Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 41. ročníku FO kategorie A

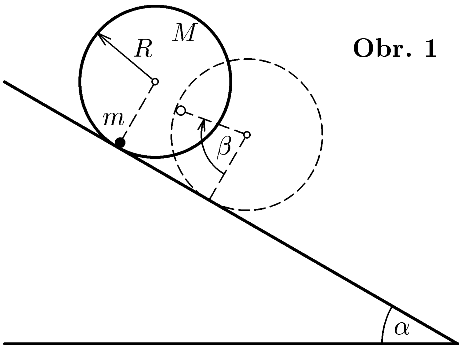
1. Na nakloněnou rovinu se sklonem α položíme tenkostěnnou válcovou trubku o hmotnosti M a poloměru R. Na vnitřní stěnu trubky je přilepena rovnoběžně s jeho osou tenká tyčka o hmotnosti m. Počáteční polohu válce vidíme na obr. 1. Polohovou energii soustavy trubka – tyčka v této poloze zvolíme jako nulovou. Trubku budeme po nakloněné rovině přemisťovat valením.

Součinitel smykového tření mezi trubkou a nakloněnou rovinou je dostatečně velký, aby trubka nesklouzla. Poloměr tyčky je zanedbatelný.

a) Jak se bude měnit polohová energie soustavy v závislosti na úhlu otočení β ?

b) Jaké podmínky musí splňovat veličiny α, M, m, R, aby existovaly rovnovážné polohy soustavy? Určete je.

c) V případě, že se soustava nachází v rovnovážné poloze, určete minimální práci, kterou musíme vykonat, aby se trubka skutálela dolů po nakloněné rovině.



Obr. 1

2. Dvě tenké čočky vzdálené od sebe 2,5 cm tvoří centrovanou optickou soustavu. Předmět vysoký 2,0 cm umístěný ve vzdálenosti 5,0 cm před první čočkou je celou soustavou zobrazen ve vzdálenosti 20,0 cm za druhou čočkou, kde vzniká převrácený skutečný obraz vysoký 12,0 cm. Určete ohniskové vzdálenosti obou čoček.

a) Zadání pečlivě narýsujte na samostatný list papíru a úlohu vyřešte graficky užitím význačných paprsků. Řešení popište.

b) Úlohu řešte početně.

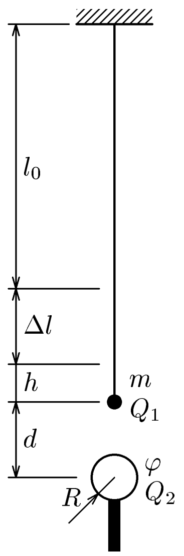
3. Kovovou kuličku o hmotnosti m zavěsíme na tenké gumové vlákno, jehož délka se tím zvětší z l_0 na $l_0 + \Delta l$. Pak na kuličku přeneseme elektrický náboj Q_1 a zdola zvolna přiblížíme kovovou kouli o poloměru R, kterou jsme předtím rovněž nabili a to připojením ke svorce vysokonapěťového zdroje, která má potenciál φ. Působením elektrické síly se kulička vychýlí do nové rovnovážné polohy, která je ve vzdálenosti h pod původní rovnovážnou polohou. Střed koule je přitom ve vzdálenosti d od středu kuličky (obr. 2).

a) Určete tuhost k gumového vlákna.

b) Určete náboje Q_1 a Q_2 na kouli a kuličce.

c) Jestliže nyní rychle pohneme koulí do malé vzdálenosti dolů a zpět, kulička se rozkmitá. Určete periodu těchto kmitů za předpokladu, že jejich amplituda je mnohem menší než vzdálenost d.

Řešte obecně a potom pro hodnoty:
$m = 5{,}00\,\mathrm{g}$, $l_0 = 1{,}00\,\mathrm{m}$, $\Delta l = 20{,}0\,\mathrm{cm}$, $h = 2{,}00\,\mathrm{cm}$, $R = 2{,}00\,\mathrm{cm}$, $d = 5{,}00\,\mathrm{cm}$, $\varphi = +20{,}0\,\mathrm{kV}$, $g = 9{,}8\,\mathrm{m{\cdot}s^{-2}}$.
Gumové vlákno považujte za dokonale nevodivé a jeho prodloužení za přímo úměrné působící síle. Jeho hmotnost zanedbáváme. Náboj Q_2 považujte za rovnoměrně rozdělený na povrchu koule i po přiblížení k náboji Q_1.



Obr. 2

4. Nekonečný řetěz rezistorů o stejném odporu R je zapojen podle obr. 3.

a) Jaký odpor R_x bychom naměřili ohmmetrem připojeným ke vstupním svorkám A, B?

b) Ke vstupním svorkám připojíme zdroj o svorkovém napětí U_0. Jaké napětí U_1 naměříme mezi uzlem 1 a svorkou B?

c) Jaké pořadové číslo i má nejbližší uzel, jehož napětí U_i vzhledem ke svorce B je menší než $0{,}01\,U_0$?

Obr. 3