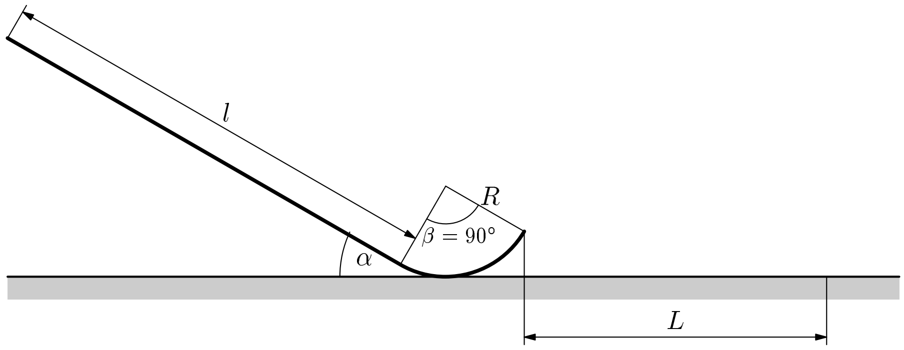
Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 43. ročníku FO kategorie B

1. Malá kulička se skutálela po dráze tvaru nakloněné roviny délky l svírající s vodorovnou rovinou úhel α a zakončené obloukem o poloměru R a středovém úhlu 90° (obr. 1).



Obr. 1

a) Určete velikost rychlosti $\boldsymbol{v}$, se kterou kulička opouští konec oblouku.
b) Určete maximální výšku H nad vodorovnou rovinou, do které se kulička dostane po opuštění dráhy.
c) Určete dobu T, po kterou se těleso nachází ve vzduchu po opuštění dráhy.
d) Určete vodorovnou vzdálenost L, kam se kulička dostane po opuštění dráhy.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty: $l = 2{,}00$ m, $\alpha = 30°$, $R = 0{,}400$ m, $g = 9{,}81\ \mathrm{m{\cdot}s^{-2}}$.

Předpokládejte, že kulička se valí bez klouzání. Valivý odpor a působení vzduchu zanedbejte. Poloměr kuličky je velmi malý ve srovnání s délkou nakloněné roviny a poloměrem oblouku. Moment setrvačnosti kuličky vzhledem k ose otáčení procházející jejím středem je $J_0 = \frac{2}{5}mr^2$.

2. Ideální plyn o látkovém množství $n = 2$ moly prochází kruhovým dějem 1–2–1, jehož p-V diagram je na obr. 2. Děj 1–2 je zobrazen úsečkou, děj 2–1 je izotermický. V počátečním stavu 1 má plyn objem $V_1 = 50$ litrů a tlak $p_1 = 1{,}0 \cdot 10^5$ Pa. Ve stavu 2 má plyn objem $V_2 = 3V_1$.

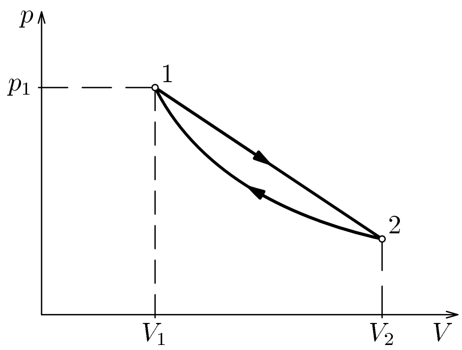
a) Určete počáteční teplotu T_1. Určete teplotu T_2 a tlak p_2 ve stavu 2.

b) Určete závislost $T(V)$ teploty na objemu pro obě větve cyklu a znázorněte cyklus ve V-T diagramu.

c) Určete maximální teplotu $T_{\max}$ během cyklu, příslušný objem V' a tlak p'.

d) Určete celkovou práci vykonanou plynem během jednoho cyklu.

Molární plynová konstanta $R_\mathrm{m} = 8{,}314\ \mathrm{J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}}$.



Obr. 2

3. Ke zdroji Z o elektromotorickém napětí $U_e = 35{,}0\ \mathrm{V}$ a vnitřním odporu $R_\mathrm{i} = 25{,}0\ \Omega$ připojíme stabilizátor tvořený rezistorem o odporu $R_1 = 220\ \Omega$ a Zenerovou diodou (obr. 3). Voltampérová charakteristika Zenerovy diody je v pracovní oblasti lineární (obr. 4) a můžeme ji popsat vztahem

$$I_\mathrm{d} = \frac{U - U_\mathrm{z}}{R_\mathrm{d}}\,,$$

kde U_z je *Zenerovo napětí* a R_d je *dynamický odpor* diody. Použitá dioda má hodnoty: $U_\mathrm{z} = 11{,}0\ \mathrm{V}$, $R_\mathrm{d} = 2{,}5\ \Omega$. Připojením stabilizátoru jsme získali stabilizovaný zdroj Z′.

a) Nakreslete zatěžovací charakteristiku nestabilizovaného zdroje Z. (Zatěžovací charakteristika zdroje je graf závislosti svorkového napětí na odebíraném proudu.)

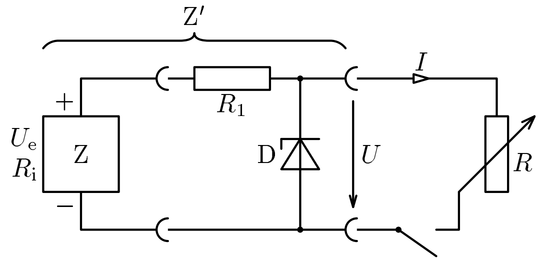
b) Jaké bude svorkové napětí U_0' nezatíženého stabilizovaného zdroje Z′?

c) Při které hodnotě I_m odebíraného proudu se u stabilizovaného zdroje Z′ přestane uplatňovat stabilizační účinek Zenerovy diody a jaké bude při tomto proudu jeho svorkové napětí?

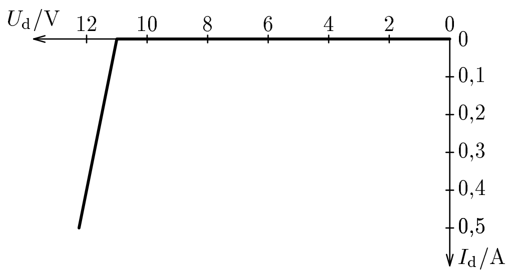
d) Nakreslete zatěžovací charakteristiku stabilizovaného zdroje Z′.

e) Určete vnitřní odpor R_i' zdroje Z′ v oblasti stabilizace.

Obr. 3



Obr. 4



4. Důležitým činitelem automobilu je jeho aerodynamický tvar, který ovlivňuje velikost součinitele odporu C. Uvažujme dva automobily, z nichž jeden má součinitel odporu $C_1 = 0{,}290$ a druhý $C_2 = 0{,}360$. Ostatní charakteristiky obou automobilů jsou stejné, tj. maximální výkon motoru $P = 25{,}0$ kW, měřený na hnacích kolech, a plošný obsah $S = 1{,}60$ m^2 průmětu automobilu do roviny kolmé ke směru rychlosti. Hustota vzduchu $\varrho = 1{,}29$ kg$\cdot$m^{-3}. Valivý odpor neuvažujte.

a) Vypočtěte mezní rychlosti v_1, v_2, kterých mohou automobily dosáhnout při jízdě po vodorovné silnici.

b) O jakou hodnotu ΔP by bylo třeba zvýšit výkon druhého automobilu, aby při nezměněných ostatních charakteristikách dosáhl stejné mezní rychlosti jako první automobil?