Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 41. ročníku FO kategorie B

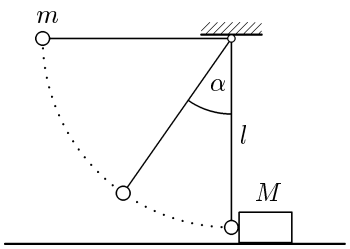
1. Kuličku o hmotnosti m zavěšenou na vlákně délky l vychýlíme o $90°$ a pustíme. Při návratu do rovnovážné polohy narazí kolmo na kvádr o hmotnosti M, který leží na vodorovné desce stolu (obr. 1). Po nedokonale pružném rázu se kulička vychýlí o úhel α_1.

a) Určete rychlosti kuličky v_1 těsně před rázem a u_1 těsně po rázu.

b) Určete vzdálenost d, do které se kvádr posune po rázu, jestliže součinitel smykového tření mezi kvádrem a deskou stolu je f.

c) Určete úhel vychýlení kuličky α_2 v případě, že by srážka s kvádrem byla dokonale pružná.

Obr. 1



Řešte nejprve obecně a pak pro hodnoty:

$m = 0{,}5$ kg, $M = 2{,}0$ kg, $l = 1{,}0$ m, $g = 9{,}8\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$, $\alpha_1 = 30°$, $f = 0{,}25$.

2. Lyžař o hmotnosti $m = 90\,\mathrm{kg}$ získá po určité době jízdy na velmi dlouhém rovném svahu se sklonem $\alpha = 15°$ stálou rychlost $v_\mathrm{m} = 18\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$. Součinitel smykového tření mezi lyžemi a sněhem je $f = 0{,}055$, $g = 9{,}81\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$. Velikost síly odporu vzduchu je přímo úměrná druhé mocnině rychlosti: $F_\mathrm{o} = Kv^2$.

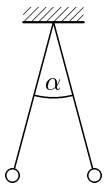
a) Vyjádřete, jak závisí velikost F výslednice sil působících na lyžaře na jeho rychlosti a určete hodnotu koeficientu K.

b) Pomocí kalkulačky vypočítejte postupně, jak se během prvních dvanácti sekund po startu zvětšuje rychlost a dráha lyžaře v závislosti na čase. Rychlosti a dráhy po jednotlivých sekundách zapište do tabulky. V krátkém časovém intervalu (t_i, t_{i+1}) můžete pohyb lyžaře považovat za rovnoměrně zrychlený se zrychlením a_i a počáteční rychlostí v_i.

c) Určete s přesností na 1 s, za jakou dobu projede prvních 50 m, a s přesností na $1\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ určete rychlost, kterou na této dráze získá.

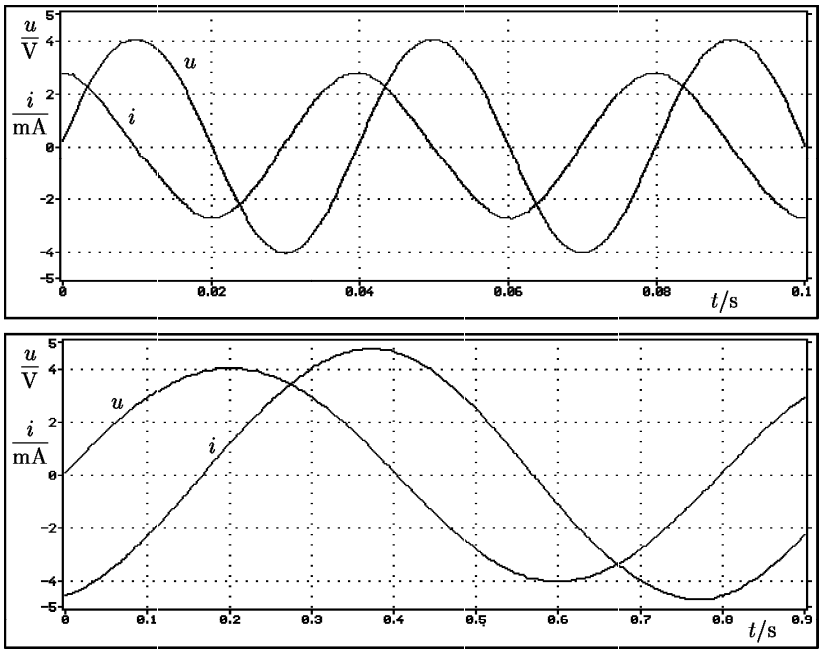
3. Dvě stejné malé kuličky o průměru d a hustotě ϱ jsou zavěšeny v témže bodě na tenkých nevodivých vláknech délky l. Kuličky mají stejný elektrický náboj a vlákna svírají úhel α (obr.2). Po ponoření dodielektrické kapaliny o hustotě ϱ_0 se úhel změní na β.
Určete relativní permitivitu ε_r kapaliny a náboj kuliček Q.
Řešte obecně a pak pro hodnoty:
$\varrho = 1{,}8 \cdot 10^3\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}},\ \varrho_0 = 1{,}1 \cdot 10^3\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}, \alpha = 30°,$
$\beta = 20°,\ d = 10\ \mathrm{mm},\ l = 20\ \mathrm{cm},\ g = 9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}.$

Obr. 2



4. Měřením na kondenzátoru a na cívce byly získány následující grafy časových průběhů napětí a proudu.

a) Který z obrázků byl získán měřením na kondenzátoru a který měřením na cívce? Odpověď zdůvodněte.

b) Určete kapacitu použitého kondenzátoru.

c) Určete indukčnost ideální cívky a rezistanci ideálního rezistoru, jejichž sériovým spojením bychom mohli při dané frekvenci nahradit použitou cívku.