

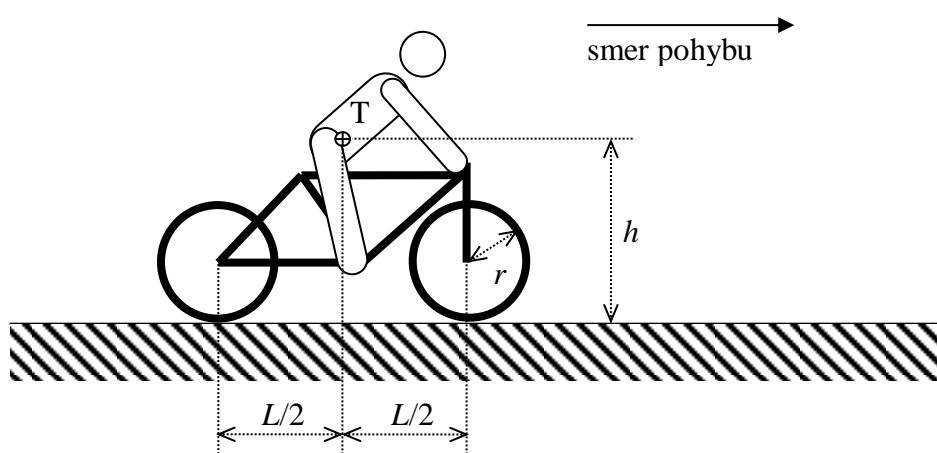
59. ročník Fyzikálnej olympiády  
v školskom roku 2017/2018  
Kategória C – krajské kolo  
Text úloh

### 1. Brzdenie na bicykli

Cyklista môže počas jazdy oddelene ovládať predné alebo zadné brzdy.

Uvažujme zjednodušený model podľa obr. C–1:

Ťažisko T cyklistu s bicyklom je vo výške  $h$  nad vozovkou, vzájomná vzdialenosť osiek kolies bicykla je  $L$ , ťažisko T bicykla a cyklistu sa nachádza na osi úsečky spájajúcej osky kolies bicykla, polomer kolies je  $r$  a faktor statického trenia medzi kolesami a vozovkou je  $f$ . Ťažisko T a stredy osiek kolies ležia v jednej zvislej rovine.



Obr. C–1

- Nakreslite obrázok bicykla a cyklistu pri brzdení a znázornite v ňom vektory všetkých vonkajších síl, ktoré pôsobia na sústavu bicykel – cyklista vo vzťažnej sústave spojenjej s bicyklom (neinerčiálnej).
- Vypočítajte maximálne spomalenie bicykla v troch prípadoch:
  - cyklista brzdí iba zadnou brzdou,
  - cyklista brzdí iba prednou brzdou,
  - cyklista brzdí obidvomi brzdami naraz.
- Vysvetlite, prečo prednou brzdou treba brzdiť opatrne.  
Predpokladajte, že trenie v brzdách možno ľubovoľne zväčšovať až do zablokovania, kedy sa prestanú kolesá otáčať. Brzdenie je spôsobené iba trením medzi kolesami a vozovkou. Odpor vzduchu ani trenie v ložiskách neuvažujte. *Pozn.: Faktor statického trenia  $f_s$  je bežne väčší ako faktor  $f_d$  šmykového trenia, najmä na mokrej alebo zľadovatej vozovke.*
- Úlohu riešte všeobecne potom overte tri prípady (tiažové zrýchlenie  $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ):
  - $L = 1,2 \text{ m}$ ,  $h = 60 \text{ cm}$ ,  $f_s = 0,020$ ;
  - $L = 1,2 \text{ m}$ ,  $h = 50 \text{ cm}$ ,  $f_s = 0,20$ ;
  - $L = 1,0 \text{ m}$ ,  $h = 90 \text{ cm}$ ,  $f_s = 0,60$ .

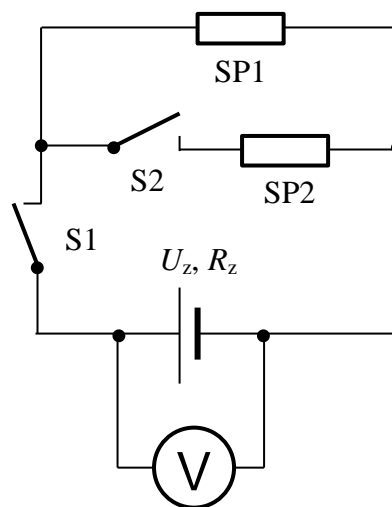
## 2. Elektrická sieť

Na zdroj napätia je pripojený spotrebič SP1 s odporom  $R_1$ . Pripojenie na zdroj sa ovláda spínačom S1 umiestneným pri zdroji. Niekedy sa k elektrickému vedeniu pripojil cez spínač S2 ilegálny spotrebič SP2. Schéma elektrického obvodu je na obr. C–2.

Paralelne k zdroju je pripojený voltmeter s vysokým vnútorným odporom. Ak je spínač S1 vypnutý, údaj voltmetra je  $U_{v1}$ . Keď sa spínač S1 zapne, pričom spínač S2 je vypnutý, poklesne napätie na voltmetri na hodnotu  $U_{v2} < U_{v1}$ . Pripojenie ilegálneho spotrebiča spínačom S2 sa zistí poklesom napätia na zdroji na hodnotu  $U_{v3} < U_{v2}$ .

- Nakreslite schému obvodu a vyznačte v nej značkou rezistora vnútorný odpor  $R_z$  zdroja.
- Určte napätie naprázdno  $U_z$  zdroja, vnútorný odpor  $R_z$  zdroja a odpor  $R_2$ .
- Určte prúd  $I_1$  a  $I_2$  po zapnutí spínača S1 a po zapnutí spínačov S1 a S2.
- S použitím vypočítaných hodnôt určte tepelný výkon  $P_1$ , ktorý sa uvoľňuje v zdroji po zapnutí iba spínača S1, a tepelný výkon  $P_2$ , ktorý sa v zdroji uvoľňuje po zapnutí spínačov S1 a S2.

Úlohu riešte všeobecne a pre hodnoty:  $R_1 = 50 \Omega$ ,  $U_{v1} = 120 \text{ V}$ ,  $U_{v2} = 115 \text{ V}$ ,  $U_{v3} = 100 \text{ V}$ .



Obr. C–2

## 3. Zohrievanie dusíka

Vo valci medzi dvomi piestami sa nachádza dusík s látkovým množstvom  $n$ . Jeden piest je pevný a druhý pohyblivý. Na začiatku v stave Z je teplota dusíka  $T_z$  a objem dusíka  $V_z$ . Dusík vo valci zohrievame najprv pri konštantnom objeme a potom následne pri konštantnom tlaku až po dosiahnutie konečného stavu K s teplotou  $T_k$ . Potom dusík ochladzujeme najprv pri konštantnom objeme a potom pri konštantnom tlaku až po dosiahnutie začiatočného stavu Z. Dusík prechádza uzatvoreným termodynamickým cyklom.

- Pre stav s maximálnou teplotou  $T_k$  vyjadrite tlak  $p_k$  ako funkciu objemu  $V_k$  dusíka. Graf funkcie  $p_k = f(V_k)$  znázorníte v  $p$ - $V$  diagrame. V grafe zvolíte vhodný bod K a znázorníte opísaný termodynamický cyklus. Slovom opíšte cyklus.
- Určte vzťahy pre prácu  $W$  vykonanú plynom počas cyklu a teplo  $Q$  dodané dusíku počas jeho zohrievania ako funkcie premennej  $x = \frac{V_z}{V_k}$  a parametra  $y = \frac{T_z}{T_k}$ . Určte rozsah premennej  $x$  pre danú hodnotu parametra  $y$ .
- Určte účinnosť  $\eta$  cyklu ako funkciu premennej  $x$  a parametra  $y$ . Na základe výpočtu niekoľkých hodnôt účinnosti  $\eta$  odhadnite maximálnu účinnosť  $\eta_m$  pre hodnotu parametra  $y = 0,80$ .

Predpokladajte, že dusík je ideálny plyn dvojatómových molekúl s piatimi stupňami voľnosti ( $s = 5$ ), molárna plynová konštanta  $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

#### 4. Asteroid 2018 AJ

Dňa 5. 2. 2018 došlo k mimoriadne tesnému priblíženiu Asteroidu 2018 AJ s priemerom približne 40 m k Zemi. V čase, keď asteroid prechádzal perihéliom, nachádzal sa približne na spojnici medzi Zemou a Slnkom. Z pozorovaní eliptickej trajektórie asteroidu astronómovia zistili hodnoty perihélia (najmenšej vzdialenosti od Slnka)  $r_{\min} = 0,9857$  AU, čo je veľmi blízke približne kružnicovej trajektórii Zeme s polomerom  $r_Z = 1,0000$  AU, a afélia (najväčšia vzdialenosť od Slnka)  $r_{\max} = 1,8559$  AU. Roviny trajektórií Zeme a asteroidu sa líšia len o veľmi malý uhol ( $\sim 6^\circ$ ).

- Určte vzdialenosť  $d_1$  asteroidu od Zeme v čase jeho prechodu perihéliom, ak predpokladáme, že sa v tomto okamihu nachádzal presne na spojnici Zem–Slnko. Vzdialenosť  $d_1$  porovnajzte so vzdialenosťou Mesiaca od Zeme  $r_M = 384\,000$  km.
- Určte dátum nasledujúceho prechodu asteroidu perihéliom. Nakreslite obrázok a v ňom znázorníte trajektórie Zeme a asteroidu a polohy asteroidu a Zeme v časoch prvého a druhého prechodu perihéliom.
- Určte vzdialenosť  $d_2$  medzi asteroidom a Zemou v okamihu jeho druhého prechodu cez perihélium.
- Určte mesiac a rok, v ktorom sa zopakuje situácia z tohto roku (s presnosťou  $< 0,1\%$ ), tzn. maximálne priblíženie asteroidu k Zemi.

1 AU =  $1,50 \times 10^{11}$  m – *astronomická jednotka* (vzdialenosť Zem–Slnko), 1 r = 365,25 d.