Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy krajského kola 52. ročníku FO kategorie A

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

1. Indukční smyčka

Na společné vodorovné rotační ose jsou umístěny kladka o poloměru $r = 3{,}5$ cm a o momentu setrvačnosti $J_0 = 5{,}0 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{kg \cdot m^2}$ a čtvercová smyčka o hmotnosti $m_1 = 16$ g a o délce strany $l = 12$ cm. Rovina smyčky je v počáteční poloze svislá. Do prostoru otáčení smyčky zasahuje magnetické pole o indukci svislého směru velikosti $B = 2{,}0 \cdot 10^{-2}$ T. Přes kladku je vedeno vlákno zanedbatelné hmotnosti, na němž visí závaží o neznámé hmotnosti m (obr. 1). Po uvolnění se soustava uvede do pohybu tak, že smyčka s kladkou vykoná první otáčku za dobu $T = 1{,}00$ s.

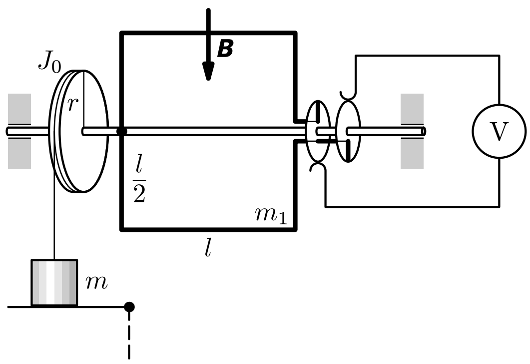
a) Určete hmotnost m závaží.

b) Určete funkční závislost $u = f(t)$ indukovaného napětí na koncích smyčky na čase.

c) Najděte na časovém intervalu $\langle 0, T \rangle$ všechny časy t_i, v nichž je indukované napětí nulové.

d) Najděte maximální velikost indukovaného napětí $|U_\mathrm{m}|$ dosažené na časovém intervalu $\langle 0, T \rangle$.

Tření v ložiskách a odpor vzduchu zanedbejte. Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty. Moment setrvačnosti tyče o hmotnosti m a délce l vzhledem k ose procházející kolmo jejím těžištěm je $\frac{1}{12} m l^2$.



Obr. 1

2. Šikmý vrh

Kámen vržený šikmo vzhůru z nulové počáteční výšky dopadl za dobu $T = 6{,}2$ s ve vzdálenosti $L = 52$ m.

a) Určete velikost v_0 počáteční rychlosti a elevační úhel α.

b) Jaké největší vzdálenosti $r_{\max}$ od místa vrhu kámen dosáhl? Kdy se to stalo a jaká byla v tomto okamžiku jeho poloha?

Odpor vzduchu zanedbáváme. Úlohu řešte pro dané číselné hodnoty veličin. Obecné řešení části b) se nevyžaduje.

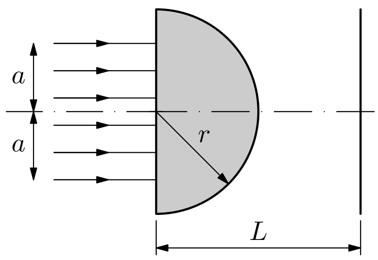
3. Skleněná polokoule

Na rovinnou plochu skleněné polokoule s poloměrem $r = 4{,}0$ cm o indexu lomu $n = 1{,}50$ dopadá rovnoběžně s optickou osou kruhový svazek rovnoběžných paprsků o průměru $2a = 6{,}0$ cm. (obr. 2)

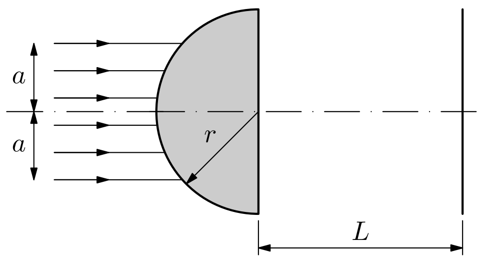
a) Jaký bude poloměr R osvětleného kruhu na stínítku, které je umístěné kolmo k optické ose ve vzdálenosti $L = 8{,}0$ cm od rovinné plochy polokoule?

b) Jaký bude tento poloměr, když čočku obrátíme tak, aby svazek dopadal na kulovou plochu polokoule (obr. 3)?

Úlohu řešte pro dané číselné zadání, obecné řešení se nepožaduje.



Obr. 2



Obr. 3

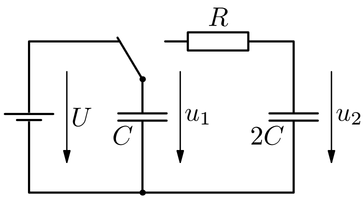
4. Dva kondenzátory (Úloha ke studijnímu textu)

Kondenzátor o kapacitě C nabijeme ze zdroje o svorkovém napětí U a pak jej přes rezistor o odporu R připojíme ke kondenzátoru o kapacitě $2C$ (obr. 4).

a) Jaká bude konečná hodnota napětí na obou kondenzátorech?

b) Jaké bude napětí u_2 na druhém kondenzátoru v okamžiku, kdy napětí u_1 na prvním kondenzátoru klesne na $U/2$?

c) Za jakou dobu od přepnutí spínače tento stav nastane?



Obr. 4

Úlohu c) řešte nejprve numerickým modelováním Eulerovou metodou při volbě hodnot $U = 10$ V, $R = 1$ MΩ, $C = 1$ μF. Časový krok volte 0,1 s. Navrhněte algoritmus výpočtu a pomocí kalkulačky proveďte výpočet potřebného počtu kroků. Vypočítané hodnoty zapisujte do tabulky:

t/s	u_1/V	u_2/V
0	10	0
0,1		
0,2		
⋮		

Hledanou dobu odhadněte s přesností 0,1 s. Výsledek, který dostanete pro dané hodnoty veličin, pak zobecněte pro libovolné hodnoty odporu R a kapacity C.