

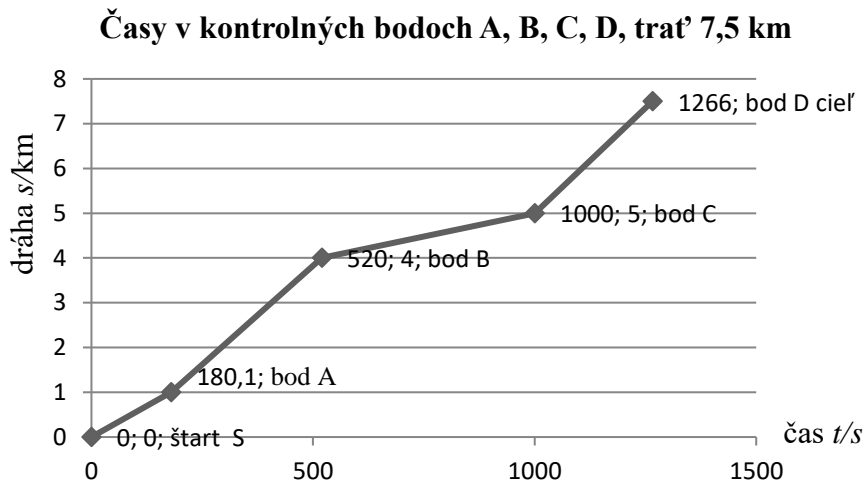
59. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2017/2018
Kategória F – okresné kolo
Text úloh

1. Šprint na lyžiach

V ostatnom čase sa stáva veľmi populárny šport bežecké lyžovanie. Prispieva k zvyšovaniu fyzickej kondície lyžiarov, a tým aj kupevňovaniu ich zdravia. Nositeľka viacerých olympijských medailí Anastazija Kuzminová, slovenská reprezentantka v biatlone, získala v šprinte na lyžiach (7,5 km) na olympiáde v Soči r. 2014 zlatú medailu víťazným časom 21:06,8 min. Na trati boli nainštalované kontrolné elektronické zariadenia – stopky, a to okrem štartu vo vzdialenostiach (bodoch) A 1 km, B 4 km, C 5 km a D (cieľ) 7,5 km, ktoré zaznamenali časy pretekárky pri prechode kontrolnými stanovišťami (tab.1.):

Kontrolný bod	Čas t/s	Dráha s/km
Štart	0,0	0
A	180,1	1
B	520,4	4
C	1000,5	5
D(cieľ)	1266,8	7,5

Na obr. F-1 je graf, ktorý vyjadruje závislosť dráhy s , ktorú prešla pretekárka, ako funkciu času. Predpokladaj, že medzi kontrolnými stanovišťami bežala pretekárka rovnomerne.



Obr. F-1

- Pomocou daných údajov vypočítaj priemerné rýchlosti pretekárky medzi kontrolnými stanovišťami: v_1 (S,A), v_2 (A,B), v_3 (B,C), v_4 (C,D).
- V ktorom úseku bežeckej trate bežala pretekárka najpomalšie a v ktorom najrýchlejšie? Môžeš predpokladať, podľa priemerných rýchlostí, akú techniku používala lyžiarka v týchto dvoch úsekoch dráhy?
- Aká bola priemerná rýchlosť v pretekárky na celej trati?

Pozn. Všetky rýchlosti vyjadri v jednotkách 1 m/s.

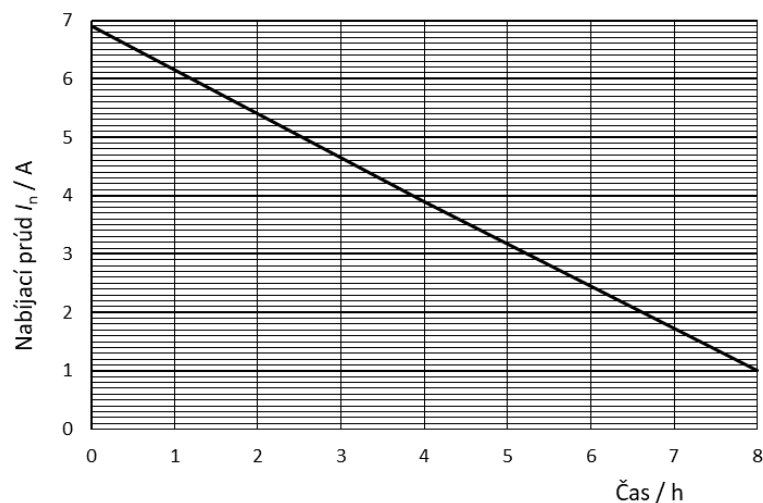
2. Testovanie elektrickej motorky (elektromotorky)

V dopravnej technike sa postupne uplatňujú elektrické motory (resp. hybridné: elektrický a spaľovací motor). Hlavným kritériom určujúcim ďalší vývoj v oblasti dopravy je energetická úspora a ochrana životného prostredia. Najväčšiu tradíciu majú elektromobily firmy TESLA so sídlom v San Carlos, USA, založenej r. 2003. Dnes vo svete sú k dispozícii desiatky rôznych značiek elektromobilov a najnovšie aj elektrických motoriek s rôznym výkonom, ktoré sú určené pre rôzne vekové kategórie a rôzne použitia.

V našej úlohe budeme testovať jednoduchú elektrickú motorku s typovým označením ELMOTO HR-2. Technické parametre motorky:

Nominálny výkon $P_n \approx 1,7$ kW, maximálny výkon $P_m \approx 2,0$ kW, hmotnosť vlastnej motorky $m_0 \approx 47$ kg, maximálna dovolená hmotnosť s dvomi jazdcami $m \approx 195$ kg, maximálna rýchlosť $v_m \approx 45$ km/h pri maximálnom výkone v bezvetří pri jazde po vodorovnej trase, maximálny dojazd $d \approx 60$ km, Li-ion batéria s nábojovou kapacitou $Q \approx 31,5$ Ah, nominálne napätie $U \approx 48$ V, nabíjanie batérie s určenou nabíjačkou trvá $t \approx 8,0$ h, charakteristika nabíjacieho prúdu v závislosti od času je znázornená na obr. F-2.

- Nakresli náčrtok elektrickej motorky s jazdcom pohybujúcej sa na vodorovnej trase a vyznač v ňom vektormi sily pôsobiace na motorku. Začiatočnými bodmi vektorov vyznač približne body pôsobenia síl.
- Urči celkovú odporovú silu F_o pôsobiacu na motorku s dvoma jazdcami, ak motorka ide po vodorovnej ceste maximálnou rýchlosťou na maximálny výkon. Valivý odpor kolies je veľmi malý v porovnaní s odporovou silou F_o .
- Pri testovacej jazde prešiel jeden jazdec na motorke maximálnu vzdialenosť d rýchlosťou v_m . Urči čas t , za ktorý vzdialenosť prešiel. Urči priemerný elektrický prúd I_v , ktorý prechádzal motorom pri testovacej jazde pri využití celej nábojovej kapacity batérie Q a nominálnom napätí U , ak batéria motorky na začiatku bola plne nabitá. Urči priemerný výkon P motora počas jazdy.
- Akú nábojovú kapacitu Q_1 Li-ion batérie motorky dosiahneme, ak nabíjanie vybitej batérie trvá $t_1 \approx 4,0$ h? Úlohu rieš pomocou grafu nabíjacieho prúdu, ako funkcie času, na obr. F-2.



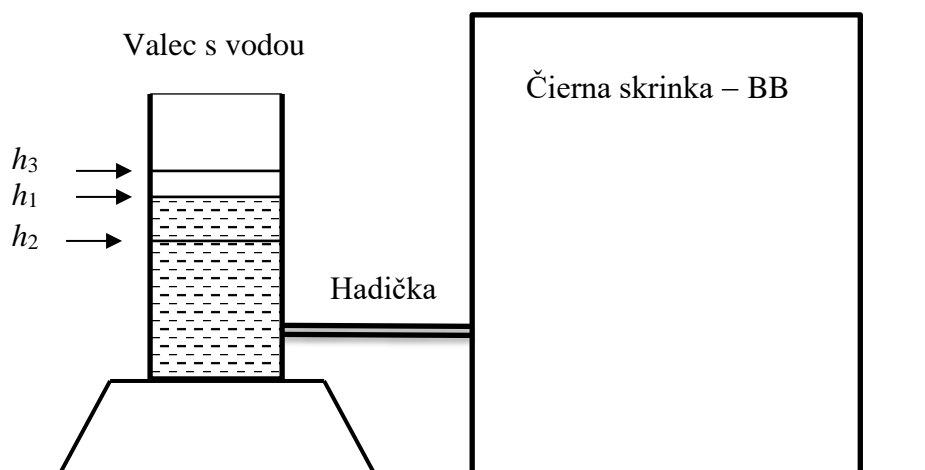
Obr. F-2

Predpokladaj, že účinnosť motora je 100 %.

3. Čierna skrinka

Na laboratórnom stole sa nachádza škatuľa so záhadným zariadením, do ktorej nevidno, nazývaná „čierna skrinka“ (BB – *black box*). Z boku BB vystupuje tenká ohybná hadička na vodu. Úlohou je zistiť, čo záhadná škatuľa obsahuje.

K hadičke vystupujúcej zo škatule je pripojený sklenený valec s vodou a hadička je spojená s výtokovou trubicou blízko dolného konca valca, obr. F–3. Hadičkou môže voda prechádzať z valca do BB alebo opačne.



Obr. F–3

Na začiatku je valec naplnený vodou až po rysku s označením h_1 .

(1) V prvom pokuse do valca prilejeme určité množstvo vody. Po určitom čase sa hladina vo valci ustáli na úrovni h_2 , ktorá je nižšie ako pôvodná úroveň h_1 .

(2) V druhom pokuse z valca vysajeme určité množstvo vody, napr. pomocou striekačky, hladina vo valci sa po určitom čase ustáli na úrovni h_3 , ktorá je vyššie ako pôvodná úroveň h_1 .

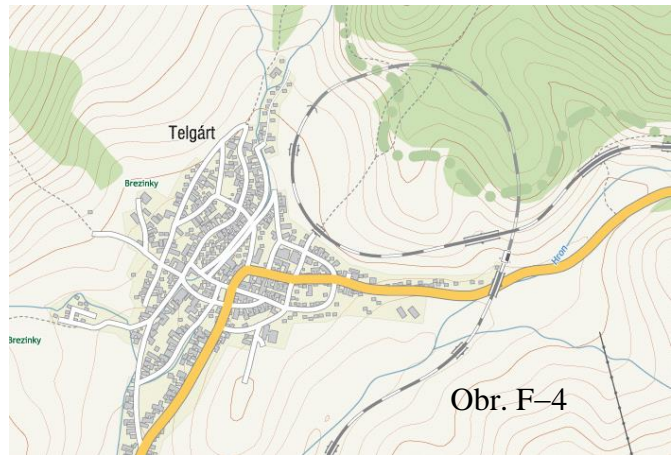
- Vysvetli, ako je možné dosiahnuť, aby pri naliatí vody do valca hladina vo valci po ustálení klesla – princíp deja (1).
- Podobne vysvetli princíp deja (2).
- Na základe vysvetlenia priebehu dejov (1) a (2) opíš zariadenie vo vnútri BB a obsah čiernej skrinky znázorni pomocou obrázku.

Škatuľa je počas experimentu uzatvorená a do jej vnútra sa nijako nezasahuje okrem prítoku vody z valca alebo odtoku vody do valca hadičkou. Poloha valca ani škatule sa počas experimentu nemení. Spojovacia hadička je veľmi jemná. BB neobsahuje žiadne elektronicky ovládané prvky.

Aké čudo to môže byť vo vnútri škatule??? Na základe indícií na to určite prídeš ako správny detektív – fyzik.

4. Telgártska slučka

Na prekonávanie veľkého výškového rozdielu na krátkej vzdialenosti využíva železnica v niektorých prípadoch systém slučky. Známa je Telgártska slučka s dĺžkou 2,3 km a prevýšením 31 m, obr. F-4. Vďaka tomuto unikátnemu riešeniu sa podarilo spojiť Pohronie so Spišom. Oblúk slučky sa nachádza v tuneli vo vnútri svahu.



Uvažujme model takejto slučky KCDK, obr. F-5, ktorú tvoria dva priame úseky KC, KD a oblúk CD kružnice s polomerom $R = 1,00$ km. Geometrické údaje sú znázornené na obrázku. Železničná trať je dvojkolačná a umožňuje tak súčasný pohyb dvoch vlakov v opačných smeroch. Trať sa mimoúrovňovo križuje v bode K.

- a) Budeme sledovať trať medzi bodmi A a B. Urči dĺžku d trate AB.

Uvažuj nasledujúci prípad. Rušeň R1 vyštartuje z bodu A a druhý rušeň R2 z bodu B. Rušne sa pohybujú po celej trati rovnomerným pohybom s rovnakými alebo rôznymi rýchlosťami. Z bodov A a B vyštartovali rušne v rovnakom okamihu. Chlapec pozoruje križovatku tratí v bode K.

- b) Raz pozoroval dva vlaky, ktorých rušne prišli do bodu K súčasne. Po prechode tunelom opäť prešli bodom K súčasne za čas $\Delta t = 4,5$ min. Urči rýchlosti v_A , v_B oboch vlakov.
- c) Vlaky vyštartujú z bodov A, B súčasne. Rušne prejdú bodom K súčasne iba raz. Rušeň R1 sa pohybuje rýchlosťou $v_A = 80$ km/h a rýchlosť v tuneli je obmedzená hodnotou 100 km/h. Urči rýchlosť druhého rušňa v_B .
- d) Urči najmenšiu x_1 a najväčšiu x_2 priamu vzájomnú vzdialenosť oboch rušňov počas pohybu rušňov pozdĺž slučky podľa časti b). Urči veľkosti relatívnej rýchlosti Δv_1 a Δv_2 rušňov pri prechode rušňov miestami s minimálnou x_1 a maximálnou x_2 vzájomnou vzdialenosťou.

