Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 48. ročníku FO kategorie B

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

1. Membrána

Na horizontální membránu nasypeme jemný písek. Membrána pak začne harmonicky kmitat ve svislém směru s frekvencí $f = 50$ Hz.

a) Popište, jaké síly působí na zrníčko písku, dokud leží na kmitající membráně.

b) Vysvětlete, za jakých podmínek dojde při pohybu membrány k nadskakování zrníček nad membránu. Popište slovně pohyb zrníčka písku po odpoutání od membrány.

c) Určete amplitudu A kmitů membrány, jestliže zrníčka vyskakují do výše $H = 5{,}0$ mm vzhledem k rovnovážné poloze membrány. V jaké výšce h_0 nad rovnovážnou polohou membrány se zrníčka odpoutají od membrány?

Odpor prostředí a rozměry zrníček písku zanedbejte. Dopady zrníček zpět na membránu považujte za dokonale nepružné

2. Pohyb míče

Chlapec hází na zeď míč. Stojí ve vzdálenosti $d = 15{,}0$ m od zdi a míč hází s počáteční rychlostí o velikosti $v_0 = 20{,}0\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$ pod elevačním úhlem $\alpha = 30°$ z výšky $h = 1{,}50$ m nad povrchem země.

a) Určete výšku místa, kde míč narazí do zdi.

b) Určete vzdálenost od zdi, kam dopadne míč po odrazu, a maximální výšku míče během letu. Dosáhne míč této maximální výšky před odrazem od zdi nebo až po odrazu?

c) Určete velikost rychlosti, s jakou míč po odrazu od zdi dopadne na povrch země.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty.

Odpory prostředí a rozměry míče zanedbejte, srážku míče se zdí považujte za dokonale pružnou.

3. Tlaková nádoba

Z tlakové nádoby, ve které je ideální dvouatomový plyn ($\varkappa = 1{,}4$) o tlaku p_1 a termodynamické teplotě T_1, náhle vypustíme určité množství plynu. Tím poklesne tlak plynu na $\dfrac{3}{4}$ původní hodnoty. Vzhledem k tomu, že děj proběhne rychle, je možno jej považovat za adiabatický. Po uzavření nádoby plyn přijme z vnějšku teplo, až dosáhne původní teploty. Určete,

a) jakou teplotu bude mít plyn v nádobě bezprostředně po jejím opětovném uzavření,

b) o kolik procent bude tlak v nádobě po vyrovnání teplot menší než původní tlak p_1,

c) jaká část hmotnosti plynu (v procentech) zůstane v nádobě.

4. Cívka

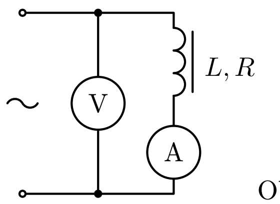
Po připojení cívky ke zdroji harmonického střídavého napětí o frekvenci f a efektivní hodnotě svorkového napětí U procházel obvodem proud o efektivní hodnotě I_1 (obr. 1a). Zapojením rezistoru o rezistanci R_1 sériově s cívkou se při stejném svorkovém napětí efektivní hodnota proudu změnila na I_2 (obr. 1b).

a) Určete indukčnost L ideální cívky a rezistanci R ideálního rezistoru, jejichž sériovým spojením bychom mohli danou skutečnou cívku nahradit.

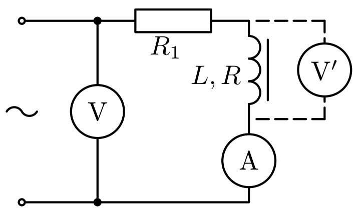
b) V obou případech určete fázové posunutí svorkového napětí oproti proudu procházejícímu obvodem.

c) Jaké napětí U' bychom v druhém obvodu naměřili na samotné cívce?

Řešte pro hodnoty $f = 50$ Hz, $U = 20$ V, $I_1 = 150$ mA, $R_1 = 100\ \Omega$ a $I_2 = 105$ mA. Měřicí přístroje považujte za ideální.



Obr. 1a



Obr. 1b