



Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky
Úlohy regionálního kola 41. ročníku FO
kategorie C

1. Vlaková souprava je tvořena několika vagony o délce $l = 22,0$ m a lokomotivou. Pozorovatel se postavil na nástupiště k přednímu konci lokomotivy a sledoval s digitálními stopkami rozjezd vlaku. Zjistil, že předposlední vagon okolo něj přešel za dobu $t_1 = 2,383$ s a poslední za dobu $t_2 = 2,146$ s. Za předpokladu, že se jednalo o rovnoměrně zrychlený pohyb, určete zrychlení vlaku a celkový počet vagonů.
2. Při teplotě t_1 má měděná válcová tyč délku l_1 a zinková válcová tyč má nepatrně větší délku l_2 . Poloměry obou tyčí jsou stejné.
 - a) Mohou mít tyče při některé teplotě $t \neq t_1$ stejnou délku?
 - b) Delší tyč zkrátíme, aby při teplotě t_1 měly obě tyče stejnou délku $l = l_1$. Pak obě tyče zasadíme vedle sebe těsně mezi dvě dokonale tuhé nehybné zarážky, jejichž roviny jsou kolmé k osám tyčí (obr. 1a), a tyče zahřejeme na teplotu $t_2 > t_1$. Určete poměr sil, kterými budou tyče působit na zarážky.
 - c) Nakonec tyče při teplotě t_1 složíme k sobě tak, že budou tvořit jednu válcovou tyč o délce $2l$, kterou opět vsadíme mezi dokonale tuhé nehybné zarážky (obr. 1.b). Jak se změní poloha spoje, zahřejeme-li ji opět na teplotu $t_2 > t_1$?

Řešte obecně, potom pro hodnoty:

$$l = l_1 = 200 \text{ mm}, \quad l_2 = 201 \text{ mm}, \quad t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}, \quad t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}.$$

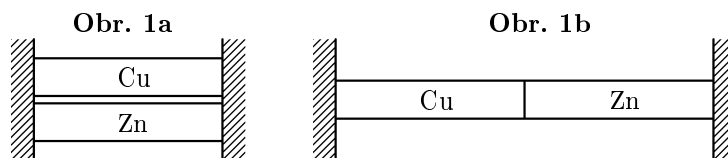
Závislost délky tyčí na teplotě považujte za lineární, teplotní součinitele délkové roztažnosti pro vztahnou teplotu t_1 jsou

$$\alpha_1 = 16,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ (pro měď)}, \quad \alpha_2 = 26,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ (pro zinek)}.$$

Moduly pružnosti v tahu

$$E_1 = 12,3 \cdot 10^{10} \text{ Pa (pro měď)} \text{ a } E_2 = 9,0 \cdot 10^{10} \text{ Pa (pro zinek)}$$

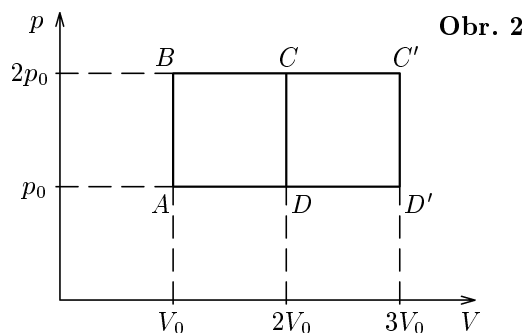
považujte v rozsahu uvažovaných teplot za konstantní.



3. Dva tepelné stroje pracují v cyklech $ABCD A$ a $ABC'D'A$. podle obr. 2. V obou strojích je pracovní látkou plyn s jednoatomovými molekulami o stejném látkovém množství n .

- Určete práci W_1 vykonanou v jednom cyklu v prvním stroji a práci W_2 vykonanou v jednom cyklu v druhém stroji.
- Určete teplo Q_1 přijaté v jednom cyklu v prvním stroji a teplo Q_2 přijaté plynem v jednom cyklu v druhém stroji.
- Který z obou strojů má větší účinnost?

Molární tepelná kapacita ideálního plynu s jednoatomovými molekulami za stálého objemu je $C_V = 3R_m/2$, za stálého tlaku $C_p = 5R_m/2$.



- Těleso leží na vodorovné desce, která koná harmonický kmitavý pohyb ve vodorovném směru s frekvencí f_0 . Součinitel statického smykového tření mezi tělesem a deskou je μ_0 . Určete maximální amplitudu x_m kmitavého pohybu desky, aby těleso po desce neklouzalo.
 - Deska kmitá harmonicky ve svislém směru s amplitudou y_m . Určete maximální frekvenci f kmitavého pohybu desky, při níž těleso trvale leží na desce.

Řešte obecně, potom pro hodnoty:

$$f_0 = 2,0 \text{ Hz}, \quad \mu_0 = 0,50, \quad y_m = 0,050 \text{ m}, \quad g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}.$$