



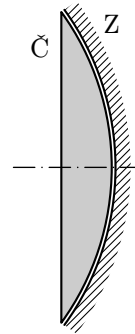
Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky  
Úlohy krajského kola 51. ročníku FO  
kategorie A

1. Kombinace zrcadla a čočky

Do dutého kulového zrcadla o poloměru křivosti  $r$  vložíme ploskovypuklou čočku o stejně velkém poloměru křivosti vyrobenou ze skla o indexu lomu  $n = 1,5$  (obr. 1).

- Kolikrát menší je ohnisková vzdálenost  $f$  soustavy než ohnisková vzdálenost  $f_0$  samotného zrcadla?
- Do středu křivosti kulové plochy zrcadla vložíme malý předmět. Porovnejte polohu a příčné zvětšení  $Z_0$  obrazu tohoto předmětu vytvořeného samotným zrcadlem s polohou a příčným zvětšením  $Z$  obrazu, který vznikne po vložení čočky.
- Kam bychom museli přesunout předmět z úlohy b), aby příčné zvětšení obrazu vytvořeného zrcadlem s čočkou mělo opět hodnotu  $Z_0$ ? Jaká by byla v tomto případě poloha obrazu?

Uvažujte jen zobrazení v paraxiálním prostoru. Tloušťka čočky je malá v porovnání s poloměrem křivosti zrcadla. (Můžete využít poznatku, že optické mohutnosti tenkých zobrazovacích prvků položených na sebe se sčítají.)

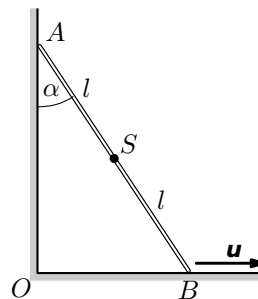


Obr. 1

## 2. Korálek na tyčce

Konce tenké tyčky  $AB$  délky  $2l$  kloužou po ramenech pravého úhlu, z nichž jedno je svislé a druhé vodorovné (obr. 2). Konec  $B$  se pohybuje stálou rychlostí  $\mathbf{u}$ . Uprostřed tyčky je upevněn korálek hmotnosti  $m$ . Určete, jak závisí na okamžité odchylce  $\alpha$  tyčky od svislého směru

- okamžitá rychlost a zrychlení korálku,
- síla, kterou působí korálek na tyčku.



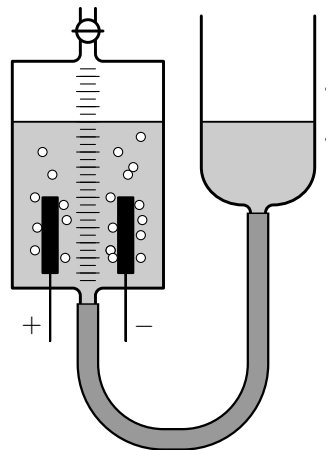
Obr. 2

### 3. Třaskavá směs

V zařízení na obr. 3 dochází elektrolýzou pěti-procentního roztoku kyseliny sírové k rozkladu vody na kyslík a vodík, které se v horní části elektrolyzátoru mísí na tzv. „třaskavou směs“. Tlak jímání plynu se pohyblivou pomocnou nádobou vyrovnává s atmosférickým tlakem  $p_{\text{at}} = 9,85 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ . Teplota plynu se vyrovnává s teplotou okolí  $t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ . V určitém okamžiku je objem nashromážděného plynu  $V = 2250 \text{ cm}^3$ . Určete

- hmotnost  $m$  rozložené vody,
- náboj  $Q$ , který prošel elektrolyzérem.

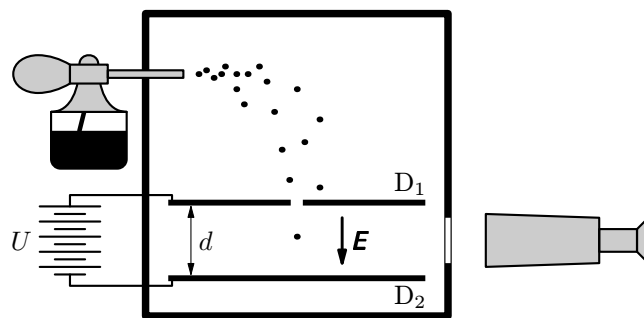
Počítejte s tím, že v získaném plynu je kromě kyslíku a vodíku také nasycená pára roztoku, která má při teplotě  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  tlak  $p_n = 4040 \text{ Pa}$ .



Obr. 3

#### 4. Millikanův pokus

Američan *Robert A. Millikan* provedl r. 1910 makroskopické měření elementárního náboje. Základem aparatury je kondenzátor s vodorovně orientovanými deskami  $D_1$ ,  $D_2$  (obr. 4). V uzavřené nádobě je zředěný vzduch udržovaný při stálém tlaku a teplotě. Velikost napětí mezi deskami i jeho polaritu je možno měnit. Do prostoru nad horní deskou jsou rozprašovačem vhnány malé kulové olejové kapičky (o průměru řádu  $10 \mu\text{m}$ ), které se snášejí zvolna dolů a některé propadnou otvorem v horní desce mezi desky kondenzátoru. Zde jsou pozorovány dalekohledem zaostřeným na vzdálenost těchto kapiček. Ve směru kolmém k optické ose dalekohledu jsou kapičky z jedné strany osvětleny obloukovou lampou, z opačné strany vstupuje do prostoru mezi deskami rentgenové záření, které zde ionizuje vzduch. V ohniskové rovině okuláru je umístěna skleněná destička s vodorovnými ryskami, což umožňuje určit velikost rychlosti kapičky, kterou můžeme považovat za mezní rychlost pohybu. Podmínky experimentu jsou takové, že je splněn vztah pro odporovou sílu podle *Stokese*. Na kapičku působí síly: tíhová, vztlaková, odporová a případně i elektrická (je-li mezi deskami napětí a kapička získala od iontů vzduchu náboj). Pokus byl ve fyzikálních laboratořích mnohokrát opakován a potvrdilo se, že náboj, který kapičky získávají stykem s ionty vzduchu, je vždy násobkem elementárního náboje  $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .



Obr. 4

Při jednom takovém experimentu byla vzdálenost desek  $d = 6,0 \text{ mm}$ , hustota vzduchu v komoře  $\rho = 0,90 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , dynamická viskozita  $\eta = 12 \cdot 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{s}$  a hustota oleje  $\rho_0 = 0,87 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

- Měřením ustáleného pádu kapičky při odpojeném zdroji byla určena velikost její rychlosti  $v_0 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Vypočítejte poloměr kapičky.
- Horní desku kondenzátoru připojíme ke kladnému a dolní desku k zápornému pólu zdroje o napětí  $U = 9,0 \text{ kV}$ . Jak se změní rychlost ustáleného pohybu kapičky z úkolu a), jestliže již do tohoto okamžiku získala od iontů vzduchu náboj  $Q = -15e$ ?