

Úlohy 1. kola 36. ročníku fyzikální olympiády

Kategorie C

1. Od rychlíku jedoucího po přímé vodorovné trati stálou rychlostí o velikosti v_0 se odpojil poslední vagon a po projetí dráhy l se zastavil. Hmotnost celého vlaku je m , hmotnost odpojeného vagonu m_1 . V jaké vzdálenosti od čela odpojeného vagonu byl konec zbylého vlaku v okamžiku, kdy se vagon zastavil? Předpokládáme, že tažná síla lokomotivy se nezměnila a že tření je přímo úměrné hmotnosti pohybující se části vlaku a nezávisí na rychlosti.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $m = 2,00 \cdot 10^5 \text{ kg}$, $m_1 = 2,00 \cdot 10^4 \text{ kg}$, $l = 2,00 \cdot 10^2 \text{ m}$.

2. Tuhá vodorovná tyč délky l stálého průřezu o hmotnosti m je zavěšena na dvou svislých drátech - ocelovém a měděném. Oba dráty měly v nezátíženém stavu stejnou délku l_1 a stejný obsah průřezu S . Měděný drát je připevněn k jednomu konci tyče, ocelový v takové vzdálenosti x od tohoto konce tyče, že oba dráty jsou protaženy o stejnou délku.

(a) Určete tahové síly v obou drátech.

(b) Vypočtete vzdálenost x .

(c) Určete prodloužení obou drátů.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $l = 1,20 \text{ m}$, $l_1 = 1,00 \text{ m}$, $m = 60,0 \text{ kg}$, $E_{oc} = 2,19 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$, $E_{Cu} = 1,20 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$, $S = 1,00 \text{ mm}^2$.

3. Váleček z homogenní látky o objemu V je zavěšen na jednom konci dvojzvrtné páky délky l a je podložen nádobou s vodou o hustotě ρ_V tak, že je celý ponořen. Páka je tenká tyč konstantního průřezu a má hmotnost m_1 . Je podepřena ve vzdálenosti $l_1 > \frac{l}{2}$ od závěsu válečku. Rovnováha je udržována závažím o hmotnosti m zavěšeným na druhém konci páky (obr. C1). Posuneme-li podpěru o délku $a < l_1 - \frac{l}{2}$, obnoví se rovnováha, jestliže nádobu snížíme tak, že se polovina válečku vynoří z vody.

(a) Určete hustotu materiálu válečku.

(b) Určete hmotnost závaží.

Řešte obecně, potom pro hodnoty:

$V = 1,00 \text{ dm}^3$, $l = 1,00 \text{ m}$, $l_1 = 0,600 \text{ m}$, $a = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, $\rho_V = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, $m_1 = 0,500 \text{ kg}$.

4. Mezi dvěma olovenými koulemi dojde k přímému středovému dokonale nepružnému rázu. Koule se pohybují proti sobě stejně velkými rychlostmi a mají stejnou teplotu t . Poměr jejich hmotností je $m_1/m_2 = k$. Při rázu vznikne jediné těleso, jehož n -tá část roztaje. Určete velikost rychlostí koulí před srážkou. Při rázu neuvažujte ztráty tepla do okolí.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $k = 2$, $t = 18,0\text{ }^\circ\text{C}$, $n = 1/3$.

Materiálové konstanty olova jsou: teplota tání $t_t = 327,3\text{ }^\circ\text{C}$,

měrná tepelná kapacita $c = 129\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,

měrné skupenské teplo tání $l_t = 2,48 \cdot 10^4\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.

5. V nádobě s pohyblivým pístem je n molů ideálního plynu s jednoatomovými molekulami. Nádoba je v tepelném styku s okolím. Plyn přijme při konstantním tlaku p_1 teplo Q , jeho teplota se přitom změní z t_1 na t_2 a objem se změní z V_1 na V_2 .

(a) Znázorněte děj do pV diagramu.

(b) Určete práci vykonanou plynem při přechodu z počátečního do konečného stavu.

(c) Vypočtěte změnu vnitřní energie při tomto ději.

(d) Určete teplotu t_2 a poměr objemů V_2/V_1 .

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $n = 1,0\text{ mol}$, $t_1 = 27\text{ }^\circ\text{C}$, $Q = 3,0\text{ kJ}$;

$c_p = \frac{5R_m}{2M_m}$ je měrná tepelná kapacita ideálního plynu s jednoatomovými molekulami za stálého tlaku.

6. Praktická úloha: Stanovení doby kmitu fyzického kyvadla

Pomůcky: Lehká kovová tyč s otvory v různých vzdálenostech od středu např. ze soupravy pro mechaniku), stopky, stojan s tenkou osičkou.

Úkol:

(a) Určete teoreticky dobu kmitu fyzického kyvadla tvořeného tenkou tyčí, jehož osa je ve vzdálenosti d od těžiště.

(b) Určete experimentálně závislost doby kmitu T kyvadla tvořeného tenkou tyčí na vzdálenosti d těžiště od osy otáčení. Graf funkce analyzujte.

(c) Pro určitou vzdálenost d_1 určete vzdálenost $d_2 \neq d_1$, pro kterou je doba kmitu stejná. Určete teoreticky součet $d_1 + d_2$ jako funkci doby kmitu T a výsledek ověřte pro některé hodnoty získané z grafu.

7.

Mosazná tyč konstantního průřezu zavěšená na konci a otáčivá okolo vodorovné osy tvoří fyzické kyvadlo, které je v naší zeměpisné šířce při teplotě t_1 sekundovým kyvadlem.

- Určete dobu kyvu tohoto kyvadla při teplotě t_1 na pólech a na rovníku.
- Určete, o kolik procent musí být tyč delší, příp. kratší, aby byla při teplotě t_1 sekundovým kyvadlem: 1) na pólu, 2) na rovníku.
- Určete dobu kyvu tohoto kyvadla v naší zeměpisné šířce, vzroste-li teplota okolí na teplotu t_2 .
- Vypočtete, o kolik sekund denně by se opožďovaly hodiny řízené tímto kyvadlem v naší zeměpisné šířce při teplotě t_2 .

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $t_1 = 10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_2 = 25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$,
teplotní součinitel délkové roztažnosti mosazi je $\alpha_m = 1,90 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$.

C1

