Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 46. ročníku FO kategorie C

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

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

a) Určete tečné i normálové zrychlení na začátku a na konci zatáčky.

b) 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 vlétne do druhé krychle, v níž uvázne.

a) Určete čas vzájemné srážky obou krychlí měřený od okamžiku srážky střely s první krychlí.

b) Určete dráhu uraženou první krychlí do okamžiku srážky s druhou krychlí.

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $M = 240$ g, $m = 12$ g, $v_0 = 150\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, $d = 0{,}80$ m. Předpokládejte, že střela a obě krychle se pohybují v tomtéž směru. Dobu průchodu střely první krychlí a dobu pohybu střely v druhé krychli 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 $m = 1{,}00$ kg, $t_0 = 0{,}35$ s, $E_{\mathrm{km}} = 90$ 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 popsaný kruhový děj pomocí p-V diagramu.

c) Určete celkovou práci plynu během jednoho cyklu a účinnost kruhového děje.

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

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