Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy krajského kola 55. ročníku FO kategorie A

1. Tepelná výměna

Máme dvě dokonale tepelně izolované nádoby. První nádoba s kapalinou má tepelnou kapacitu C_1 a teplotu t_1, druhá nádoba s kapalinou má tepelnou kapacitu C_2. Ve druhé nádobě je váleček z pevné látky o tepelné kapacitě C. Teplota kapaliny a válečku ve druhé nádobě je $t_2 > t_1$. Poměr tepelných kapacit je $C_1 : C_2 : C = 5 : 8 : 1$. Váleček přeneseme z druhé nádoby do první a po vyrovnání teplot zpět do druhé nádoby a počkáme, až se teploty i ve druhé nádobě vyrovnají.

a) Jak se změní rozdíl teplot kapalin v nádobách oproti původnímu?

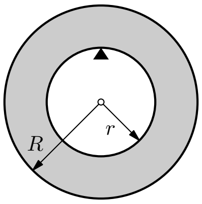
b) Kolikrát musíme tento postup opakovat, aby rozdíl teplot obou kapalin v nádobách klesl na $\frac{1}{20}$ původního teplotního rozdílu $t_2 - t_1$?

c) Jaká bude teplota v nádobách po provedení velmi velkého počtu přenesení válečku?

Ztráty tepla do okolí při přenášení válečku zanedbáme.

2. Mezikruží jako kyvadlo

Z homogenní kruhové desky o poloměru R vyřízneme soustředný kruh o poloměru r a získané mezikruží zavěsíme na ostrý břit (obr. 1). Jestliže mezikruží nepatrně vychýlíme do strany a uvolníme, začne harmonicky kmitat okolo rovnovážné polohy.



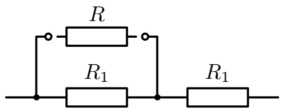
Obr. 1

a) Určete periodu kmitů.

b) Jak musíme zvolit poloměr r, aby perioda kmitů byla co nejmenší? Určete tuto periodu T_{min} a příslušnou minimální redukovanou délku kyvadla $l^{\star}_{\mathrm{min}}$, tj. délku matematického kyvadla se stejnou periodou kmitů.

3. Příkon rezistoru

K jednomu ze dvou sériově spojených rezistorů o stejném odporu R_1 můžeme mezi zdířky připojit třetí rezistor o odporu R (obr. 2). Soustava je napájena stejnosměrným zdrojem o elektromotorickém napětí U_e a se zanedbatelným vnitřním odporem.



Obr. 2

a) Určete elektrický příkon P třetího rezistoru, jestliže jeho odpor je $R = 3R_1$.

b) Určete elektrický odpor R třetího rezistoru, jestliže požadujeme, aby jeho příkon byl aspoň $\frac{1}{9}\frac{{U_e}^2}{R_1}$.

c) Určete elektrický odpor třetího rezistoru tak, aby jeho elektrický příkon byl maximální. Určete tento maximální příkon P_{max}.

d) Určete, při jakém odporu třetího rezistoru je účinnost zapojení největší, a určete tuto maximální účinnost η_{max}. Účinností zapojení rozumíme poměr elektrického příkonu třetího rezistoru a elektrického příkonu celé soustavy.

4. Nepružná srážka částic

Částice o klidové hmotnosti m_0 letící ve vakuu rychlostí $v = \frac{4}{5}c$ se nepružně srazí se stejnou částicí, která je v klidu.

a) Určete velikost u rychlosti, se kterou se po srážce bude pohybovat takto vzniklá spojená částice.

b) Určete její klidovou hmotnost M.