Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy krajského kola 52. ročníku FO kategorie C

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

1. Zkumavka ve vodě

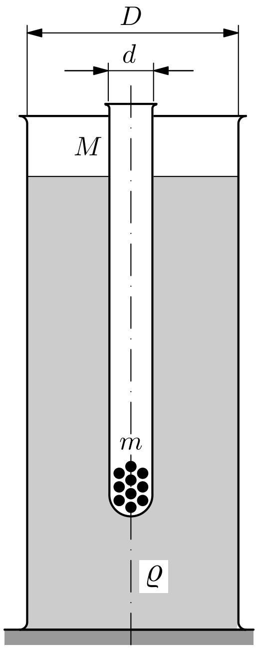
Do zkumavky o vnitřním objemu $V_0 = 25$ ml, hmotnosti $M = 13$ g a vnějším průměru $d = 16$ mm bylo vloženo 15 stejných olověných kuliček o celkové hmotnosti $m = 9$ g. Zkumavku s kuličkami jsme pak vložili do kádinky o vnitřním průměru $D = 9$ cm naplněné vodou (obr. 1). Poté jsme začali velmi pomalu a opatrně přidávat do zkumavky další stejné kuličky tak, aby se zkumavka nerozkmitala. Po vložení dalších 12 kuliček byla zkumavka téměř celá ponořená ve vodě (ale žádná voda do ní dovnitř nenatekla). Hustota vody je $\varrho = 1\,000\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$. Určete

a) použitím výše uvedených údajů hustotu ϱ_s skla zkumavky a objem V_s skla, ze kterého je zkumavka vyrobena,

b) změnu výšky Δh hladiny vody v kádince po přidání 12 kuliček do zkumavky,

c) kolik kuliček N by muselo být celkem ve zkumavce, aby byla ponořena $\frac{4}{5}$ svého objemu.

Při řešení úlohy b) považujte zkumavku za válec.



Obr. 1

2. Souběžná jízda

Dva automobily, každý o hmotnosti $m = 1\,200$ kg, se pohybují rovnoměrným pohybem vedle sebe rychlostí o velikosti $v_0 = 10\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$. Ve stejném okamžiku začnou zrychlovat tak, že v čase $t_1 = 8{,}0$ s od počátku zrychlování dosáhnou oba rychlosti o velikosti $v_1 = 28\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$. Přitom první automobil zrychloval s konstantním zrychlením, druhý s konstantním výkonem.

a) Určete u prvního automobilu uraženou dráhu s, minimální výkon P_{min} a maximální výkon P_{max} během zrychlování.

b) Určete u druhého automobilu výkon P během zrychlování, velikost a'_0 počátečního zrychlení a velikost a'_1 konečného zrychlení.

c) Na základě předchozích výpočtů rozhodněte, který automobil urazil během zrychlování delší dráhu.

Úlohy a) a b) řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty.

3. Topné tělísko

Do termosky o tepelné kapacitě K, ve které se nachází led o hmotnosti m a teplotě t_1 vložíme topné tělísko a připojíme je ke zdroji o napětí U. Jaký musí být odpor R tělíska, aby za dobu τ led roztál a teplota uvnitř termosky stoupla na t_2?

Řešte pro hodnoty: $K = 80\ \mathrm{J \cdot K^{-1}}$, $m = 0{,}85$ kg, $t_1 = -8{,}0\ °\mathrm{C}$, $t_2 = 25{,}0\ °\mathrm{C}$, $U = 30$ V, $\tau = 45$ min. Měrné tepelné kapacity ledu a vody jsou $c_1 = 2\,100\ \mathrm{J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}}$ a $c_2 = 4\,200\ \mathrm{J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}}$, měrné skupenské teplo tání ledu je $l_\mathrm{t} = 332\ \mathrm{kJ \cdot kg^{-1}}$.

Pro dané hodnoty sestrojte graf závislosti teploty na čase během celého děje. Tepelnou kapacitu tělíska a tepelnou výměnu s okolím zanedbejte.

4. Koule na nakloněné rovině

Po nakloněné rovině o sklonu $\alpha = 30°$ a výšce $h = 1{,}00$ m spustíme současně dvě koule, jednu plnou a druhou dutou, tenkostěnnou (obr. 2). Obě koule mají stejnou hmotnost m, jsou z homogenního materiálu a pohybují se po nakloněné rovině valivým pohybem bez smyku. Určete

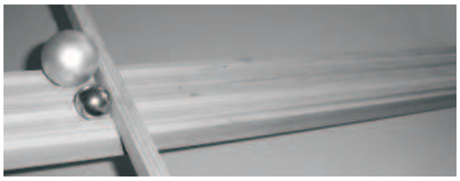
a) poměr kinetických energií plné a duté koule při dosažení spodního konce nakloněné roviny,

b) poměr velikostí rychlostí plné a duté koule při dosažení spodního konce nakloněné roviny a tyto velikosti rychlostí,

c) poměr velikostí zrychlení obou koulí v průběhu pohybu,

d) jakou počáteční rychlost bychom museli při startu udělit „pomalejší“ kouli, aby obě koule dosáhly dolního konce nakloněné roviny za stejnou dobu.

Moment setrvačnosti plné koule je $J_{01} = \frac{2}{5}mr^2$, moment setrvačnosti tenkostěnné koule je $J_{02} = \frac{2}{3}mr^2$. Valivý odpor ani odpor prostředí neuvažujte.



Obr. 2