



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky
Úlohy krajského kola 65. ročníku FO
kategorie C

1. Dvě spojené nádoby s plyny

Tepelně izolovaná nádoba o objemu V je tenkou trubicí s uzavřeným kohoutem spojena s druhou, tepelně izolovanou nádobou o objemu $2V$. V první nádobě jsou $n_1 = 2$ moly hélia o teplotě $T_1 = 400$ K, ve druhé nádobě jsou $n_2 = 3$ moly argonu o teplotě $T_2 = 300$ K. Po otevření kohoutu se tlak plynu v nádobách ustálí na hodnotě $p = 5,4$ kPa.

- Jaká bude teplota T v nádobách po otevření kohoutu?
- Jaký objem V má menší nádoba?
- Jaké tlaky p_1 a p_2 byly v nádobách před otevřením kohoutu?

Objem spojovací trubice je zanedbatelný. Vnitřní energii ideálního plynu s jednoatomovými molekulami určíme ze vztahu $U = \frac{3}{2}nRT$, kde $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ je molární plynová konstanta.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty.

2. Průlet sítí

Ochoz vysoké věže je ve výšce h_0 nad zemí, v poloviční výšce je po obvodu věže vypnuta vodorovná síť, která slouží k zachycení úlomků poškozené fasády v horní části věže. Uvolníme-li na ochozu těžkou kouli o hmotnosti m , síť se protrhne, přičemž doba letu nad sítí je dvakrát větší než doba letu pod sítí. Doba kontaktu koule se sítí považujte za zanedbatelnou.

- Určete poměr $k = \frac{T}{T_0}$ celkové doby T letu koule v popsané situaci a doby T_0 volného pádu koule z téže výšky bez průchodu sítí.
- Určete práci W nutnou k protržení sítě.
- Určete velikost v_d rychlosti dopadu koule na zem.

3. Železniční kolejnice

V počátcích železniční dopravy se připevňovaly kolejnice tak, aby se zabránilo jejich vybočení za letních veder. Ocelové kolejnice délky $l = 20$ m byly kladeny při teplotě $t = 15$ °C a počítalo se s extrémními venkovními teplotami od $t_1 = -30$ °C do $t_2 = 50$ °C. Teplotní součinitel délkové roztažnosti oceli je $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, modul pružnosti v tahu oceli je $E = 210$ GPa.

- Jaká mezera se mezi nimi musela nechávat, aby se sousední kolejnice při změně teploty z t na t_2 začaly dotýkat právě při teplotě t_2 ?

- b) Jaká mezera byla mezi kolejnicemi při největších mrazech, jestliže byla při teplotě t mezi kolejnicemi mezera stanovená v řešení části a) této úlohy?
- c) Jaká byla celková délka mezer za výše uvedených podmínek při teplotě $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ na trati Praha – Česká Třebová délky 164 km?

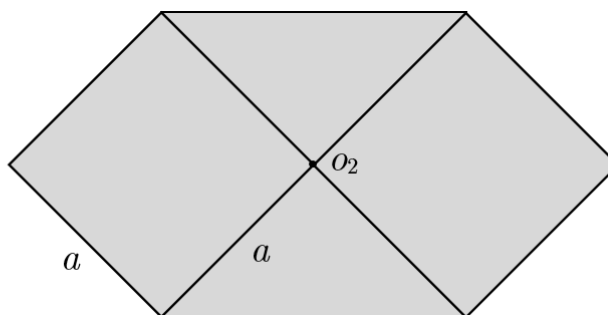
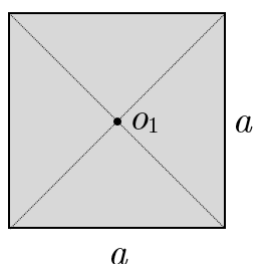
V současné době se již mezi železničními kolejnicemi nenechávají dilatační mezery, kolejnice se svařují při teplotě $t = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ (klade to však zvýšené nároky na upevnění kolejnic do pražců a na zakotvení pražců samotných).

- d) Jaké mechanické napětí bude v kolejnicích při teplotě $t_2 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ a jaké při teplotě $t_1 = -30 \text{ }^\circ\text{C}$?

Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty.

4. Rotace desek

Čtvercová deska (obr. 1 vlevo) o hmotnosti m a s délkou hrany a má vzhledem k ose o_1 procházející těžištěm a kolmé k desce moment setrvačnosti $J_1 = \frac{1}{6}ma^2$.



Obr. 1

- a) Určete kinetickou energii rotačního pohybu čtvercové desky vzhledem k ose o_1 , jestliže obvodová rychlost vrcholů desky při otáčení je v .
- b) Nyní máme ze stejného materiálu a stejné tloušťky desku tvaru podle obrázku 1 vpravo. Určete moment setrvačnosti J_2 této desky vzhledem k ose o_2 procházející jejím těžištěm a kolmé k desce.
- c) Určete poměr period $\frac{T_1}{T_2}$ otáčení první a druhé desky, jestliže obě desky mají stejnou kinetickou energii rotačního pohybu.