



Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky
Úlohy regionálního kola 42. ročníku FO
kategorie B

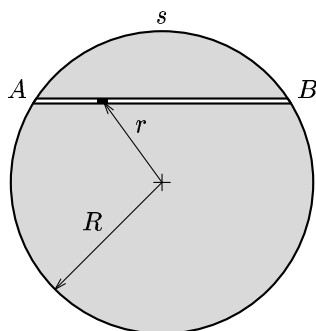
1. Dvě výzkumná střediska A , B na Měsíci, jejichž povrchová vzdálenost je s , má spojit podzemní rychlodráha vybudovaná v přímém tunelu (obr. 1). Pohon rychlodráhy obstará gravitační síla Měsíce, která vlak v první polovině tunelu urychlí a v druhé polovině zbrzdí až do zastavení. Vlak se pohybuje ve vakuu na magnetickém polštáři, takže odporové síly můžeme zanedbat.

Měsíc považujte za homogenní kouli o poloměru $R = 1,74 \cdot 10^6$ m, jeho rotaci zanedbejte. Gravitační zrychlení na povrchu Měsíce má velikost $g = 1,62 \text{ ms}^{-2}$, uvnitř tunelu je menší. Ve vzdálenosti r od středu Měsíce působí na těleso o hmotnosti m gravitační síla, která směřuje do středu a má velikost

$$F_g = mg \frac{r}{R}. \quad (1)$$

- Dokažte, že pohyb vlaku bude harmonický a určete dobu jízdy ze stanice A do stanice B .
- Určete počáteční zrychlení vlaku a rychlost, kterou bude mít uprostřed tunelu.
- Jak se bude měnit tíha pasažéra během jízdy?

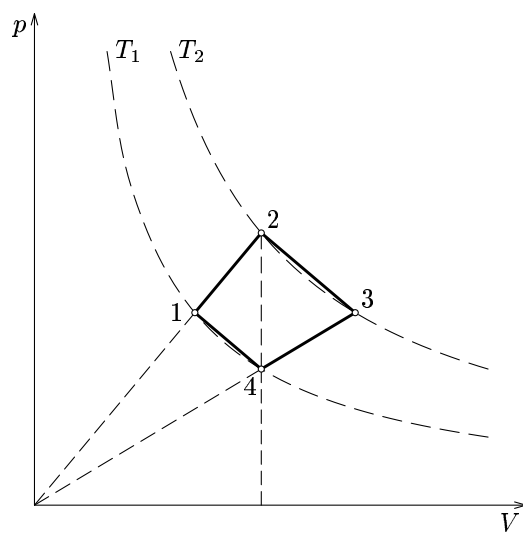
Řešte obecně a pak číselně pro hodnotu $s = 2000$ km.



Obr. 1

2. Na obr. 2 je p - V diagram teoretického kruhového děje 12341, jehož pracovní látkou je ideální plyn o látkovém množství n . Jednotlivé úseky děje jsou zobrazeny úsečkami. Body 1 a 4, resp. 2 a 3 leží na izotermách pro teploty T_1 a T_2 . Dále platí $V_2 = V_4$.
- Vyjádřete objemy V_1 a V_3 pomocí teplot T_1 , T_2 a objemu V_2 .
 - Pro každý úsek kruhového děje určete vykonanou nebo spotřebovanou práci.
 - Určete celkovou práci kruhového děje.

Řešte obecně a pro hodnoty $T_1 = 300\text{ K}$, $T_2 = 450\text{ K}$, $n = 2\text{ moly}$.

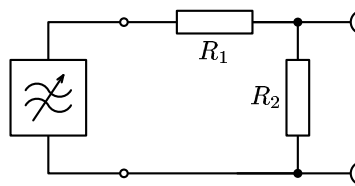


Obr. 2

3. Dvě malé kuličky o hmotnosti m zavěsíme ve vakuu v tomtéž bodě Z pomocí dvou nevodivých nepružných nití délky l . Třetí nití stejné délky kuličky spojíme. Kuličky nabijeme stejnými kladnými náboji o velikosti Q .

- Jak velké musí být náboje, aby třetí nit byla napnutá? Jak velká síla ji bude napínat při určité velikosti nábojů Q ?
- Bod upevnění Z uvedeme do zrychleného pohybu svisle dolů a velikost zrychlení a budeme postupně zvětšovat. Načrtněte graf závislosti velikosti síly napínající třetí nit na velikosti zrychlení.

4. Nezátížený tónový generátor má svorkové napětí $U_0 = 10,0$ V a lineární zatěžovací charakteristiku. (S rostoucím proudem jeho svorkové napětí lineárně klesá.) Odebíráme-li proud $1,00$ mA, poklesne svorkové napětí na $7,0$ V. (Počítáme s efektivními hodnotami napětí a proudu.)



Obr. 3

- Určete vnitřní odpor generátoru.
- Ke generátoru připojíme odporový dělič tvořený dvěma rezistory o odporech R_1 a R_2 (obr. 3). Dokažte, že takto upravený zdroj bude mít opět lineární zatěžovací charakteristiku.
- Určete odpory R_1 a R_2 tak, aby upravený zdroj měl napětí naprázdno $U'_0 = 100$ mV a vnitřní odpor $R'_i = 75$ Ω .