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

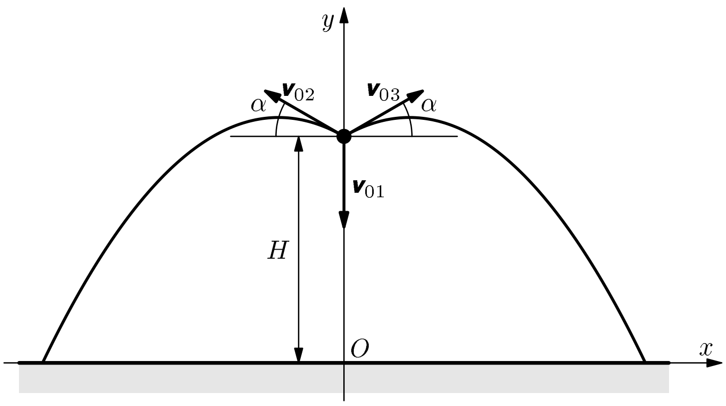
Náboj vystřelený svisle vzhůru explodoval v okamžiku dosažení nejvyššího bodu trajektorie ve výšce H nad zemí a roztrhl se na tři stejně hmotné části. Jeden úlomek, pohybující se svisle dolů, dopadl na zem za dobu T_1 od okamžiku exploze, další dva úlomky dopadly na zem současně za dobu T_2 ($T_2 > T_1$) 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.

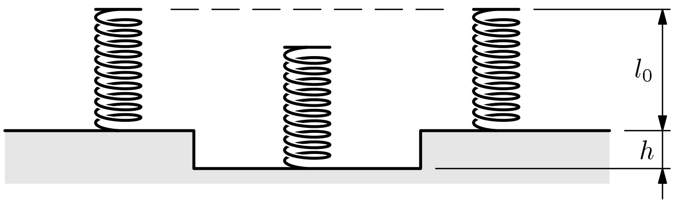
d) Dokažte, že se všechny úlomky v časovém intervalu $(0; T_1\rangle$ nacházejí na kružnici. Popište pohyb středu této kružnice.



Obr. 1

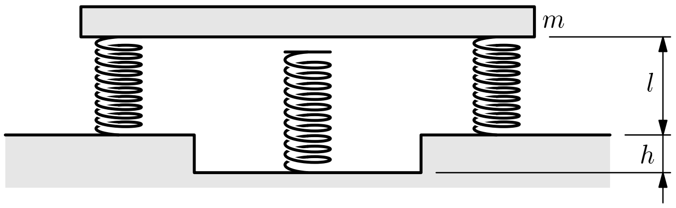
2. Pružiny

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

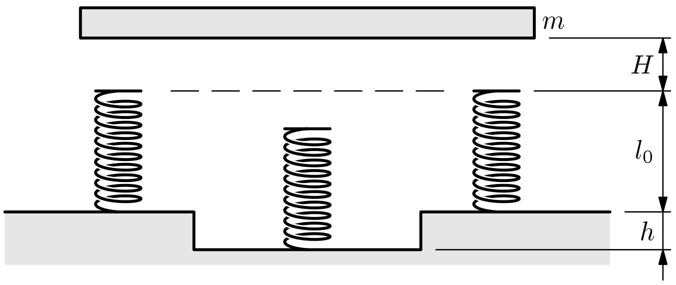
a) Na tyto pružiny položíme blok o hmotnosti m (obr. 3) a soustavu necháme ustálit. Určete podmínku pro h, aby po položení bloku byly zatíženy pouze dvě krajní pružiny.



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 Δl_1 krajních pružin po dosažení ustáleného stavu.

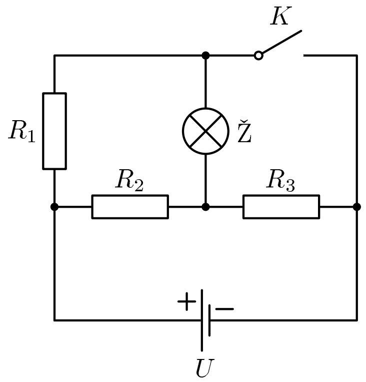
c) Na pružiny z úlohy b) necháme dopadnout blok o hmotnosti $m = 10$ kg z výšky $H = 0{,}10$ m nad horními konci krajních pružin. Určete zkrácení Δl_2 krajních pružin v okamžiku, kdy blok dosáhne nejnižší polohy.



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 $\varrho = 1\,000\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}$.