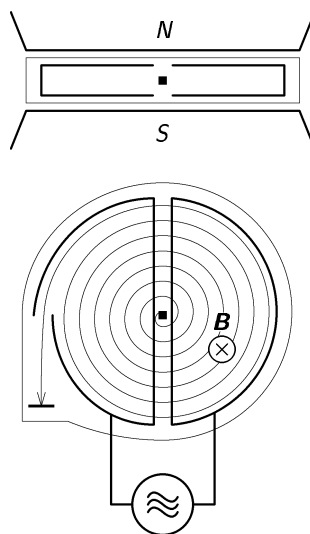




Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky
Úlohy regionálního kola 40. ročníku FO
kategorie A

1. Objektiv je tvořen centrovanou soustavou dvou stejných tenkých spojek o ohniskové vzdálenosti $f_1 = f_2 = 100$ mm. Vzájemná vzdálenost jejich středů je $d = 50$ mm.
 - a) Předmět umístíme do vzdálenosti $a_1 = 75$ mm od první čočky objektivu. Určete polohu obrazu vytvořeného objektivem a jeho příčné zvětšení.
 - b) Určete vzdálenost h_1 předmětového ohniska objektivu od první čočky a vzdálenost h_2 obrazového ohniska objektivu od druhé čočky.
 - c) Určete ohniskovou vzdálenost objektivu.

2. V klasickém kruhovém urychlovači – cyklotronu – jsou částice urychlovány při průchodech mezerou mezi urychlovacími elektrodami – duanty – připojenými ke zdroji střídavého napětí stálé frekvence (obr. 1). Dosahovaná rychlost a energie částic je omezena, protože v důsledku relativistického růstu hmotnosti částic dochází k zastávání úhlové dráhy částic za fází urychlovacího napětí.



Obr. 1

- a) Jakou rychlost může získat částice v cyklotronu, nemá-li relativní zvětšení její hmotnosti $\delta m = \Delta m / m_0$ překročit 1,00 %?
- b) Jaká bude při splnění podmínky a) maximální kinetická energie protonů (E_p), deuteronů (E_d) a částic α (E_α)?
- c) Vypočítejte potřebnou frekvenci urychlovacího napětí pro protony (f_p), deuterony (f_d) a částice α (f_α), má-li cyklotron magnetické pole o indukci $B = 1,41$ T.

Řešte obecně a pak pro dané hodnoty δm a B .

Potřebné konstanty: $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27}$ kg, $m_d = 3,344 \cdot 10^{-27}$ kg,
 $m_\alpha = 6,644 \cdot 10^{-27}$ kg, $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C, $c = 2,998 \cdot 10^8$ m·s⁻¹.

3. Osobní automobil o hmotnosti $m = 1200 \text{ kg}$ projíždí rychlostí $v = 72 \text{ km/h}$ levotočivou vodorovnou zatáčkou o středním poloměru $R = 25,0 \text{ m}$. Automobil má kola o vnějším poloměru $r = 300 \text{ mm}$, přičemž celkový moment setrvačnosti všech čtyř kol s rotujícím příslušenstvím je $J = 3,80 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. Předpokládejte, že těžiště automobilu je ve středu obdélníka, jehož vrcholy jsou středy kol. Rozchod kol (tj. vzdálenost středů kol na jedné nápravě) je $l = 1,50 \text{ m}$. Vypočtete:

- velikost M_g gyroskopického momentu automobilu v zatáčce,
- velikost M_o klopného momentu odstředivých sil v zatáčce,
- velikosti F_L, F_R svislých složek sil, kterými působí jednotlivá kola automobilu v zatáčce na vozovku,
- kritickou rychlost v_k , při níž styková síla mezi kolem a vozovkou na jedné straně vozidla bude nulová a automobil se dostane do labilní polohy.

4. Elektrický ohřívač, jehož schéma je na obr. 2 pracuje následujícím způsobem: Kontakt přepínače se nejprve přepne do polohy 1 a kondenzátor o kapacitě C se nabije na elektromotorické napětí zdroje U_e . Potom se kontakt přepínače přepne do polohy 2 a kondenzátor se úplně vybije přes vyhřívací těleso ohřívače, které má odpor R . Celý děj se opakuje s frekvencí f . Zdroj má vnitřní odpor R_i a nachází se mimo vyhřívaný prostor.

- V které části cyklu a kde v elektrickém obvodu nastává nežádoucí přeměna elektrické energie na vnitřní energii?
- Jaké teplo Q_1 vznikne ve vyhřívacím tělese během nabíjení kondenzátoru?
- Jaké teplo Q_2 vznikne ve vyhřívacím tělese během vybíjení kondenzátoru?
- Určete průměrný výkon P ohřívače.
- Určete účinnost ohřívače a porovnejte ji s účinností v případě, že by vyhřívací těleso bylo trvale připojeno ke svorkám zdroje.

Odpor spojovacích vodičů zanedbáváme. Úlohu řešte obecně a pro hodnoty: $C = 100 \mu\text{F}$, $R = 20 \Omega$, $U_e = 90 \text{ V}$, $R_i = 80 \Omega$, $f = 20 \text{ s}^{-1}$.

