



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

## Teoretické úlohy celostátního kola 47. ročníku FO

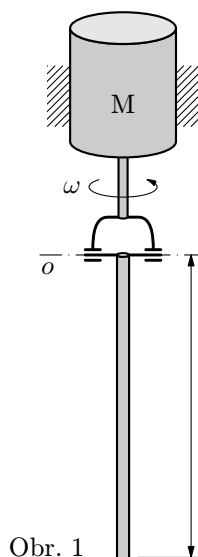
Plzeň 2006

### 1. Rotující soustava

Motor je upevněn ve svislé poloze. K dolnímu konci hřídele je otáčivě upevněn konec tyče délky  $l$  a zanedbatelného průřezu tak, že se tyč může otáčet okolo vodorovné osy  $o$  (obr. 1). Rotor motoru se začne otáčet spolu s osou  $o$  a jeho úhlová rychlost se bude velmi pomalu zvětšovat.

- Vysvětlete, proč v reálném zařízení po překročení určité kritické úhlové rychlosti  $\omega_0$  se tyč vychýlí ze svislé polohy.
- Určete, jak bude odchylka obíhající tyče od svislého směru záviset na úhlové rychlosti rotoru.
- Sestrojte graf této závislosti, jestliže  $l = 0,50$  m. Při jaké úhlové rychlosti dosáhne odchylka tyče od svislého směru hodnoty  $60^\circ$ ?

Počítejte s tíhovým zrychlením  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Vliv okolního vzduchu zanedbejte.



Obr. 1

### 2. Družice

Družice Země o hmotnosti  $m = 150$  kg byla navedena na kruhovou oběžnou dráhu o poloměru  $R = 6,70 \cdot 10^3$  km.

- Jaká je její rychlost a oběžná doba?
- Jaká je celková mechanická energie družice? (Potenciální energii v nekonečné vzdálenosti bereme jako nulovou.)
- Jak se změní poloměr trajektorie a rychlost družice během jednoho oběhu, působí-li na ni horní vrstvy atmosféry odporovou silou o velikosti  $F = 7,50 \cdot 10^{-3}$  N?

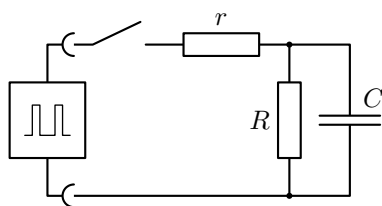
Úlohu řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty. Hmotnost Země  $M = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg, gravitační konstanta  $\varkappa = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ .

### 3. Periodické dobíjení kondenzátoru

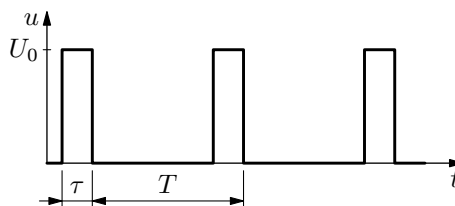
Elektrický obvod je tvořen zdrojem obdélníkových impulzů, spínačem, dvěma rezistory o odporech  $r$  a  $R$  a kondenzátorem o kapacitě  $C$  (obr. 2). Obdélníkové impulzy mají amplitudu  $U_0$ , dobu trvání  $\tau$  a periodu  $T$  (obr. 3). Vnitřní odpor zdroje je zanedbatelný. (To mj. znamená, že pokud je svorkové napětí zdroje nulové, chová se zdroj jako zkrat.)

Sepneme-li spínač, bude po delší době napětí na kondenzátoru kolísat okolo stálé průměrné hodnoty  $U_C$ , přičemž zvlnění  $\Delta U$ , tj. rozdíl mezi největší a nejmenší hodnotou okamžitého napětí kondenzátoru během jedné periody zdroje, bude mnohem menší než průměrná hodnota  $U_C$ .

- Za daných předpokladů stanovte  $U_C$  a  $\Delta U$ .
- Určete podmínku, kterou musí splňovat veličiny  $R$ ,  $r$ ,  $C$ ,  $\tau$  a  $T$ , aby byl zajištěn předpoklad úlohy že  $\Delta U \ll U_C$ .
- Ověřte, že je tato podmínka splněna, jestliže  $R = 1,00 \text{ M}\Omega$ ,  $r = 220 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 1,00 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $\tau = 2,0 \text{ ms}$ ,  $T = 10,0 \text{ ms}$  a  $U_0 = 5,00 \text{ V}$ . Vypočítejte pak číselné hodnoty  $U_C$  a  $\Delta U$ .



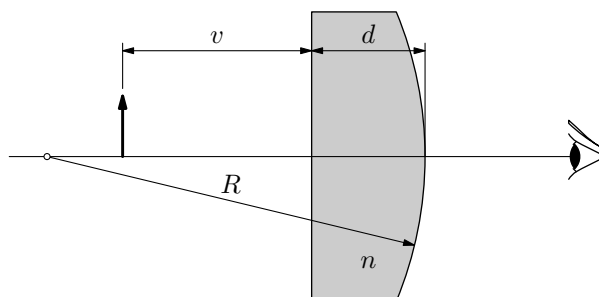
Obr. 2



Obr. 3

### 4. Lupa

Malý předmět pozorujeme ploskovypuklou lupou o tloušťce  $d = 30 \text{ mm}$  vyrobenou ze skla o indexu lomu  $n = 1,56$ . Poloměr kulového rozhraní lupy je  $R = -100 \text{ mm}$ , předmět je ve vzdálenosti  $v = 50 \text{ mm}$  od rovinného rozhraní lupy (obr. 4). Určete polohu obrazu vytvořeného lupou a jeho příčné zvětšení.



Obr. 4