Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy krajského kola 53. ročníku FO kategorie B

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

1. Časovaný granát

Granát, který byl vystřelen rychlostí $v_0 = 150\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ šikmo vzhůru pod úhlem $\alpha = 30°$, se po době $t_0 = 10$ s rozpadl na dvě části o stejné hmotnosti, z nichž jedna se pohybovala svisle dolů a druhá šikmo vzhůru. Počáteční rychlost druhé složky svírala s vodorovnou rovinou rovněž úhel α. Určete

a) polohu místa, kde se granát rozpadne,

b) velikost rychlosti granátu před rozpadem, její odchylku β od vodorovného směru a velikosti rychlostí obou částí po rozpadu,

c) doby od okamžiku výstřelu, kdy obě části dopadly na zem,

d) vzdálenosti míst dopadu obou částí od místa výstřelu.

Odpor vzduchu zanedbejte.

2. Myš na lati

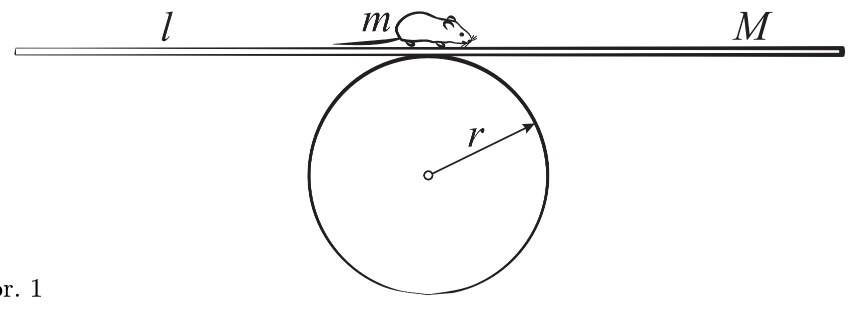
Na válci o poloměru r pevně upevněném na vodorovné podložce leží tenká lať o délce $l = 7r$ a hmotnosti M. Lať na počátku leží vodorovně, kolmo na podélnou osu válce, a dotýká se válce svým středem. Na střed latě vyleze myš (obr. 1) o hmotnosti $m = 0{,}10M$ a pomalu leze na konec latě. Lať přitom bez prokluzu mění úhel svého sklonu k vodorovné rovině.

a) Odvoďte vztah pro výpočet úhlu sklonu α lati od vodorovné roviny v závislosti na vzdálenosti x myši od středu latě.

b) Určete maximální úhel, o který se vychýlí lať od vodorovné roviny. V jaké výšce nad podložkou se přitom bude nacházet dolní konec latě?

c) Stanovte nejmenší hodnotu součinitele smykového tření f mezi latí a válcem, při kterém ještě lať nesklouzne po válci, ani když myš doleze na konec latě.

Při řešení úlohy považujte myš za hmotný bod.



Obr. 1

3. Kmitání roury

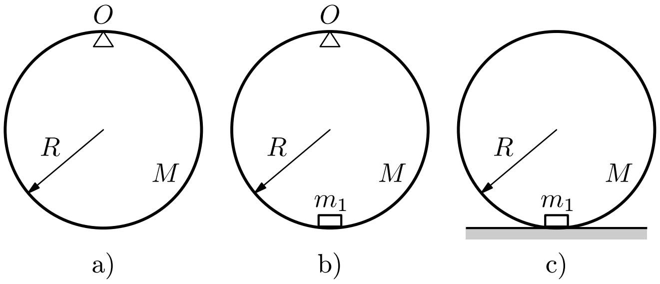
Odřezek tenké válcové roury o poloměru R a o hmotnosti M navlékneme na vodorovnou osu (obr. 2a) a mírně rozkmitáme.

a) Vypočítejte dobu kmitu tohoto fyzického kyvadla.

b) Dovnitř roury proti ose připevníme malé tělísko zanedbatelných rozměrů o hmotnosti $m_1 = 0{,}20M$ (obr. 2b), a znovu rozkmitáme. Jaká bude teď doba kmitu tohoto fyzického kyvadla?

c) Rouru s připevněným tělískem postavíme na vodorovnou podložku (obr. 2c) a mírně vychýlíme z rovnovážné polohy. Jaká bude doba kmitu této soustavy?

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnotu $R = 30$ cm. Pro malé výchylky můžeme předpokládat, že $\sin\varphi \approx \varphi$ a $\cos\varphi \approx 1 - \varphi^2/2$. Moment setrvačnosti roury vzhledem k rotační ose, která prochází těžištěm, je $J_0 = MR^2$.



Obr. 2

4. Kondenzátory

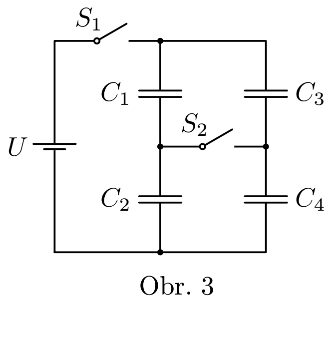
Na obr. 3 je znázorněn elektrický obvod, který se skládá ze zdroje napětí U, čtyř kondenzátorů o kapacitách $C_1 = C_2 = C_3 = C$, $C_4 = 2C$ a dvou spínačů S_1, S_2. Kondenzátory nabijeme sepnutím spínače S_1. Určete celkovou kapacitu soustavy, celkovou energii nabitých kondenzátorů, náboje a napětí na jednotlivých kondenzátorech v těchto případech:

a) S_2 je při sepnutí S_1 rozpojen,

b) S_2 je při sepnutí S_1 sepnut,

c) S_2 je při sepnutí S_1 rozpojen; pak S_1 rozpojíme a S_2 sepneme.

d) Jak se změní energie soustavy kondenzátorů v případech b), c) vzhledem k a)? Vzniklé rozdíly zdůvodněte.



Obr. 3