Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky
Nám. Svobody, 501 91 Hradec Králové

Úlohy regionálního kola 37. ročníku FO kategorie C

1. a) Umělá družice Země obíhá nad rovníkem ve směru zemské rotace po kruhové trajektorii, ze které je možno vidět najednou 5% zemského povrchu. Stanovte parametry jejího pohybu (tj. rychlost družice, výšku nad povrchem Země a dobu oběhu).

b) Určete dobu, po kterou je možné pozorovat z družice určitý bod na rovníku.

Zemi považujte za homogenní kouli o poloměru $R_\mathrm{Z} = 6{,}371 \cdot 10^3$ km a hmotnosti $M_\mathrm{Z} = 5{,}98 \cdot 10^{24}$ kg, která se otáčí s periodou $T_0 = 86\,164$ s. Gravitační konstanta $\varkappa = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ N·m^2·kg^{-2}. Obsah kulového vrchlíku o výšce x na kouli o poloměru r je $P = 2\pi r x$ (obr. C.1).

2. Ideální plyn s jednoatomovými molekulami se adiabaticky rozpíná z počátečního objemu V_0 na konečný objem $4V_0$. Počáteční tlak plynu je p_0, počáteční teplota T_0.

a) Určete konečný tlak p a konečnou teplotu T plynu.

b) Určete práci W' vykonanou plynem během adiabatické expanze.

c) Vypočtěte konečný tlak p_1 v případě, že plyn zvětší objem z V_0 na $4V_0$ izotermicky, a naznačte oba děje do jednoho diagramu p, V.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $p_0 = 6{,}00 \cdot 10^5$ Pa, $V_0 = 1{,}00 \cdot 10^{-3}$ m^3, $T_0 = 600$ K, $\varkappa = \frac{5}{3}$. Vnitřní energie ideálního plynu s jednoatomovými molekulami je dána vztahem $U = \frac{3}{2}NkT$.

3. Zavěsíme-li na pružinu těleso o hmotnosti m, prodlouží se pružina o délku y_0.

a) Určete tuhost pružiny.

b) Určete prodloužení pružiny, zavěsíme-li na ni těleso o hmotnosti m_1.

c) Vypočtěte úhlovou frekvenci, s jakou bude kmitat na pružině těleso o hmotnosti m_2.

d) Vypočtěte, s jakou úhlovou frekvenci bude kmitat těleso o hmotnosti m_2 na pružině, která vznikne z předešlé tak, že z ní jednu polovinu oddělíme.

e) Určete tuhost pružiny, která vznikne tak, že původní pružinu rozdělíme na polovinu a obě části zavěsíme vedle sebe na jeden háček. Hmotnost pružiny zanedbejte.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $m = 2{,}00$ kg, $m_1 = 3{,}00$ kg, $m_2 = 4{,}00$ kg, $y_0 = 6{,}00 \cdot 10^{-2}$ m.

4. Dvě tělesa o stejných hmotnostech m jsou zavěšena na vlákně o zanedbatelné hmotnosti vedeném přes pevnou kladku o hmotnosti m_1 a poloměru r. Obě tělesa jsou v klidu ve stejné výšce h nad podložkou (obr. C2). Na pravé těleso položíme přívažek o hmotnosti m_2.

a) Určete zrychlení soustavy těles.

b) Vypočtěte tahové síly ve vlákně.

c) Vypočtěte dobu, za kterou se dolní část pravého tělesa dotkne podložky.

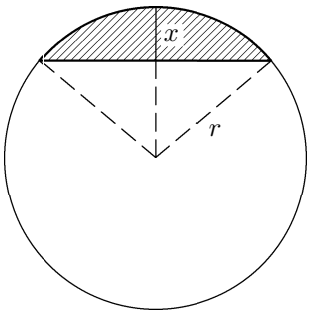
d) Určete rychlost, kterou má pravé těleso při dopadu na podložku.

e) Vypočtěte kinetickou energii kladky v okamžiku dotyku pravého tělesa a podložky.

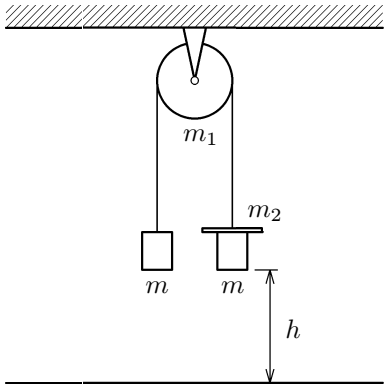
Řešte obecně, potom pro hodnoty: $m = 2{,}00\ \mathrm{kg}$, $m_1 = 1{,}00\ \mathrm{kg}$, $m_2 = 0{,}200\ \mathrm{kg}$, $g = 9{,}81\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$, $r = 5{,}00 \cdot 10^{-2}\ \mathrm{m}$, $h = 1{,}00\ \mathrm{m}$.

Poznámka: Kladku považujte za homogenní válec s momentem setrvačnosti

$$J = \frac{1}{2} m_1 r^2 .$$



Obr. C1



Obr. C2