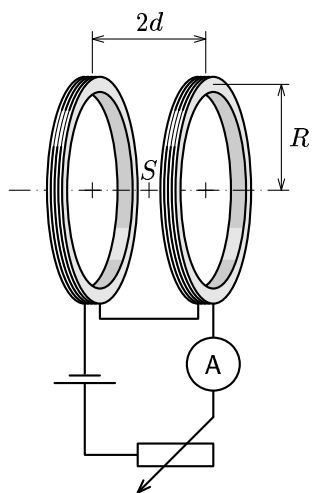




Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky
Teoretické úlohy celostátního kola
42. ročníku FO

1. Při pokusech s Wehneltovou trubicí se pro získání přibližně homogenního magnetického pole používají *Helmholtzovy cívky*. Je to dvojice souosých tenkých kruhových cívek o N závitů a poloměru R . Vzdálenost rovin, ve kterých cívky leží, je $2d$ (obr. 1). Cívkami prochází souhlasným směrem proud I .



Obr. 1

- Jak závisí magnetická indukce $\mathbf{B}$ v bodě na ose cívek na jeho vzdálenosti od středu dvojice cívek S ?
- Vysvětlete, proč magnetické pole v okolí bodu S lze pokládat za nejvíce podobné homogennímu, když zvolíme $2d = R$.
- Jaký proud musí procházet cívkami, aby magnetická indukce v bodě S měla velikost $B_0 = 10 \text{ mT}$, jestliže $R = 2d = 15 \text{ cm}$ a každá cívka má $N = 100$ závitů?

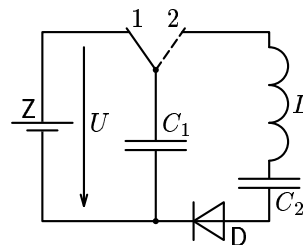
Úlohy a) a b) řešte jen obecně. Průřez vinutí cívek považujte za zanedbatelný. Vliv vzduchu zanedbejte.

2. Kondenzátor o kapacitě C_1 byl nabit ze zdroje o svorkovém napětí U . Po překlopení přepínače do polohy 2 nastal přechodný děj, při kterém se uplatnila indukčnost cívky L a kapacita druhého kondenzátoru C_2 . Všechny součástky včetně diody považujte za ideální.

- Určete dobu trvání přechodného děje.
- Určete konečná napětí U_1 , U_2 na kondenzátorech a náboj Q , který během přechodného děje prošel cívkou.
- Zobrazte graficky časové průběhy okamžitého proudu i a okamžitých napětí u_1 , u_2 na obou kondenzátorech.

Úkoly a) a b) řešte nejprve obecně. V části b) proveďte diskusi získaných výsledků. Pak řešte celou úlohu pro hodnoty

$$U = 10 \text{ V}, \quad C_1 = 8,0 \text{ } \mu\text{F}, \quad C_2 = 2,0 \text{ } \mu\text{F}, \quad L = 1,0 \text{ H}.$$

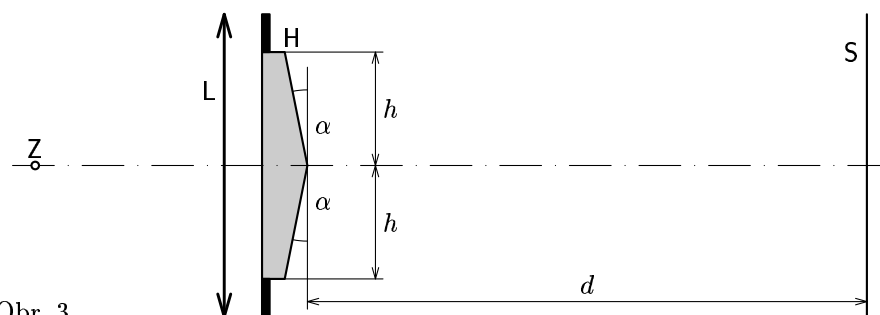


Obr. 2

3. Centrovaná optická soustava je tvořena monofrekvenčním zdrojem světla Z o vlnové délce $\lambda = 632 \text{ nm}$, spojnou čočkou L, dvojhranolem H o celkové šířce $2h = 40 \text{ mm}$ vyrobeným ze skla o indexu lomu $n = 1,55$ a stínítkem S (obr 3). Zdroj světla se nachází v ohnisku čočky. Svazek rovinných světelných vlnoploch se při průchodu dvojhranolem rozdělí na dva koherentní svazky vlnoploch, které se částečně překrývají a na stínítku vytvářejí řadu interferenčních proužků.

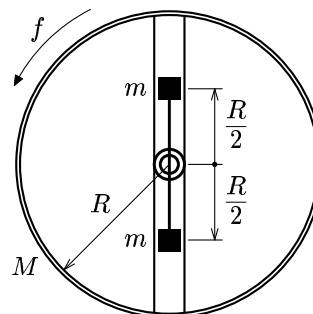
Navrhněte lámavý úhel α obou polovin dvojhranolu a vzdálenost d stínítka od dvojhranolu tak, aby proužky měly šířku s přesně $0,1 \text{ mm}$ a aby jejich počet byl co největší.

Úhel α je velmi malý. Platí tedy $\sin \alpha \doteq \text{tg } \alpha \doteq \alpha$.



Obr. 3

4. Odstředivý stroj pro výzkum pevnosti materiálů tvořený vodorovným tenkým kruhovým prstencem o hmotnosti M a poloměru R s rovnou dutou příčkou se otáčí kolem svislé osy souměrnosti. Drát délky R a průřezu S opatříme na koncích olovenými závažími o hmotnosti $m = M/2$, uložíme jej do příčky souměrně vzhledem k ose prstence a celé zařízení roztočíme pomocí motoru (obr. 4). Frekvenci otáčení f postupně zvětšujeme, až do hodnoty f_0 , kdy dojde k přetržení drátu a obě závaží odletí ke koncům příčky, kde se nepružně zastaví. Přetržením drátu se mechanicky odpojí pohon a stroj se dále otáčí setrvačností.



Obr. 4

Tření v ložiskách i mezi závažími a příčkou je zanedbatelné. Moment setrvačnosti osy stroje a hmotnost drátu a příčky jsou zanedbatelné, rozměry závaží jsou malé ve srovnání s poloměrem prstence.

- Vypočtete mez pevnosti v tahu σ_p zkoumaného materiálu. Délkovou deformaci drátu tahem před přetržením zanedbejte.
- Určete frekvenci f_1 otáčení stroje po dopadu závaží na konce příčky.
- Porovnejte kinetickou energii zařízení bezprostředně před přetržením drátu a po dopadu závaží na konce příčky a případný rozdíl vysvětlete.
- Určete rychlost závaží bezprostředně před dopadem na konce příčky.
 - ve vztažné soustavě spojené s laboratoří,
 - ve vztažné soustavě spojené s prstencem.

Řešte obecně a potom pro hodnoty

$$M = 2m = 40,0 \text{ g}, \quad R = 0,300 \text{ m}, \quad S = 1,00 \text{ mm}^2, \quad f_0 = 50,0 \text{ s}^{-1}.$$