

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

## 1. Speedski – rýchlostné lyžovanie

Okrem bežných lyžiarskych súťaží, ktoré sú všeobecne známe, existujú aj špeciálne lyžiarske súťaže, ako napr. rýchlostný kilometer v alpskom zjazde (tiež voľný kilometer – KL kilometre lancé z franc.). Vo svete je len niekoľko špeciálne upravených tratí, na ktorých sa po snehovom (príp. ľadovom) podklade voľne spúšťajú odvážni pretekári (muži i ženy) na lyžiach. Celá trať meria niekoľko kilometrov. Prvý úsek, spravidla s dĺžkou 400 ÷ 1 000 m, slúži na rozjazd, po ňom nasleduje meraný úsek s dĺžkou 100 m (so sklonom až 60°). Záverečný úsek slúži na spomalenie a končí sa protisvahom na zastavenie.



Obr. F-1

Nositeľom svetového rekordu z 26. marca 2016 v kategórii S-1 (Speed One špeciálny výstroj) 254,958 km/h je taliansky pretekár Ivan Oregone. Slovak Michal Bekeš z Vysokých Tatier, je nositeľom slovenského rekordu v kategórii SDH (Speed Downhill, bežná výstroj) 196,292km/h.

- Urči hodnotu rýchlostného rekordu majstra sveta I. Oregona v jednotkách 1 m/s.
- Za aký čas  $t$  prešiel I. Oregon meraný úsek s dĺžkou  $s = 100$  m?
- S akou presnosťou musí byť nastavený meraný úsek trate 100 m a s akou presnosťou sa meria čas  $t$  na tejto trati, aby sa rýchlostný rekord mohol uvádzať s uvedenou presnosťou (254,958 km/h)?

## 2. Faktor trenia

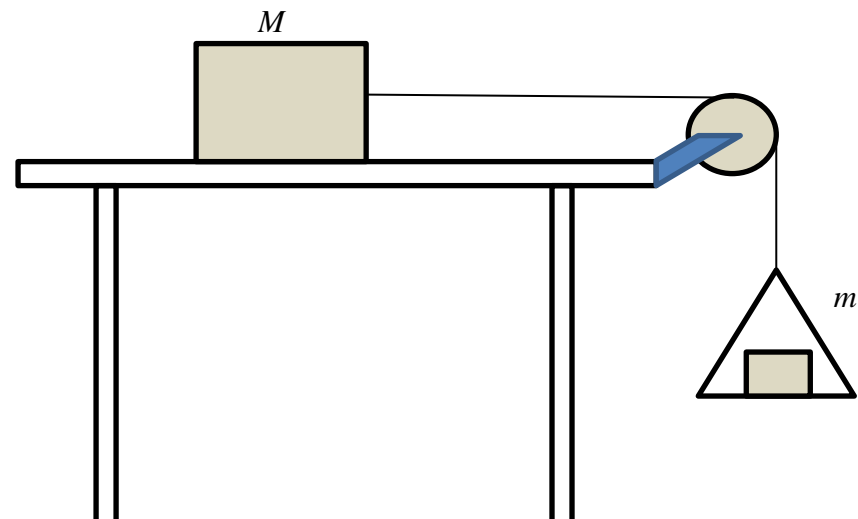
Teleso s hmotnosťou  $M$ , položené na vodorovnej ploche stola, je spojené vláknom cez kladku s miskou, na ktorú kladieme telesá, obr. F-2. Miska spolu s telesom má hmotnosť  $m$ . Faktor dynamického trenia medzi telesom a plochou stola je  $f_d$ .

- Do obr. F-2 nakresli ako vektory sily, ktoré pôsobia na sústavu vo vodorovnom a v zvislom smere.

Urči hmotnosť  $m$  v týchto prípadoch:

- Sústava oboch telies je trvale v pokoji ( $m_1$ ).
- Sústava oboch telies zostane v pokoji alebo pomocou malého impulzu ju uvedieme do rovnomerného pohybu ( $m_0$ ).
- Sústava oboch telies (po uvoľnení) sa pohybuje zrýchleným pohybom ( $m_2$ ).
- Navrhni postup merania faktora dynamického trenia  $f_d$  medzi telesom a plochou stola pomocou pokusu znázorneného na obr. F-2.

Hmotnosť kladky a vlákna neuvažuj, trenie v osi kladky je veľmi malé.



Obr. F-2

### 3. Čistenie plavebnej dráhy Dunaja

Na dne riek sa usadzujú naplaveniny, piesok a štrk, ktorý prinášajú do riek menšie prítoky z prírodného prostredia, napr. pohorí, jazier. V riekach s lodnou dopravou musí byť udržiavaná plavebná dráha podľa predpisu, aby lode mohli bezpečne používať vodný tok na plavbu. Napr. predpis určuje, že plavebná dráha Dunaja pre väčšie lode musí mať voľný prietok vody v šírke  $a = 120$  m a s hĺbkou  $b = 2,8$  m.

Na odstraňovanie štrku a pieskov usadených na dne rieky sa používajú kráčajúce bagre, ktoré nakladajú materiál do transportných člnov. Člno ťahané alebo tlačené remorkérmí prevážajú materiál do triedičky, kde sa separuje na jednotlivé zložky. Štrk a piesok je výhodný artikel pre predaj stavebným firmám.

V našom prípade transportný čln má tvar hranola s dĺžkou  $d = 20$  m, šírkou  $s = 6,0$  m (vonkajšie rozmery) a hmotnosť  $m = 96$  t.

- Nakresli náčrtok prázdneho člna na vodnej hladine rieky a vyznač v obrázku hĺbku ponoru  $h_1$  člna.
- Vypočítaj hĺbku  $h_1$  ponoru prázdneho člna.

Bager naloží do člna tri kopy štrku s hustotou  $\rho_1 = 1\,800$  kg/m<sup>3</sup>, presne do vyznačeného priestoru do tvaru ihlanov s polomerom základne  $r = 2,5$  m a výškou  $v = 2,0$  m. Stredy základní pieskov sú na pozdĺžnej symetriále člna vo vzdialenostiach 5 m, 10 m a 15 m od prednej steny člna.

- Nakresli náčrtok člna naplneného štrkom na vodnej hladine rieky.
- O akú hodnotu  $\Delta h$  sa zväčšil ponor naplneného člna v porovnaní s prázdny člnom?

Hustota vody v rieke  $\rho_v \approx 1000$  kg/m<sup>3</sup>.

#### 4. Kalorimetria

Kalorimetria patrí medzi tradičné, ale aj súčasné fyzikálne metódy určenia základných tepelných vlastností látok, napr. tepelných kapacít  $C$ , ale aj materiálových veličín, napr. hmotnostných tepelných kapacít  $c$ , molárnych tepelných kapacít  $c_m$ .

- Napíš značku fyzikálnej veličiny teplo. Definuj a napíš hlavnú jednotku tepla.
- Definuj veličinu tepelná kapacita  $C$  telesa. Definuj veličinu hmotnostná tepelná kapacita  $c$  látky. Napíš hlavné jednotky oboch veličín  $C$  a  $c$ .
- Pomocou MFCh tabuliek pre ZŠ alebo internetu napíš hmotnostné tepelné kapacity vody, ľadu, ocele a medi.
- Sú veličiny  $C$  a  $c$ , závislé alebo nezávislé od teploty  $t$  látky? Odpoveď zdôvodni.

Kalorimeter je tepelne izolovaná nádoba, ako napr. termoska, vybavená teplomerom a miešadlom. Elektrický kalorimeter obsahuje elektrický zdroj tepla, pomocou ktorého možno vyprodukovať teplo potrebné pre tepelnú výmenu medzi telesami v kalorimetri.

Plný rovnorodý kovový hranolček s rozmermi  $a = 23$  mm,  $b = 15$  mm,  $c = 10$  mm, vložíme do elektrického kalorimetra, v ktorom sa nachádza objem  $V = 250$  ml vody. Kalorimeter uzavrieme tepelne izolovaným vrchnákom. Teplotu vody meriame zabudovaným liehovým alebo elektronickým teplomerom. Teplota vody sa ustáli na hodnote  $t_1 = 19$  °C. Spínačom zapneme tepelné teliesko kalorimetra ku zdroju s napätím  $U = 12$  V, ktorým za čas  $\tau = 158$  s prechádza stály prúd  $I = 2,8$  A. Vodu v kalorimetri neustále premiešavame. Po odpojení tepelného telieska od zdroja ešte za okamih rastie teplota v kalorimetri, no následne klesá na ustálenú hodnotu  $t_2 = 24$  °C.

- Nakresli náčrtok opísaného experimentu a z daných hodnôt veličín určí objemovú tepelnú kapacitu  $c$  telieska. Pomocou MFCh tabuliek pravdepodobne určí kov, z ktorého je hranolček vytvorený.

Výmenu tepla medzi kalorimetrom a okolím neuvažuj.

#### 5. Pohár hore dnom

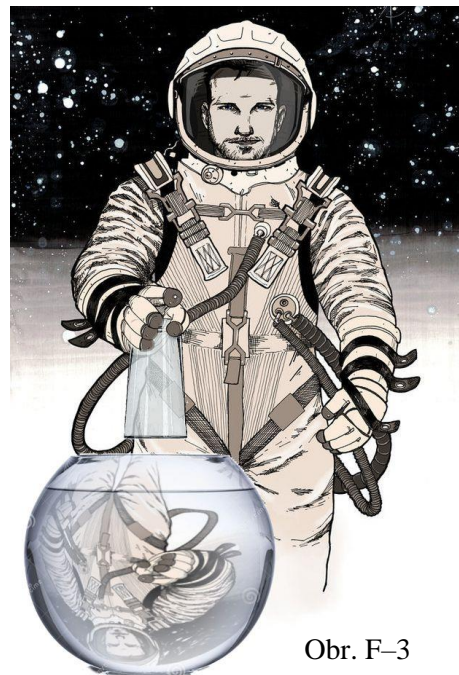
Pohár má hmotnosť  $m = 50$  g, je zo skla s hustotou  $\rho = 5,00$  g/cm<sup>3</sup>. Vnútorný objem pohára  $V = 200$  ml. Prázdny pohár otočíme dnom hore a vložíme ho otvorom na hladinu vody v nádrži s vodou. Rukou tlačíme na dno pohára tak, aby otvor pohára bol neustále vodorovný.

- Nakresli obrázok pohára v polohe, keď je ponorený úplne a dno pohára je na úrovni vodnej hladiny. V obrázku označ ako vektory všetky sily, ktoré pôsobia na pohár, a pomenuj ich.

Urči silu  $F$ , ktorou rukou tlačíme na pohár, aby sme ho udržali v opísanej polohe?

Astronauti sa rozhodli tento experiment zopakovať vo vzduchoprázdnom priestore na povrchu Mesiaca.

- Pomocou literatúry určí gravitačnú konštantu na povrchu Mesiaca?



Obr. F-3

- c) Nakresli obrázok, po ponorení pohára do nádoby s vodou, aby dno pohára bolo na úrovni hladiny vody (rovnako ako v prípade a) na povrchu Zeme). V obrázku označ ako vektory všetky sily, ktoré pôsobia na pohár a pomenuj ich.
- d) Urči silu  $F_m$ , ktorou musí pôsobiť astronaut na pohár, aby dno pohára bolo na úrovni hladiny vody.

*Poznámka* : Tento experiment pre Mesiac je čisto myšlienkový. Nie je možné ho realizovať, nakoľko vo vzduchoprázdnom priestore voda začne vriieť nezávisle od jej teploty, a bude vriieť až do okamihu, než zamrzne. Tento efekt v úlohe neberieme do úvahy.

## 6. Rôzne zdroje energie

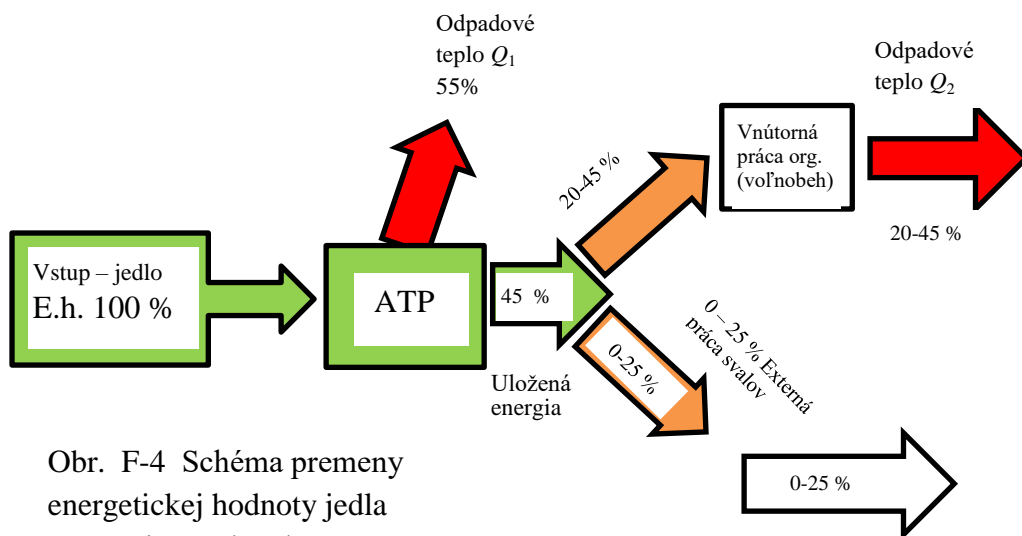
Získavanie energie zo zdrojov, najmä v niektorých jej formách, je pre obyvateľstvo, dopravu, výrobu a každodenný život prioritou. Všade vo svete sa venuje otázke zdrojov energie, ale aj úspornému využívaniu energií, prvoradá význam. Dôležitosť a výnimočnosť tejto otázky umocňuje skutočnosť, že získavanie energií úzko súvisí s kvalitou životného prostredia.

- a) Vymenuj najmenej päť primárnych zdrojov energie, ktoré sa uplatňujú v každodennom živote obyvateľov a vo výrobe.
- b) Zoznám sa s pojmom slnečná konštanta  $k = 1\,360 \text{ W/m}^2$ , stručne ju definuj a vysvetli možnosti jej používania pre prax.
- c) Aký je rozdiel medzi obnoviteľnými a neobnoviteľnými primárnymi zdrojmi energie? Vymenuj pre každú skupinu aspoň tri zdroje.
- d) Medzi najvýznamnejšie zdroje na výrobu elektrickej energie historicky i v súčasnosti patria vodné elektrárne postavené na tokoch riek. Nakresli jednoduchý fyzikálny model vodnej elektrárne, ak predpokladáš, že stály vodný tok  $Q = V / t$  ( $V$  je objem vody, ktorý pretečie za čas  $t$ ) prekonáva výškový rozdiel  $h$  v gravitačnom poli zeme ( $g \approx 10 \text{ N/kg}$ ). Urči výkon  $P$  vodného toku  $Q = 1,00 \text{ l/s}$  pre výškové rozdiely  $h_1 = 1,00 \text{ m}$ ,  $h_2 = 10,0 \text{ m}$  a  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  (hustota vody).
- e) Janko chcel porovnať technickú náročnosť, výhody a nevýhody vyhotovenia slnečného kolektora s vodným tokom, ktorý mal k dispozícii neďaleko chaty. Výškový rozdiel vodného toku, ktorý mohol dosiahnuť na potôčiku bol  $h_0 = 4,3 \text{ m}$ . Urči hodnotu  $Q_0$  vodného toku, ktorým by dosiahol rovnaký výkon ako zo slnečného kolektora s plochou povrchu  $S = 1,0 \text{ m}^2$  za ideálnych podmienok. Aké výhody, či nevýhody majú jednotlivé obe navrhované riešenia?

## 7. Ľudské telo ako stroj (experimentálna úloha)<sup>1</sup>

Ľudské telo pracuje z hľadiska energie podobne ako stroj, ktorý transformuje (používa) energiu potravín a kyslíka na prácu orgánov samotného človeka a na teplo odvedené do okolia. Každý deň každá dospelá osoba skonzumuje jedlo s energetickou hodnotou (v skratke E. h.) okolo 6,3 MJ. Z tejto energetickej hodnoty telo odovzdá do okolia vo forme tepla  $Q_1$  približne 55 %. Zvyšných 45 % spotrebuje telo človeka na svoje činnosti ako akumulovanú energiu (organická látka adenosín trifosfát ATP transformuje energiu do buniek). Väčšiu časť z nej, približne 20 – 45 %, spotrebuje na vnútornú činnosť orgánov tela (údržba tela, práca vnútorných orgánov tela, obnova buniek) a na vnútornú prácu svalov. Časť 0 – 25 % akumulovanej energie sa využíva na vonkajšiu prácu svalov, (pozri diagram premien energetickej hodnoty jedla v organizme človeka, obr. F– 4).

Keď telo nekoná vonkajšiu prácu, spotrebuje energiu len „na údržbu“, na udržanie činnosti vnútorných orgánov (voľnobeh). Energia sa vtedy využíva na cirkuláciu krvného obehu a ďalšie funkcie vnútorných orgánov, čomu hovoríme „bazálny metabolizmus“. Pre človeka to činí okolo 4 MJ/deň na každý  $m^2$  plochy povrchu tela človeka – BSA (Body Surface Area). Bazálny metabolizmus napr. pre 45 kg človeka je hodnota okolo 6,7 MJ/deň, pre 90 kg okolo 10 MJ/deň. Relatívne malé percento energetickej hodnoty sa využíva na svalovú činnosť a pohyb končatín. Ako vyplýva z diagramu je to menej ako 25 %. Typické hodnoty spotreby energie za hodinu u dospelého človeka sú okolo 1,0 MJ/h pri chôdzi, 1,7 MJ/h pri pomalom a 2,5 MJ/h pri namáhavom cvičení (platí to aj pre inú fyzickú činnosť).



Rozdiel medzi prijatou energiou a energiou spotrebovanou na bazálnu činnosť a ostatné výkony sa akumuluje ako nespotrebovaná energia vo forme tuku. Alebo, ak je prísun potravy nízky, telo spotrebuje tuk ako náhradu za nedostatok energie z potravín. Existujú tri rozhodujúce faktory kontroly tuku v organizme: 1. podiel bazálneho metabolizmu (spotreba), 2. svalová činnosť a 3. prijatá potrava. Niektorí ľudia prijímajú toľko potravín, ktoré nespotrebuje ich telo. Ak sú pritom fyzicky neaktívni, ich hmotnosť sa nekontrolovateľne zvyšuje. Iní majú napr. nízky podiel bazálneho metabolizmu a aj pri nízkom energetickom príjme sa môže ich hmotnosť tiež zvyšovať.

<sup>1</sup> Úlohu možno riešiť v spolupráci s vyučujúcim biológie

U všetkých nás hmotnosť tela je závislá od prijatých potravín, vykonávanej dennej práce a bazálneho metabolizmu.

Štvorčlenná rodina za normálnych podmienok spotrebuje ročne približne 2 500 kg potravín.

- Monitoruj s použitím tabuliek (literatúry, Internetu) svoj denný príjem potravín a tekutín a ich energetickú hodnotu a vykonanú prácu.
- Urči približnú spotrebu energie bazálneho metabolizmu za jeden deň pre seba, ak vychádzaš z *BSA*, a spolužiaka, ktorý má *BSA* výrazne vyššie.
- Akú hodnotu  $t_1$  teploty má v čase monitoringu stravovania tvoje telo a akú hodnotu  $t_2$  okolité prostredie?
- Vypočítaj svoj *BMI* (Body Mass Index, index telesnej hmotnosti) definovaný ako podiel hmotnosti tela v kilogramoch a druhej mocniny výšky človeka v jednotkách meter:

$$BMI = \frac{m}{h^2}.$$

Hoci *BMI* z hľadiska zdravotného stavu človeka nie je individuálne významná veličina, zaznamenávajú ju lekári do zdravotnej karty, najmä u dospelých a starších ľudí. *BMI* sa berie do úvahy najmä na porovnanie telesného stavu a zdravotného stavu pre štatistiky obyvateľstva.

Plocha povrchu tela (*BSA*): Na výpočet povrchu tela najviac používaný je zložitý vzorec, ktorý môžeš použiť na výpočet plochy povrchu tela s použitím kalkulačky.

$$BSA = m^{0,425} \times h^{0,725} \times 0,007184.$$

Hmotnosť  $m$  v kg, výška  $h$  v cm a obsah povrchu tela *BSA* je v  $m^2$ . Je to približná hodnota, ktorú používajú najmä lekári. Uváž a napíš, ako závisí odpadové teplo človeka od *BSA*.

- Zostroj blokovú schému premien energií vo svojom tele, ak vychádzaš z meraných hodnôt, analogickú ako je uvedená v diagrame na obr. F–4. V častiach grafu, ku ktorým nemáš k dispozícii namerané podklady, urči príslušné energie odhadom, príp. ak ide o chôdzu pomocou mobilnej aplikácie „pedometer“.

---

#### 59. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie F

Autori úloh:	Daniel Kluvanec (1 – 4, 6, 7), Aba Teleki (5)
Recenzia a úprava úloh:	Ivo Čáp
Redakcia:	Daniel Kluvanec
	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal:	IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2017