**Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky**

# Úlohy regionálního kola 47. ročníku FO kategorie B

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

## 1. Explodující náboj

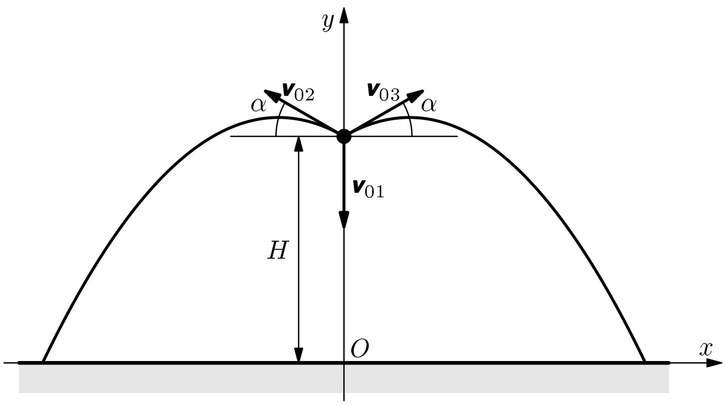
Náboj vystřelený svisle vzhůru explodoval v okamžiku dosažení nejvyššího bodu trajektorie ve výšce $H$ nad zemí a roztrhl se na tři stejně hmotné části. Jeden úlomek, pohybující se svisle dolů, dopadl na zem za dobu $T_1$ od okamžiku exploze, další dva úlomky dopadly na zem současně za dobu $T_2$ ($T_2 > T_1$) od okamžiku exploze. Budeme uvažovat, že všechny úlomky po explozi se začaly pohybovat stejně velkými počátečními rychlostmi, tj. že $|\boldsymbol{v}_{01}| = |\boldsymbol{v}_{02}| = |\boldsymbol{v}_{03}| = v_0$ (obr. 1). Odpor vzduchu zanedbáváme.

a) Určete výšku $H$, ve které došlo k explozi.

b) Určete velikosti rychlostí, s jakými se úlomky rozpadly.

c) Určete velikosti rychlostí, s jakými úlomky dopadly na zem.

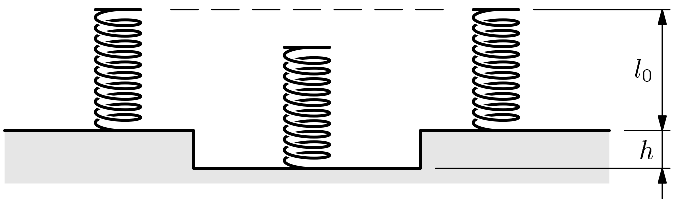
d) Dokažte, že se všechny úlomky v časovém intervalu $(0; T_1\rangle$ nacházejí na kružnici. Popište pohyb středu této kružnice.




Obr. 1

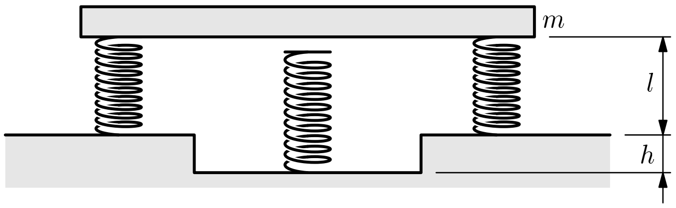
**2. Pružiny**

Na obr. 2 jsou znázorněny tři stejné tlačné pružiny o tuhosti $k$. Délka pružin v nezatíženém stavu je $l_0 = 0{,}35$ m, délka úplně stlačených pružin je $l_{\min} = 0{,}20$ m.




Obr. 2

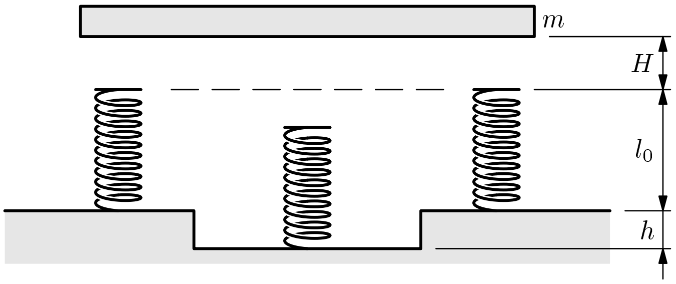
a) Na tyto pružiny položíme blok o hmotnosti $m$ (obr. 3) a soustavu necháme ustálit. Určete podmínku pro $h$, aby po položení bloku byly zatíženy pouze dvě krajní pružiny.




Obr. 3

b) Na pružiny z úlohy a) o tuhosti $k = 1{,}0 \cdot 10^3\ \mathrm{N \cdot m^{-1}}$ položíme blok o hmotnosti $m = 10$ kg a necháme ustálit. Budeme uvažovat $h = 3{,}0$ cm. Určete zkrácení $\Delta l_1$ krajních pružin po dosažení ustáleného stavu.

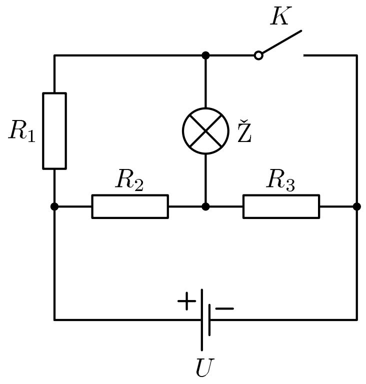
c) Na pružiny z úlohy b) necháme dopadnout blok o hmotnosti $m = 10$ kg z výšky $H = 0{,}10$ m nad horními konci krajních pružin. Určete zkrácení $\Delta l_2$ krajních pružin v okamžiku, kdy blok dosáhne nejnižší polohy.




Obr. 4

### 3. Elektrický obvod se žárovkou

Na obr. 5 je znázorněn elektrický obvod obsahující žárovku o odporu $R$. Velikosti odporů rezistorů na obr. 5 jsou $R_1 = R_3 = 90\ \Omega$, $R_2 = 180\ \Omega$, napětí zdroje $U = 54$ V, vnitřní odpor zdroje je zanedbatelný.




Obr. 5

a) Vyjádřete napětí na žárovce $U_S$ při zapnutém klíči jako funkci odporu $R$ žárovky.

b) Vyjádřete napětí na žárovce $U'_S$ při vypnutém klíči jako funkci odporu $R$ žárovky.

c) Určete hodnotu elektrického odporu žárovky a napětí na žárovce, jestliže se napětí na žárovce při zapnutém nebo vypnutém klíči $K$ nezmění.

Úlohy a), b) řešte nejprve obecně, potom pro dané hodnoty, úlohu c) řešte pouze pro zadané hodnoty.

**4. Peltonova turbína**

Potrubí, které přivádí vodu k Peltonově turbíně z nádrže, jejíž hladina je ve výšce 300 m, je zakončeno tryskou o průměru 70 mm. Ztráty způsobené třením v kapalině započítejte pomocí ztrátového koeficientu $k = 0{,}94$, takže efektivní výška hladiny je $h_\mathrm{e} = kh$.

a) Určete velikost $v$ rychlosti vody vystupující z trysky a její objemový průtok $Q_V$.

b) Alternátor poháněný turbínou je konstruován pro synchronní otáčení s frekvencí 10 Hz. V jaké vzdálenosti od osy musejí obíhat středy lopatek turbíny, aby turbína pracovala s maximální účinností?

c) Jaký je výkon turboalternátoru, je-li jeho účinnost 80 %?

Předpokládáme, že lopatky obracejí směr toku ideálně o 180° a jejich počet je dostatečný, aby bylo možno považovat účinek proudu za spojitý. Počítejte s hustotou vody $\varrho = 1\,000\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}$.