



Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky
**Úlohy regionálního kola 46. ročníku FO
kategorie C**

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

1. Vlak jede do zatáčky

Elektrická vlaková souprava vjela rychlostí 90 km/h do zatáčky o poloměru 800 m a vyjela z ní ve směru kolmém ke směru původnímu rychlostí 45 km/h. Předpokládejme, že koná pohyb rovnoměrně zpomalený

- Určete tečné i normálové zrychlení na začátku a na konci zatáčky.
- Určete rychlost soupravy a tečné i normálové zrychlení uprostřed zatáčky.

2. Střelba na krychle

Na hladké vodorovné podložce se nacházejí ve vzájemné vzdálenosti d dvě stejné malé krychle, každá o hmotnosti M . Ve vodorovném směru letí střela o hmotnosti m rychlostí o velikosti v_0 . Střela prolétne středem první krychle, opustí ji rychlostí o velikosti $v_0/2$ a vletne do druhé krychle, v níž uvázne.

- Určete čas vzájemné srážky obou krychlí měřený od okamžiku srážky střely s první krychlí.
- Určete dráhu uraženou první krychlí do okamžiku srážky s druhou krychlí.

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $M = 240 \text{ g}$, $m = 12 \text{ g}$, $v_0 = 150 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $d = 0,80 \text{ m}$. Předpokládejte, že střela a obě krychle se pohybují v tomtéž směru. Dobu průchodu střely první krychlí a dobu pohybu střely v druhé krychlí zanedbejte.

3. Mechanický oscilátor

Těleso o hmotnosti m kmitá zavěšené na pružině zanedbatelné hmotnosti. Dráhu z rovnovážné do krajní polohy urazí za čas t_0 .

- a) Určete tuhost k pružiny.

Oscilátor chceme rozkmitat tak, aby celková energie kmitání měla danou hodnotu E_{km} .

- b) Určete, jakou bude mít v takovém případě amplitudu výchylky y_m , amplitudu rychlosti v_m a amplitudu zrychlení a_m .
- c) Určete okamžitou rychlost tělesa v okamžiku, kdy okamžitá výchylka je rovna polovině amplitudy.
- d) Určete okamžitou výchylku a okamžitou rychlost tělesa v okamžiku, kdy potenciální energie a kinetická energie oscilátoru jsou si rovny. Potenciální energii při průchodu tělesa rovnovážnou polohou považujte za nulovou.

Řešte obecně, potom pro hodnoty $m = 1,00 \text{ kg}$, $t_0 = 0,35 \text{ s}$, $E_{\text{km}} = 90 \text{ mJ}$.

4. Kruhový děj

Ideální plyn s dvouatomovými molekulami, který při tlaku p_1 a termodynamické teplotě T_1 zaujímal objem V_1 , prošel následujícím kruhovým dějem: Izochorickým zahřátím a po něm následující adiabatickou expanzí zvětšil objem plynu na $V_3 = 3V_1$ a nakonec se izobarickým ochlazením vrátil do výchozího stavu.

- a) Určete tlak a teplotu plynu na konci izochorického ohřátí a teplotu na konci adiabatické expanze.
- b) Znázorněte popsany kruhový děj pomocí p - V diagramu.
- c) Určete celkovou práci plynu během jednoho cyklu a účinnost kruhového děje.

Řešte obecně a pak pro hodnoty: $p_1 = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_1 = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_1 = 300 \text{ K}$.

Pro plyn s dvouatomovými molekulami platí $C_V = \frac{5}{2}R$, $\kappa = \frac{7}{5}$.