

# Sbírka pro předmět Středoškolská fyzika v příkladech 1 a 2

## Mechanika: kapaliny a plyny – zadání

1. \*\* Ve dně nádoby je otvor, kterým vytéká voda. Hladina vody v nádobě je 30 cm nade dnem. Jakou rychlostí vytéká voda v těchto případech:

- (a) Nádoba je v klidu.
- (b) Nádoba se pohybuje rovnoměrně vzhůru.
- (c) Nádoba se pohybuje nahoru se zrychlením  $120 \text{ cm.s}^{-2}$ ?

[(a)  $242 \text{ cm.s}^{-1}$ , (b) jako v (a),

(c)  $257 \text{ cm.s}^{-1}$ ]

2. \* Na vodorovném stole je nádoba, v jejíž svislé stěně je několik otvorů jeden nad druhým. Nádoba je naplněna vodou a z jejich otvorů tryskají proudy kapaliny.

- (a) Dokažte, že voda z každého otvoru dopadá na stůl se stejnou rychlostí.
- (b) Dokažte, že voda ze dvou různých otvorů dopadá na na totéž místo stolu, jestliže vzdálenost jednoho otvoru od hladiny vodní v nádobě je stejná jako vzdálenost druhého otvoru od hladiny stolu.
- (c) V kterém místě nádoby musí být otvor, aby proud vody z něj tryskající dopadal na rovinu stolu nejdále od nádoby?

[(c) V polovině vzdálenosti mezi rovinou stolu a hladinou vody v nádobě.]

3. \*Válcová nádoba s otvorem ve stěně blízko dna je postavena na vozíček, který se může pohybovat s velmi malým třením na opačnou stranu, než je otvor nádoby. Nádobu naplníme vodou a vodu necháme vytékat. Jednou necháme vodu vytékat, když je vozíček držen v klidu, a po druhé, když se vlivem reakce vytékajícího proudu vody pohybuje. Je doba potřebná k vyprázdnění nádoby v obou případech stejná?

[V nádobě, která se pohybuje se zrychlením, není hladina vodorovná.

Tím se zvětšuje rychlost vytékání vody a doba vytékání se zkracuje.]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

4. \*\* Válcová nádoba výšky  $H = 70$  cm a s plochou dna  $S = 600$  cm<sup>2</sup> je naplněna vodou. Ve dně nádoby uděláme otvor plochy  $S_1 = 1$  cm<sup>2</sup>.

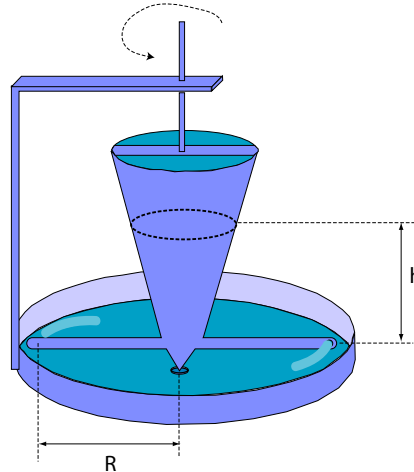
- (a) Jak se pohybuje hladina vody v nádobě?
- (b) Kolik času je zapotřebí k úplnému vyprázdnění nádoby?
- (c) Kolik času je potřeba k vyprázdnění nádoby do poloviny?

[(a) rovnoměrně zpomaleně

(b)  $t = \frac{S}{S_1} \sqrt{\frac{2H}{g}} = 227$  s (c) 162 s]

5. \*\* Prohlédněte si přístroj, který je nakreslen na obrázku 1, kterým se demonstruje reakce vytékající kapaliny. Dokažte:

Obrázek 1:



- (a) Rychlost vytékání vody v případě, že neexistuje tření, je  $v = \sqrt{2hg + R^2\omega^2}$ , kde  $h$  je výška kapaliny v nádobě,  $R$  je vzdálenost otvoru, kterým vytéká kapalina, od osy otáčení a  $\omega$  je úhlová rychlost otáčení.
- (b) Otáčivý moment je  $M = S v \rho R (v - \omega R)$ , kde  $S$  je plocha otvoru a  $\rho$  je hustota kapaliny.
- (c) V případě, že neexistuje tření, je otáčivý moment roven nule v okamžiku, kdy kapalina úplně vyteče.

6. \* Plocha pístu ve stříkačce (viz obrázek 2) je  $S_1 = 1,2$  cm<sup>2</sup>, plocha otvoru stříkačky je  $S_2 = 1$  mm. Jak dlouho bude vytékat voda ze stříkačky, bude-li působit na píst síla  $F = 5$  N a posune-li se píst o  $l = 4$  cm?

$[t \doteq \frac{l S_1}{S_2} \sqrt{\frac{S_1 \rho}{2F}} = 0,53$  s.]

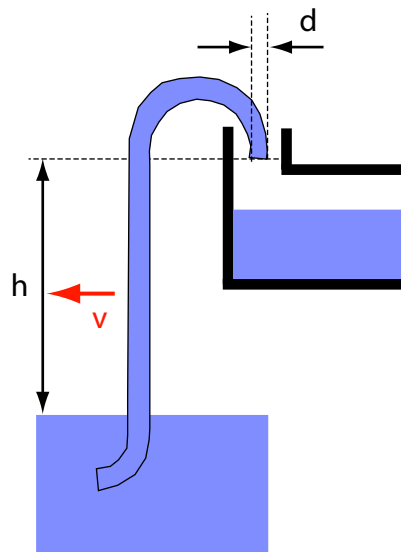
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obrázek 2:



7. ★ Aby nebylo nutné zastavovat vlak při doplňování zásoby vody na lokomotivě, dělá se to někdy takto: Mezi kolejnice se postaví dlouhý kanál, naplněný vodou. Do něj se za jízdy spustí s lokomotivy trubice, která má tvar nakreslený na obrázku 3. Voda vystoupí v trubici nahoru a přelévá se do cisterny lokomotivy. Proč se tak děje?

Obrázek 3:



Jakou rychlostí  $v$  musí jet vlak, aby voda vystoupila do výšky  $h = 3,5$  m a aby za dobu, ve které vlak urazí dráhu  $l = 1$  km nateklo do cisterny  $V = 3$  m<sup>3</sup> vody? Průměr trubice je  $d = 10$  cm.

$$[v = \sqrt{\frac{2gh}{-1 \frac{16V^2}{\pi^2 l^2 d^4}}} = 32 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}.]$$

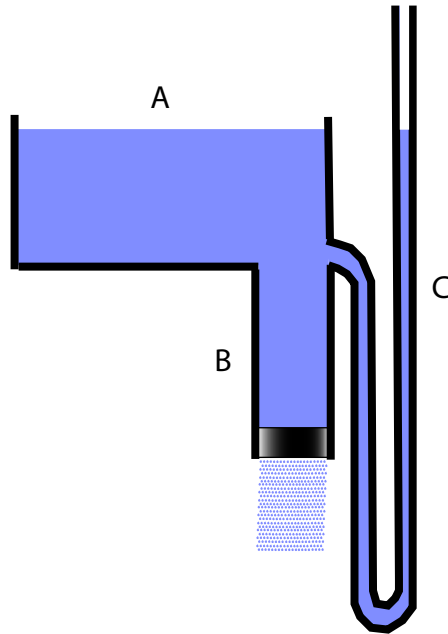
8. ★ Značně široká válcová nádoba A má ve dně otvor, od kterého vede svisle dolů trubka B. K trubce je připevněn manometr C (viz obrázek 4). Je-li spodní otvor výtokové trubice uzavřen zátkou, hladiny kapaliny v nádobě i v manometru jsou ve stejné výši.

- (a) Co se stane s hladinou v manometru, když kapalinu necháme vytékat? Vnitřní tření kapaliny považujte za zanedbatelně malé.

[Klesne na úroveň spodního konce trubice B.]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obrázek 4:



(b) Jak se změní odpověď, když trubice B bude směrem dolů zužovat?  
[Hladina v manometru bude výš, než je dolní konec trubice B.]

(c) Jaký vliv na výši hladiny v manometru má vnitřní tření kapaliny?  
[Stejný jako zúžení trubice.]

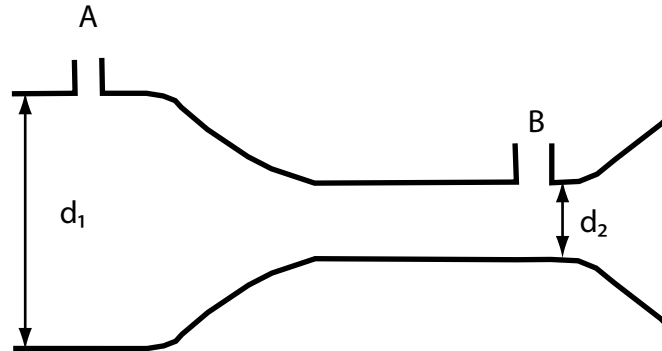
9. \* Z požární stříkačky stříká proud vody, který dává  $q = 60$  litrů za minutu. Jakou plochu má příčný průřez  $S_1$  vodního proudu ve výši  $h = 2$  m nad koncem proudnice, je-li blízko ní průřez  $S_0 = 1,5$  cm<sup>2</sup>?

$$[S_1 = \frac{S_0 q}{\sqrt{q^2 - 2gh.S_0^2}}]$$

10. \*\* K měření množství plynu, které proteče potrubím, lze použít přístroje, jehož princip je schematicky znázorněn na obrázku 5. Rychlost plynu posuzujeme podle rozdílu tlaků proudícího plynu v bodech A a B. Máme vypočítat hmotnost plynu, který protekl potrubím za hodinu, za těchto podmínek: Vnitřní průměr plynovodu je  $d_1 = 50$  mm. Vnitřní průměr v nejužším místě trubice je  $d_2 = 40$  mm. Rozdíl tlaků v bodech A a B je 12 mm H<sub>2</sub>O. Hustota plynu  $\rho = 0,0014$  g.cm<sup>-3</sup>. Při

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obrázek 5:



výpočtu zanedbejte tření a změnu hustoty plynu při změně tlaku.

$$[m = \pi d_1^2 d_2^2 \sqrt{\frac{\rho \rho}{8(d_1^4 - d_2^4)}} = 107 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}]$$

11. \*

(a) Za předpokladu, že odpor při pohybu kuliček másla v mléce je  $F = 6\pi\eta r v$ , určete jejich rychlost v době, kdy se nechává mléko ustát. Předpokládejte, že koeficient tření při pohybu kuliček průměru  $2\mu\text{m}$  v mléce je takový, jako v čisté vodě teplé  $15^\circ\text{C}$ . Hustota kapaliny je  $1,034 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , hustota másla  $0,94 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .  
 $[\doteq 2 \cdot 10^{-5} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-5}]$

(b) Vypočítejte rychlost kuliček másla v případě, že se mléko otáčí v odstředivce ve vzdálenosti  $r = 5 \text{ cm}$  od osy otáčení, při  $n=6000$  obrátek za minutu. Zanedbejte svislou složku rychlosti kuliček másla.  
 $[\doteq 4 \cdot 10^{-5} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}]$

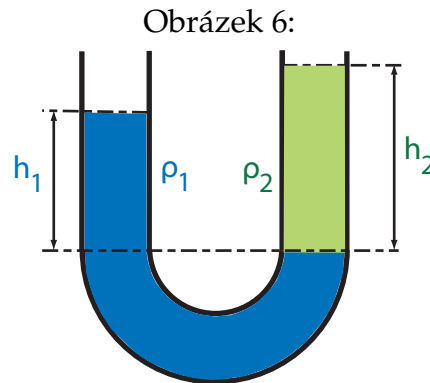
12. Určete výkon potřebný při kmitání kuličky pod vodou ( $15^\circ\text{C}$ ). Průměr kuličky  $d = 5 \text{ cm}$ , amplituda  $A = 3 \text{ cm}$ , perioda  $T = 0,3 \text{ s}$ . Předpokládejte, že za těchto podmínek je možné počítat odpor vody podle vzorce  $F = 6\pi\eta r v$ .  
 $[\text{střední výkon za periodu je } P = \frac{6\pi^3 \eta d a^2}{T^2}]$

13. Kád' podoby komolého kužele (poloměr dna  $R_1 = 4 \text{ dm}$ , poloměr otvoru  $R_2 = 3 \text{ dm}$ , výška  $h = 10 \text{ cm}$ ) je naplněna petrolejem hustoty  $\rho = 0,8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Vypočítejte tlak na dno.  
 $[p = h \cdot \rho \cdot g = 784,8 \text{ Pa}]$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

14. V jednom rameni spojených nádob stojí voda ( $\rho_1 = 1 \text{ g.cm}^{-3}$ ) do výše  $h_1 = 8 \text{ cm}$  a v druhém petrolej do výše  $h_2 = 10 \text{ cm}$ . Vypočtete hustotu petroleje  $\rho_2$ .

Výšky hladin nad společným rozhraním jsou v obráceném poměru s hustotami obou kapalin (viz 6)



$$[h_1 : h_2 = \rho_2 : \rho_1 \quad \rho_2 = 0,8 \text{ g.cm}^{-3}]$$

15. Kterým zrychlením padá těleso hustoty  $\rho = 2,5 \text{ g.cm}^{-3}$  ve vodě? Odpor prostředí zanedbáváme.

$$[g' = \frac{\rho - 1}{\rho} \cdot g \quad g' = 5,886 \text{ m.sek}^{-2}]$$

16. V hloubce  $h = 5 \text{ m}$  pod hladinou vody byla puštěna korková kulička ( $\rho = 0,25 \text{ g.cm}^{-3}$ ). Kterou rychlostí vyplave na povrch?

$$[v = \sqrt{2 \cdot h \cdot \frac{1 - \rho}{\rho} \cdot g} = 17,2 \text{ m.s}^{-1}]$$

17. Mosazný předmět váží na vzduchu 1,494 kg a ve vodě 1,314 kg. Kolik obsahuje mědi ( $\rho_1 = 8,9 \text{ kg.dm}^{-3}$ ) a kolik zinku ( $\rho_2 = 7,1 \text{ kg.dm}^{-3}$ )?

$$[m_1 = 1,068 \text{ kg} \quad m_2 = 0,426 \text{ kg.}]$$

18. Válcová nádoba průřezu  $S = 25 \text{ cm}$  a výšky  $h = 10 \text{ cm}$  byla naplněna vodou, přikryta listem papíru a obrácena dnem vzhůru. Jak velkou silou je tlačěn papír k válci, je-li atmosférický tlak normální?

$$[S \cdot (p - h \cdot \rho \cdot g) = 250,86 \text{ N}]$$

## Literatura a prameny k dalšímu procvičování

- [1] Kolářová Růžena, Salach S., Plazak T., Sanok S., Pralovszký, B., *500 testových úloh z fyziky pro studenty středních škol a uchazeče o studium na vysokých školách*. Prometheus, Praha 2004, 2. vydání.
- [2] Široká Miroslava, Bednařík Milan, Ordelt Svatopluk *Testy ze středoškolské fyziky*. Prometheus, Praha 2004, 2. vydání
- [3] Lepil Oldřich, Široká Miroslava *Sbírka testových úloh k maturitě z fyziky*. Prometheus, Praha 2001, 1. vydání
- [4] Ostrý Metoděj, *Fysika v úlohách 516 rozřešených příkladů*, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1958
- [5] Гурьев Л. Г., Кортнев А. В., Куценко А. Н., Латьев Б. В., Минкова С. Е., Протопопов Р. В., Рублев Ю. В., Тищенко В. В., Шепетуря М. И., *Сборник задач по общему курсу физики*, Высшая школа, Москва 1966
- [6] Большенштейн, В. С., *Сборник задач по общему курсу физики*, Наука, Москва 1967
- [7] Sacharov, D. I., Kosminkov, I. S., *Sbírka úloh z fyziky*, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha 1953
- [8] Бендриков Г.А., Бучовцев Б.Б., Керженцев В. В., Мякишев Г.Я., *Задачи по физике для поступающих в вузы*, Наука, Москва 1987
- [9] Koubek Václav, Lepil Oldřich, Pišút Ján, Rakovská Mária, Široký Jaromír, Tománová Eva, *Sbírka úloh z fyziky II.díl pro gymnázia*, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1989
- [10] Ungermann Zdeněk, Simerský Mojmír, Kluvanec Daniel, Volf Ivo, *27. ročník Fyzikální olympiády brožura*, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1991
- [11] Klepl Václav, *Elektrotechnika v příkladech*, Práce, Praha 1962
- [12] Říman Evžen, Slavík Josef B., Šoler Kliment, *Fyzika s příklady a úlohami, příručka pro přípravu na vysokou školu*, Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1966
- [13] Bartuška Karel, *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy I*, Prometheus, Praha 2007
- [14] Bartuška Karel, *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy II*, Prometheus, Praha 2008
- [15] Bartuška Karel, *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy III*, Prometheus, Praha 2008

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

---

- [16] Bartuška Karel, *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy IV*, Prometheus, Praha 2008
- [17] vlastní tvorba