



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Teoretické úlohy celostátního kola 51. ročníku FO

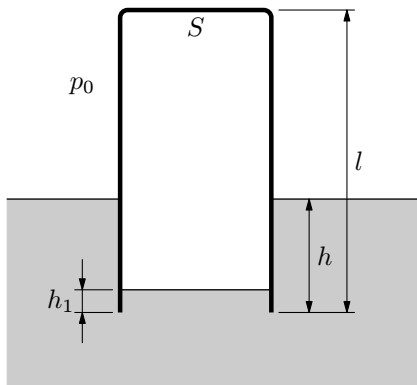
Pelhřimov 2010

Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

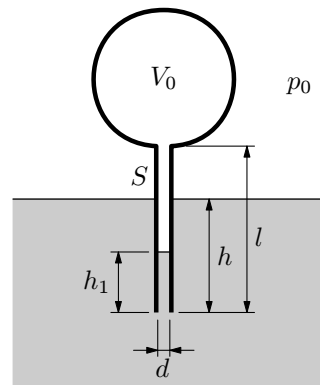
1. Zasouvání nádoby pod hladinu

- a) Do nádoby s vodou pomalu zasouváme válcovou nádobku obrácenou dnem vzhůru (obr. 1). Dno nádoby má obsah S , výška l nádoby je mnohem menší než výška H vodního sloupce, který by vyvolal hydrostatický tlak rovný barometrickému tlaku p_0 . Na počátku se nádobka dotkne hladiny a klesá až do hloubky $h = l$. Dokažte, že výška h_1 , do které vystoupí hladina vody uvnitř nádoby nad její okraj, je přibližně přímo úměrná hloubce h okraje nádoby pod okolní hladinou, a určete konstantu úměrnosti k_1 .
- b) Stejný pokus provedeme s baňkou s úzkým válcovým hrdlem délky $l \ll H$ a vnitřním průřezem o obsahu S (obr. 2). Objem baňky i s hrdlem je V_0 . Dokažte, že i v tomto případě je výška h_1 přibližně přímo úměrná hloubce h , a určete konstantu úměrnosti k_2 . Jaký musí být průměr d hrdla při daném objemu V_0 , aby platilo $h_1 \approx h/2$?

Úlohu řešte obecně a pak úlohu a) pro hodnoty $p_0 = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $S = 50 \text{ cm}^2$, $l = 20 \text{ cm}$, úlohu b) pro hodnoty $p_0 = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $l = 20 \text{ cm}$, $V_0 = 1,00 \text{ dm}^3$. Hustota vody $\rho = 998 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, vliv vodních par v nádobách zanedbejte.



Obr. 1



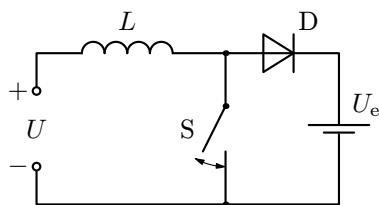
Obr. 2

2. Nabíjení akumulátoru ze zdroje o menším napětí

K nabíjení akumulátoru o elektromotorickém napětí $U_e = 12,0$ V ze zdroje o svorkovém napětí $U = 5,0$ V a zanedbatelném vnitřním odporu použijeme obvod podle obr. 3 sestavený z cívky o indukčnosti $L = 1,0$ H, diody D a přerušovače S, který se periodicky zapíná a vypíná ve stejných časových intervalech $\tau_1 = \tau_2 = 0,010$ s.

- Určete a graficky znázorníte, jak se bude v závislosti na čase měnit proud procházející cívkou.
- Určete střední hodnotu proudu nabíjejícího akumulátor.

Cívku a diodu považujte za ideální, vnitřní odpor akumulátoru zanedbejte.



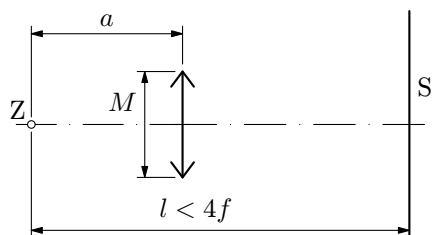
Obr. 3

3. Skvrna

Bodový zdroj světla Z se nachází ve vzdálenosti l od stínítka S . Mezi zdroj a stínítko umístíme podle obr. 4 tenkou spojku o ohniskové vzdálenosti $f > l/4$ a průměru M .

- Zdůvodněte, proč na stínítku nemůže vzniknout ostrý obraz zdroje.
- Jaká musí být vzdálenost a čočky od zdroje, aby průměr m světelné skvrny na stínítku byl co nejmenší? Určete jeho velikost.

Sférickou vadu čočky zanedbáváme.



Obr. 4

4. Přistávání stíhačky

Stíhačka o hmotnosti $m = 6500$ kg přistává na vodorovné letištní ploše a dosedá na ni rychlostí $v_0 = 180$ km/h.

- V okamžiku dotyku s přistávací plochou pilot aktivuje brzdy, které na letoun působí silou o konstantní velikosti $F_0 = 9,0$ kN. Vypočtěte délku přistávací dráhy s_0 , zanedbáte-li aerodynamické odporové síly.
- Má-li stíhačka přistát na letišti s krátkou přistávací dráhou, musí pilot při dotyku s letištní plochou kromě aktivace brzd podle bodu a) vystřelit 3 přistávací padáky. Pak je velikost celkové brzdící síly

$$F = F_0 + Av^2,$$

kde $A = 25$ kg·m⁻¹. Vypočtěte velikost a_1 zpomalení letounu v počátečním okamžiku přistávání. Výsledek vyjádřete jako násobek tíhového zrychlení.

- Odvodte funkční závislost $v = v(x)$ rychlosti stíhačky podle bodu b) na vzdálenosti x od místa dosednutí na letištní plochu.
- Vypočtěte délku přistávací dráhy s_1 při použití přistávacího padáku.
- Jaký průměr musí mít každý ze tří stejných padáků ve tvaru duté polokoule, aby konstanta A měla uvedenou velikost? (Součinitel odporu $C = 1,4$, hustota vzduchu $\rho = 1,3$ kg·m⁻³.)