

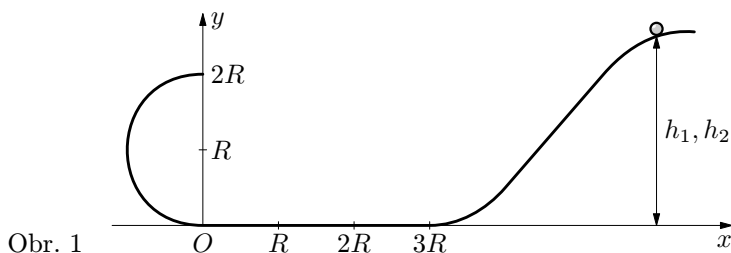
## Úlohy 1. kola 56. ročníku fyzikální olympiády. Kategorie B

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

### 1. Kulička v drážce

Plná homogenní kulička o poloměru  $r$  se může pohybovat mělkým žlábkem v konstrukci podle obr. 1. Část konstrukce má tvar půlkružnice o poloměru  $R$ , přičemž platí  $r \ll R$ . Počáteční výška kuličky nad vodorovnou částí trajektorie je a)  $h_1 = 3,00R$ , b)  $h_2 = 2,36R$ . Určete v obou případech souřadnice  $x_1, x_2$  místa dopadu kuličky na konstrukci.

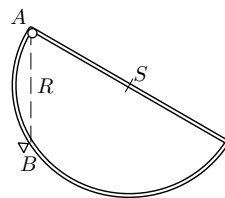
Valivý odpor a odpor vzduchu zanedbejte. Dotyk kuličky se žlábkem je bodový. Po celou dobu dotyku s konstrukcí se kulička valí bez prokluzování.



### 2. Smyčka z drátu

Z pevného hladkého homogenního drátu byla vytvořena smyčka tvaru obvodu půlkruhu s poloměrem  $R$  a o hmotnosti  $m = 0,500 \text{ kg}$ . Smyčka je zavěšena v bodě  $A$  na hřebík a opřena v bodě  $B$  o druhý hřebík, který je umístěn svisle pod prvním hřebíkem ve vzdálenosti  $R$  (obr. 2).

- Určete polohu těžiště smyčky, víte-li, že těžiště drátu ve tvaru půlkružnice je ve vzdálenosti  $\frac{2R}{\pi}$  od jeho středu.
- Určete úhel  $\alpha$ , který by svírala přímá část smyčky se svislým směrem, jestliže by smyčka byla volně zavěšená jen na hřebíku  $A$ .
- Určete velikost a směr sil působících na smyčku v bodech  $A$  a  $B$ .



Obr. 2

### 3. Padající řetěz

Řetěz délky  $l$  a hmotnosti  $m$  byl zavěšen za jeden konec ve výšce  $h \geq l$  nad zemí. Po uvolnění začal padat k zemi.

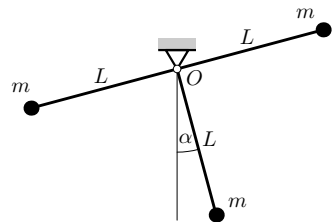
- Určete dobu  $\Delta t$  mezi dopadem prvního a posledního článku řetězu.
- Určete, jakou maximální kinetickou energii  $E_{k\max}$  měl řetěz během pádu.

Úlohy a) a b) řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty  $m = 4,0$  kg,  $l = 7,0$  m,  $h_1 = 10,0$  m,  $h_2 = 20,0$  m,  $g = 9,81$  m  $\cdot$  s<sup>-2</sup>.

- Sestrojte pro dané hodnoty grafy závislosti potenciální, kinetické a celkové mechanické energie řetězu na dráze uražené horním koncem řetězu.

### 4. Tříbodové kyvadlo

Kyvadlo se skládá ze tří kuliček zanedbatelných rozměrů o hmotnosti  $m$  navzájem spojených pevnými tyčemi zanedbatelné hmotnosti tak, že navzájem tvoří písmeno T se stejně dlouhými rameny o délce  $L$  (obr. 3). Vodorovná osa kyvadla prochází bodem, ve kterém jsou tyče spojeny, a je kolmá k rovině kyvadla. Kyvadlo vychýlíme z rovnovážné polohy o malý úhel  $\alpha$  a pustíme.



Obr. 3

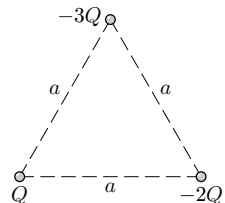
- Určete dobu kmitu  $T$  tohoto kyvadla.
- Určete velikost a směr síly  $\mathbf{N}$ , kterou působí spojovací tyč na spodní kuličku v krajní poloze.

Řešte obecně a pak pro hodnoty  $m = 100$  g,  $L = 25$  cm,  $\alpha = 10^\circ$ .

### 5. Tři náboje ve vrcholech trojúhelníku

Ve vrcholech rovnostranného trojúhelníku o délce strany  $a$  ve vakuu se nacházejí částice s elektrickými náboji  $Q$ ,  $-2Q$  a  $-3Q$  (obr. 4).

- Na kterou částici působí největší elektrická síla? Určete její velikost.
- Určete velikost a směr intenzity elektrického pole v těžišti trojúhelníku.



Obr. 4

## 6. Praktická úloha. Měření relativní permitivity materiálu plastové láhve

*Pomůcky:* plastová válcová láhev s rovným povrchem (např. dolní část láhve od minerální vody Mattoni), pruh alobalu, nízkofrekvenční generátor, sluchátko s velkou impedancí, 2 izolační stojánky, konopný provaz, sůl, lepicí páska, nitě, spojovací vodiče, několik kondenzátorů o kapacitě 1 nF až 10 nF

*Popis měřících metod:*

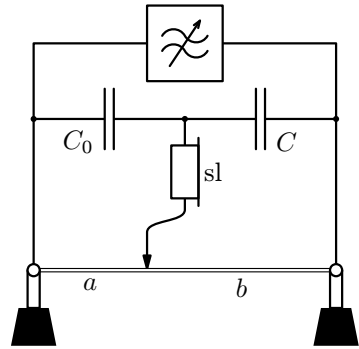
### a) Zhotovení válcového kondenzátoru s plastovým dielektrikem

Plastovou láhev naplníme mírně osolenou vodou. Její hladkou válcovou část obalíme pruhem alobalu, který upevníme lepicí páskou a omotáme nití, aby všude těsně doléhal na láhev. Jeden přívodní drát vedeme pod zátkou do osolené vody, druhý připojíme k alobalovému plášti.

### b) Změření kapacity můstkovou metodou

Použijeme zapojení podle obr. 5. Ve funkci odporového drátu použijeme konopný provázek navlhčený slanou vodou napnutý mezi dva izolační stojánky. (Elektrická vodivost takového provázku právě vyhovuje potřebám našeho měření a připomíná éru 17. až 19. století, ve které se některé základní elektrické zákony objevovaly pomocí jednoduchých měřících prostředků.) Kapacitu  $C$  našeho válcového kondenzátoru porovnáme se známou kapacitou  $C_0$  jiného kondenzátoru. Frekvenci generátoru volíme v oblasti největší citlivosti sluchátka (obvykle 500 Hz až 1 kHz). Pohyblivý kontakt (banánek) posouváme po provázku, až signál ve sluchátku vymizí a můstek je vyvážený. Odměříme délky  $a$ ,  $b$  obou úseků provázku. Platí

$$\frac{XC_0}{X_C} = \frac{C}{C_0} = \frac{a}{b}, \quad C = C_0 \frac{a}{b}.$$



Obr. 5

### c) Určení relativní permitivity plastu láhve

Je-li obvod láhve  $s$ , výška pásu alobalu  $v$ , tloušťka stěny láhve  $d$  a relativní permitivita  $\varepsilon_r$ , platí

$$C = \frac{\varepsilon_r \varepsilon_0 s v}{d}, \quad \varepsilon_r = \frac{Cd}{\varepsilon_0 s v}.$$

Měření kapacity  $C$  proveďte několikrát pro různé hodnoty kapacity  $C_0$ . Pak kondenzátor rozeberte, láhev rozstříhejte a určete průměrnou tloušťku stěny její válcové části. Určete střední hodnotu relativní permitivity plastu a odchylku měření.

## 7. Prodlužovací kabel

Zapojíme-li varnou konvici s vodou do síťové zásuvky, uvede se voda do varu za dobu  $t_0 = 190$  s. Zapojíme-li varnou konvici s vodou do zásuvky na konci dlouhého prodlužovacího kabelu, jehož zástrčku (opačný konec) zapojíme do původní síťové zásuvky, uvede se voda do varu za dobu  $t_1 = 226$  s.

- a) Určete dobu  $t_2$ , za kterou se uvede do varu voda ve dvou konvicích současně zapojených na konci kabelu. Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty. Předpokládejme, že v konvici je vždy stejný objem vody se stejnou počáteční teplotou a že účinnost ohřevu je ve všech případech stejná. Odpor  $R_1$  topné spirály konvice a odpor  $R_v$  kabelu považujte za konstantní. Síťovou zásuvku považujte za zdroj se zanedbatelným vnitřním odporem.
- b) Posuďte, jak uvedené zjednodušující předpoklady ovlivnily výsledek řešení.