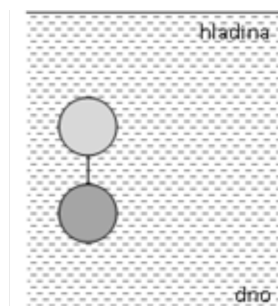




Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky
Úlohy krajského kola 67. ročníku FO
kategorie C

1. Dvě spojená ponořená tělesa

Budeme zkoumat chování dvou těles spojených nití pod hladinou vody. Hustota vody je $\rho = 1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, hustota dřeva ve všech případech $\rho_1 = 0,60 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, tíhové zrychlení $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Každé těleso je homogenní a bez dutin.



Obr. 1

- Dvě koule stejného objemu jsou spojené nití a vznášejí se v pozici podle obr. 1. Jedna koule je dřevěná. Určete hustotu ρ_2 druhé koule. Výsledek vyjádřete obecně i číselně.
- Určete v úloze a) velikost F síly napínající nit v případě, že hmotnost dřevěné koule je $m_1 = 48 \text{ g}$. Výsledek vyjádřete obecně i číselně.
- Dřevěnou a olověnou kouli spojené krátkou nití udržujeme mezi hladinou a dnem. Dřevěná koule má třikrát větší poloměr než koule olověná. Hustota olova je $\rho_3 = 11,30 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Proveďte potřebné výpočty a rozhodněte, jakou konečnou polohu zaujme soustava koulí po uvolnění.
- Na dně leží železný válec o poloměru $r_v = 1,5 \text{ cm}$ a výšce $h = 2,4 \text{ cm}$. Hustota železa je $\rho_4 = 7,80 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Jakou podmínku musí splňovat poloměr r_k ponořené dřevěné koule, aby po spojení s válcem nití soustava vystoupala k hladině? Výsledek vyjádřete obecně i číselně.

2. Pohyb vlaku

Vlak o hmotnosti m jel rovnoměrně přímočaře po vodorovném úseku trati rychlostí v . Od vlaku se odpojil poslední vagón o hmotnosti m_1 . Tahová síla lokomotivy F se nezměnila. Odpor proti pohybu F_o je úměrný tíze tělesa G ($F_o = kG$, kde k je konstanta) a nezávisí na rychlosti.

- Jakým pohybem se bude pohybovat odpojený vagón a jakým pohybem kratší vlak?
- Jaká odporová síla působí na odpojený vagón?
- Jaká výsledná síla působí na kratší vlak?
- S jakým zrychlením se pohybuje odpojený vagón?
- Jakou dráhu urazí odpojený vagón do zastavení?
- S jakým zrychlením se pohybuje kratší vlak?
- Jakou dráhu urazí kratší vlak za dobu, než se odpojený vagón zastaví?

Úlohy b) – g) řešte obecně, výsledek vyjádřete pomocí hodnot m, m_1, F, v .

3. Výtok dvěma otvory

Nádrž na vodu má výšku $5h$. Ve stěně nádrže jsou nad sebou dva výtokové otvory, první ve výšce h nade dnem nádrže a s obsahem příčného řezu S , druhý ve výšce $2h$ nade dnem nádrže a s obsahem příčného řezu $\frac{3}{2}S$.

- Přítok do nádrže je nastaven tak, že hladina vody v nádrži zůstává ve výšce $H_0 = \frac{5}{2}h$. Rozhodněte, zda nádrž bude po dostatečně dlouhé době přetékat, jestliže právě jeden z výtokových otvorů uzavřeme. Řešte pro obě možnosti.
- Přítok do nádrže je nastaven tak, že oba proudy dopadají na vodorovnou plochu v úrovni dna do stejného místa. Určete výšku H' hladiny nade dnem nádrže a vzdálenost d společného místa dopadu obou proudů od stěny nádrže. Vodu považujte za ideální kapalinu, jejíž výtoková rychlost otvorem ve stěně v hloubce l pod hladinou je dána vztahem $v = \sqrt{2gl}$.

4. Kruhový děj s ideálním plynem

Ideální dvouatomový plyn o látkovém množství n má počáteční tlak p_1 , objem V_1 a teplotu T_1 . Plyn projde následujícím kruhovým dějem – nejdříve se jeho tlak izochoricky zvýší na hodnotu $p_2 = \frac{3}{2}p_1$, potom se plyn izotermicky rozpíná na hodnotu objemu $V_3 = 3V_1$, třetí děj je izobarická komprese na objem $V_4 = \frac{2}{3}V_3$, čtvrtým dějem se plyn izotermicky vrátí do původního stavu.

- Vyjádřete teplotu, tlak a objem plynu ve druhém, třetím a čtvrtém stavu kruhového děje pomocí počátečních hodnot tlaku p_1 , objemu V_1 a teploty T_1 .
- Celý kruhový děj načrtněte do pV diagramu.
- Práci, kterou ideální plyn vykoná při izotermickém ději, vypočteme ze vztahu $W' = nRT \ln \frac{V_m}{V_k}$, kde $m > k$. Vypočtěte obecně práci vykonanou ideálním plynem během jednoho cyklu (vyjádřete pomocí konstanty R , látkového množství n a počáteční teploty T_1).
- Určete, u kterých dějů plyn přijímá teplo, a vyjádřete obecně celkové přijaté teplo (opět pomocí konstanty R , látkového množství n a počáteční teploty T_1). Molární tepelná kapacita ideálního dvouatomového plynu za stálého objemu je $C_V = \frac{5}{2}R$ a za stálého tlaku $C_p = \frac{7}{2}R$.
- Vypočtěte číselně účinnost tohoto kruhového děje.