK, A.: *Fyzika. Příprava k přijímacím zkouškám na vysoké školy.* Prometheus, Praha 2000. ISBN 80-7196-138-8.
- [2] HALLIDAY, D., RESNICK, J., WALKER, J.: *Fyzika. (Vysokoškolská učebnice obecné fyziky.)* VUT v Brně - nakladatelství VUTIUM a Prometheus, Brno 2001. Dotisk 2003. ISBN 80-214-1868-0.
- [3] ŠANTAVÝ, I.: *Mechanika.* SPN, Praha 1993. ISBN 80-04-26139-6.

Zdroje obrázků:

Obr. 1, 2 zhotovil Aleš Trojánek a jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení.