



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky  
Úlohy krajského kola 53. ročníku FO  
kategorie B

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

1. Časovaný granát

Granát, který byl vystřelen rychlostí  $v_0 = 150 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  šikmo vzhůru pod úhlem  $\alpha = 30^\circ$ , se po době  $t_0 = 10 \text{ s}$  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  $\alpha$ . Určete

- polohu místa, kde se granát rozpadne,
- velikost rychlosti granátu před rozpadem, její odchylku  $\beta$  od vodorovného směru a velikosti rychlostí obou částí po rozpadu,
- doby od okamžiku výstřelu, kdy obě části dopadly na zem,
- vzdálenosti míst dopadu obou částí od místa výstřelu.

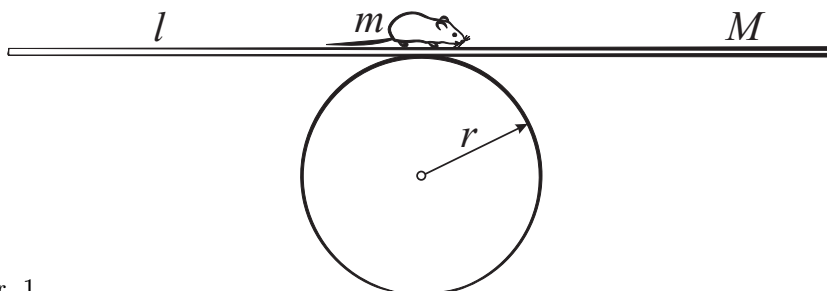
Odpor vzduchu zanedbejte.

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.

- Odvoďte vztah pro výpočet úhlu sklonu  $\alpha$  latě od vodorovné roviny v závislosti na vzdálenosti  $x$  myši od středu latě.
- Určete maximální úhel, o který se vychýlí lať od vodorovné roviny. V jaké výšce nad podložkou se přitom bude nacházet dolní konec latě?
- 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.



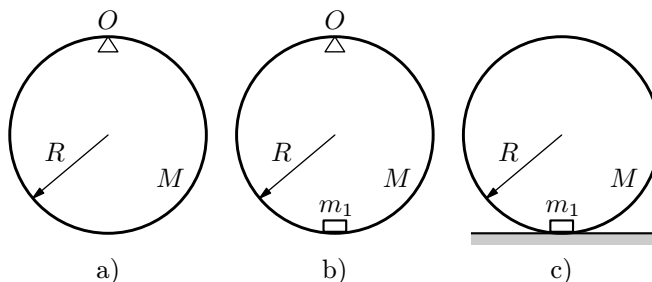
Obr. 1

### 3. Kmitání roury

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

- Vypočítejte dobu kmitu tohoto fyzického kyvadla.
- Dovnitř roury proti ose připevníme malé tělíčko zanedbatelných rozměrů o hmotnosti  $m_1 = 0,20M$  (obr. 2b), a znovu rozkmitáme. Jaká bude teď doba kmitu tohoto fyzického kyvadla?
- 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  $J_0 = MR^2$ .

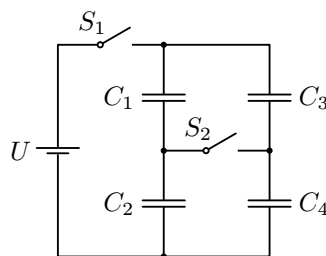


Obr. 2

### 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:

- $S_2$  je při sepnutí  $S_1$  rozpojen,
- $S_2$  je při sepnutí  $S_1$  sepnut,
- $S_2$  je při sepnutí  $S_1$  rozpojen; pak  $S_1$  rozpojíme a  $S_2$  sepneme.
- Jak se změní energie soustavy kondenzátorů v případech b), c) vzhledem k a)? Vzniklé rozdíly zdůvodněte.



Obr. 3