

**65. ročník Fyzikálnej olympiády**  
v školskom roku 2023/2024  
**krajské kolo kategórie D**  
*Texty úloh*

### 1. Preteky na okruhu

Dvaja bežci trénovali na štadióne na bežeckom okruhu s dĺžkou trate  $s$ . Prvý bežec beží priemernou rýchlosťou  $v_1$ , druhý priemernou rýchlosťou  $v_2$ , pričom  $v_1 > v_2$ . Bežci štartovali vždy súčasne z toho istého miesta. Najprv bežali vyštartovali opačnými smermi a prvýkrát sa stretli za dobu  $t_1$ . Keď si oddýchli, beh opakovali s tým rozdielom, že vyštartovali rovnakým smerom. Prvý bežec predbehol druhého o celé kolo za čas  $t_2$ .

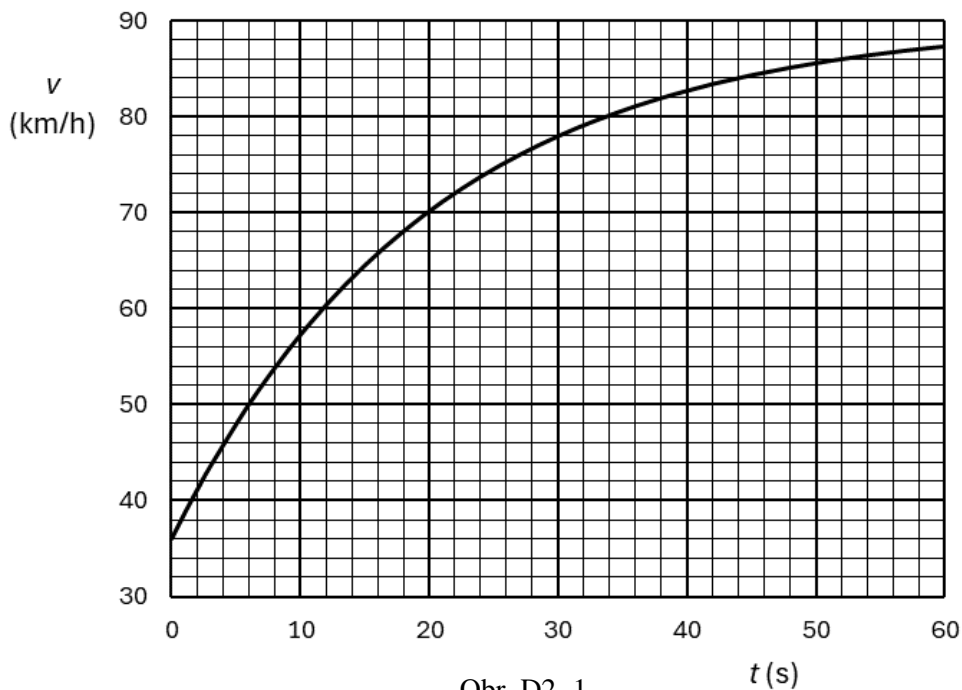
- Určte rýchlosti  $v_1$  a  $v_2$  behu oboch bežcov.
- Koľko kôl prebehol prvý bežec v druhom behu rovnakým smerom, kým predbehol druhého bežca o jedno kolo?

Úlohu riešte všeobecne a potom pre hodnoty:  $s = 400$  m,  $t_1 = 39$  s,  $t_2 = 8$  min 40 s.

*Pozn.: Bežecký okruh je ovál, t.j. začiatok a koniec sú na tom istom mieste.*

### 2. Pohyb automobilu

Na úseku, kde bola obmedzená rýchlosť, sa automobil s hmotnosťou  $m = 1,2$  t pohyboval konštantnou rýchlosťou  $v_1 = 36$  km/h. Po opustení úseku vodič „šliapol na plyn“, využil výkon motoru  $P_1 = 15$  kW, a začal zrýchľovať na výslednú rýchlosť  $v_2 = 90$  km/h. Záznam časovej závislosti rýchlosti z tachografu je na obr. D2–1. Vodič postupne uvoľňoval plynový pedál a po dosiahnutí výslednej rýchlosti  $v_2$  pokračoval rovnomerným pohybom pri výkone motoru  $P_2 = 35$  kW.



Proti smeru pohybu automobilu pôsobí sila, ktorá má zložku  $F_0$  konštantného trenia a dynamickú zložku odporu vzduchu  $F_d = k v^2$ , kde  $k$  je konštanta aerodynamického odporu a  $v$  je rýchlosť automobilu voči vzduchu. V smere pohybu automobilu pôsobí ťahová motorická sila  $F_m$ .

- Určte z grafu na Obr. D2-1 zrýchlenie  $a_1$  automobilu na začiatku zrýchľovania.
- Určte zložku  $F_0$  konštantného trenia a konštantu  $k$  aerodynamického odporu.
- Keď sa automobil dostal na diaľnicu, vodič zvýšil rýchlosť automobilu a pokračoval v jazde konštantnou rýchlosťou  $v_3 = 120$  km/h. Určte výkon  $P_3$  motora pri tejto rýchlosti.
- Pri rovnomernom pohybe rýchlosťou  $v_2$  je spotreba paliva  $s_2 = 5,6$  l/100 km. Aká je spotreba  $s_3$  v litroch/100 km, ak automobil ide na diaľnici rýchlosťou  $v_3 = 120$  km/h?

Predpokladajte, že automobil ide po priamej vodorovnej ceste za bezvetria.

### 3. Závažia na kladke

Chlapci videli v učebnici Atwoodov pádostroj na meranie tiažového zrýchlenia. Rozhodli sa preto urobiť si podobnú zostavu a meranie tiažového zrýchlenia si vyskúšať, obr. D2-2.

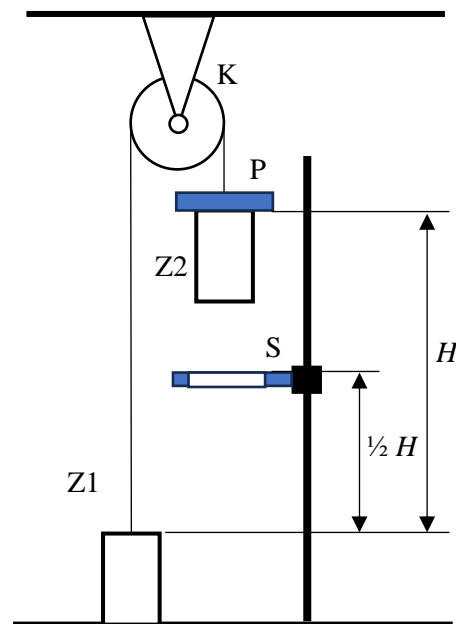
Cez kladku zavesili na opačné konce vlákna dve rovnaké valcové závažia Z1 a Z2 s rovnakými hmotnosťami  $M = 500$  g. Na začiatku bolo závažie Z1 na podložke. Jeho horná podstava definuje v sústave nulovú výšku. Na hornej podstave závažia Z2 vo výške  $H = 60$  cm je voľne položený tenký krúžok P s hmotnosťou  $m = 20$  g. Po uvoľnení sa sústava dá do pohybu a závažie Z2 sa začne pohybovať nadol. Pod závažím Z2 je na stojane zarážka S vo výške  $\frac{1}{2} H$ , na ktorej sa krúžok zastaví, a ďalej pokračuje samotné závažie Z2 až sa zastaví na podložke.

Merali čas  $t_p$  pádu závažia Z2 od uvoľnenia až po dopad na podložku. Meranie 5× opakovali:

Meranie	1	2	3	4	5
$t_p / s$	2,64	2,65	2,66	2,64	2,63

- Určte strednú hodnotu doby  $t_p$  pádu závažia.
- Určte hodnotu tiažového zrýchlenia  $g$ .

Vplyv kladky a trenie na pohyb sústavy neuvažujte.



Obr. D2-2

#### 4. Gule vo vode

V hlbkej nádobe naplnenej vodou pláva dvojica gúľ spojených tenkým vláknom, obr. D2–3. Homogénna hliníková guľa má hmotnosť  $m_{Al} = 200$  g. Dutá tenkostenná sklenená guľa má vonkajší objem  $V_g = 520$  cm<sup>3</sup> a v hornej časti malý otvor.

a) Určte objem  $V_{Al}$  hliníkovej gule.

Keď je sklenená guľa prázdna, je ponorená menšou časťou svojho objemu. Aby bola ponorená polovicou svojho objemu, musíme do nej otvorom doplniť vodu s objemom  $V_1 = 60$  cm<sup>3</sup>.

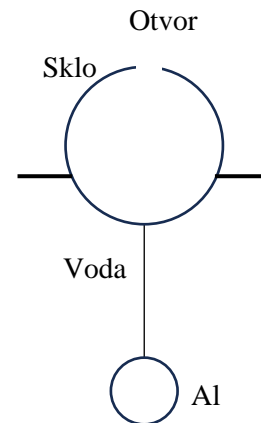
b) Určte hmotnosť  $m_s$  prázdnej sklenenej gule.

c) Určte silu  $F_v$ , ktorou je napínané vlákno.

Potom ďalej prilievame otvorom vodu.

d) Určte minimálny objem  $V_2$  vody, ktorú treba do napoly ponorenej sklenenej gule doliať, aby hliníková guľa klesla až na dno nádoby.

Hustota hliníka  $\rho_{Al} = 2,7 \times 10^3$  kg·m<sup>-3</sup>, hustota vody  $\rho_v = 1,0 \times 10^3$  kg·m<sup>-3</sup>, tiažové zrýchlenie  $g = 9,8$  m·s<sup>-2</sup>. Nádoba je dostatočne hlboká, aby mohla celá sústava gúľ klesnúť pod hladinu.



Obr. D2–3