

60. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2018/2019
 kategória F – domáce kolo

Riešenie úloh

1. Fyzikálne veličiny a ich jednotky

Riešenie:

Názov veličiny	Značka veličiny	Fyzikálna jednotka veličiny	Značka jednotky	Názov jednotky	Počet bodov
dĺžka	L	1 m	m	meter	
obsah	S	1 m ²	m ²	štvorcový meter	0,5
objem	V	1 m ³	m ³	kubický meter	0,5
hmotnosť	m	1 kg	kg	kilogram	0,5
hustota	ρ	1 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	kilogram na kubický meter	0,5
čas	t, τ	1 s	s	sekunda	0,5
rýchlosť	v	1 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	meter za sekundu	0,5
teplota	t	1 °C	°C	Celziov stupeň	0,5
termodynamická teplota	T	1 K	K	kelvin	0,5
sila	F	1 N	N	newton	0,5
práca	W	1 J	J	joule	0,5
energia	E	1 J	J	joule	0,5
teplo	Q	1 J	J	joule	0,5
výkon	P	1 W	W	watt	1
d'alsie napr.					
rovinný uhol	α	1 rad	rad	radián	1
látkové množstvo	n	1 mol	mol	mól	1
tepelná kapacita	C	1 $\frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$	$\frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$	joule na stupeň	1

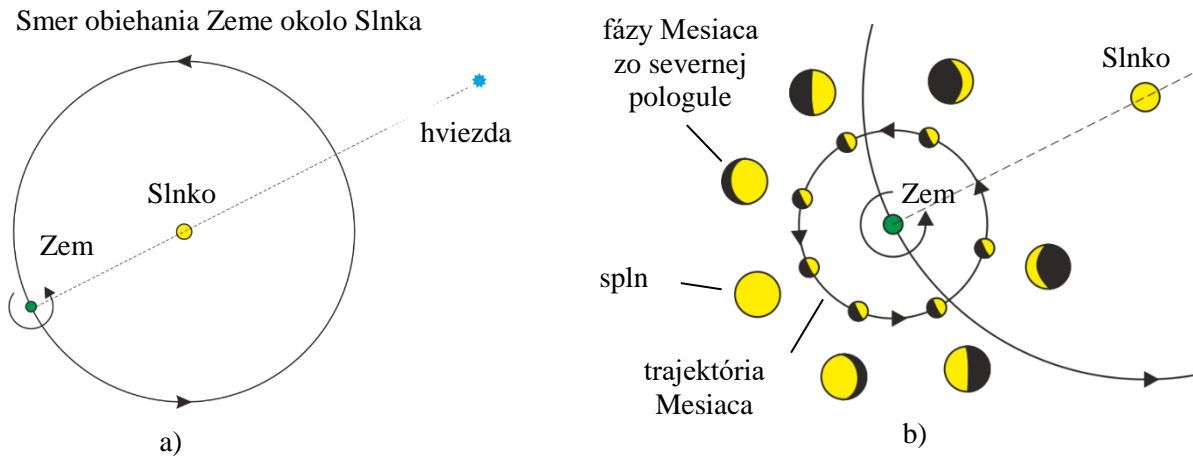
alebo veličiny a jednotky z iných častí fyziky (napr. napätie, prúd, odpor, náboj, ...)

2. Mesiac, ktorý cúva a dorastá

Riešenie:

- a) Siderický rok alebo hviezdny rok je doba, ktorá uplynie medzi dvoma po sebe nasledujúcimi návratmi Slnka v rovine obehu (po ekliptike) k tej istej hviezde. Dĺžka siderického roku je 365,256363004 d. Za jeden siderický rok Slnko vyjde na východe 365 krát. 1b
 Zem voči vzdialenej hviezde sa otočí o jeden krát viac, než vyjde slnko na východe, 1b
 lebo sa otáča pri obíehaní okolo Slnka tak, ako je znázornené na obr. RF-1a (pohľad zo severného pólu Zeme). 1b

Spolu za a) 3 b



Obr. RF-1

- b) Nakreslenie trajektórie Mesiaca, a smer obiehania Mesiaca okolo Zeme (obr. RF-1b). 1b
 Na obrázku sú znázornené jednotlivé fázy Mesiaca tak, ako by sme videli na severnej pologuli (napr. na severnom póle). 1b

Mesiac začína v novu, keď prechádza pred Slnkom (pokiaľ nezakryje Slnko a nenastane zatmenie Slnka, v tejto fáze ho nevidíme). Nasleduje tenký kosák v tvare písmena D, ktorý hrubne až nastane spln. Po splne nastávajú fázy v tvare písmena C. Polohu Mesiaca pre jednotlivé fázy (pri pohľade zo severného pólu) vieme nakresliť z geometrickej predstavy a nepotrebujeme vedieť v akom poradí za sebou fázy Mesiaca idú. Z poradia fáz vyplýva smer obehu Mesiaca okolo Zeme na jeho trajektórii. 1b

Spolu za riešenie b) 3 b

- c) Pravidlo cúva/dorastá platí na celej zemeguli, pokiaľ pozorujeme Mesiac tak, že si ľahneme na zem a naša hlava smeruje k severnému pólu, kým nohy k južnému pólu. Mesiac však nemáme vo zvyku pozorovať týmto spôsobom, ale v stojí, a podľa možnosti v pohodlnej polohe, keď je mesiac nad horizontom. Na severnej pologuli (presnejšie v zemepisných šírkach severne od obratníka Raka, ako napr. v našich zemepisných šírkach) je Mesiac nad horizontom smerom na juh. Na južnej pologuli (presnejšie južne od obratníka Kozorožca, napr. v Austrálii) je Mesiac nad horizontom smerom na sever. Na južnej pologuli, ak naša hlava smeruje k južnému pólu a nohy k severnému pólu – pozeráme sa na ten istý jav „hlavou dolu“ v porovnaní s pozorovateľom na severnej pologuli. Kosák, ktorý na severnej pologuli pripomína písmeno C, na južnej pologuli, týmto spôsobom (hlavou dolu), pripomína písmeno D. Kosák, ktorý pripomína písmeno D na severnej polguli, zase na južnej polguli (hlavou dolu) pripomína písmeno C, teda presne ako je opísané v zadaní úlohy.

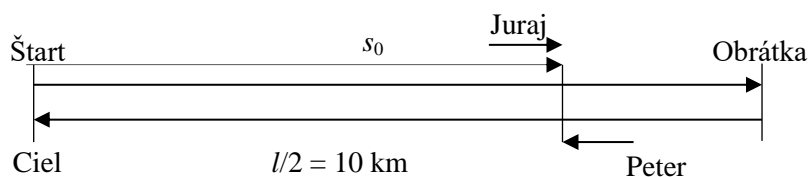
- rozpoznanie toho, že Mesiac väčšinou pozorujeme nad horizontom (v južnom smere) 1b

- rozpoznanie toho, že za rovnakých podmienok pozorovateľ na južnej pologuli pozoruje ten istý mesiac „hlavou dolu“ 2b
 - zámena tvarov C/D pri pozorovaní „hlavou dolu“. 1b
- Môže byť viac kreatívnych vysvetlení. Je potrebné zvážiť, či vysvetlenie nie je v rozpore s určitými predpokladmi (napr. o zemepisnej šírke pozície pozorovateľa).
- Spolu za riešenie c) 4 b

3. Diaľkový beh

Riešenie:

- a) Náčrtok obr. RF-2 1b



Obr. RF-2

- b) Priemerné rýchlosti $v_{P1} = \frac{l}{2 t_{P1}}$, $v_{J1} = \frac{l}{2 t_{J1}}$,
 pre dané hodnoty veličín $v_{P1} = 18,0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, $v_{J1} \approx 17,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. 2b
 Pre beh od obrátky späť do cieľa $v_{P2} = \frac{l}{2 (t_{P2} - t_{P1})}$, $v_{J2} = \frac{l}{2 (t_{J2} - t_{J1})}$,
 pre dané hodnoty veličín $v_{P2} \approx 17,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ a $v_{J2} = 16,0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.
 Na celej trati $v_{P3} = \frac{l}{t_{P2}}$, $v_{J3} = \frac{l}{t_{J2}}$. Pre dané hodnoty $v_{P3} \approx 17,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, $v_{J3} \approx 16,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. 2b
- c) Peter a Juraj sa stretnú na trati, a to v okamihu, v ktorom sa rýchlejší Peter už vracia späť z obrátky, kým pomalší Peter ešte len dobieha do obrátky. Do bodu stretnutia prejde Juraj dráhu s_0 a Peter $l - s_0$, obr. RF-2.
 Vyjadríme čas stretnutia $t_0 = \frac{s_0}{v_{J1}} = \frac{1}{v_{P1}} \frac{l}{2} + \frac{1}{v_{P2}} \left(\frac{l}{2} - s_0 \right)$. Z toho dostaneme

$$s_0 = \frac{l}{2} \frac{v_{J1}}{v_{P1}} \frac{v_{P1} + v_{P2}}{v_{J1} + v_{P2}} \approx 9,78 \text{ km.}$$
 1b
 Čas stretnutia

$$t_s = \frac{s_0}{v_{J1}} \approx 34 \text{ min } 7 \text{ s.}$$
 1b
- d) Presnosť merania stopkami $\Delta t = 0,1 \text{ s}$. Ak časy dobehu padnú do rozsahu zaokrúhľovania, budú časy na displeji stopiek rovnaké. Rozsah zaokrúhľovania na desatinu je $-0,05 \div +0,05 \text{ s}$, tzn. $\delta t = 0,1 \text{ s}$. Bežci šprintovali rýchlosťou $v = \frac{100 \text{ m}}{12,3 \text{ s}} \approx 8,13 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Pri tejto rýchlosti zodpovedá času δt dráha $s = v \delta t = 0,81 \text{ m}$.
 V okamihu prechodu cieľovou čiarou bol pomalší bežec pozadu o menej ako 0,81m. 2b

4. Plávajúce telesá vo vode

Riešenie:

- a) Výška valcov $h = V/S = 2,5$ cm.

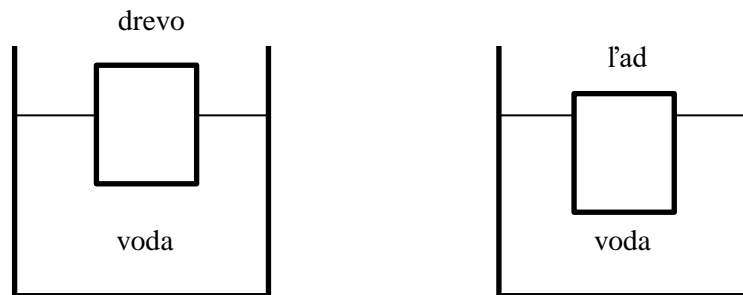
Hmotnosť valcov $m_d = V \rho_d$, $m_d = 150$ g, $m_r = V \rho_r$, $m_r = 230$ g.

1b

- b) Ak je valec ponorený do hĺbky $h_p < h$ (pláva na hladine), pôsobí na jeho podstavu hydrostatický tlak $p = h_p \rho_v g$ a tlaková sila smerom nahor $F_v = p S = S h_p \rho_v g$. Veličina $V_v = S h_p$ je objem ponorenej časti valca a $m_v = \rho_v V_v$ hmotnosť vody vytlačenej ponorenou časťou valca. Tlaková sila $F_v = m_v g$ je rovná gravitačnej sile pôsobiacej na vodu s objemom rovným objemu ponorenej časti valca a nazýva sa vztlaková sila. Ak je táto sila rovnaká ako gravitačná sila pôsobiaca na valec $F_g = m g$, teleso pláva. Znamená to, že pri plávaní valca je hmotnosť valca rovná hmotnosti vody s objemom rovným objemu ponorenej časti valca, ako to vyplýva z Archimedovho zákona. Z rovnosti hmotností $\rho_v V_p = \rho V$ vidíme, že ak má byť $V_p < V$, musí byť $\rho < \rho_v$. Podmienka plávania valca v kvapaline je, že hustota valca ρ musí byť menšia ako hustota vody ρ_v , čo je v našom prípade pre oba valce splnené. Čím je hustota valca väčšia, tým hlbšie sa valec ponorí.

4b

- c)



Obr. RF-3

1b

Keďže $\rho_d < \rho_r$, ľadový valec je ponorený hlbšie ako drevený, ako je to znázornené na obr. RF-3.

- d) Z Archimedovho zákona $m = \rho_v S h_p$ určíme hĺbku ponorenia valca h_p .

Výška vynorenej časti $h_v = h - h_p$ a po dosadení $h_v = h - \frac{m}{\rho_v S}$.

Pre drevený valec $h_{vd} = 1,0$ cm, pre ľadový valec $m_{vr} = 0,20$ cm.

2b

- e) Ak valec z vody vytiahneme, hladina vody v nádobe poklesne, v prípade dreveného valca menej, v prípade ľadového valca viac, lebo bol ponorený väčšou časťou objemu. Ak sa ľadový valec roztopí, premení sa na vodu s rovnakou hmotnosťou, tzn. vodu s objemom, ktorý sa rovná objemu ponorenej časti ľadového valca. Hladina vody v nádobe sa preto po roztopení ľadového valca nezmení.

2b

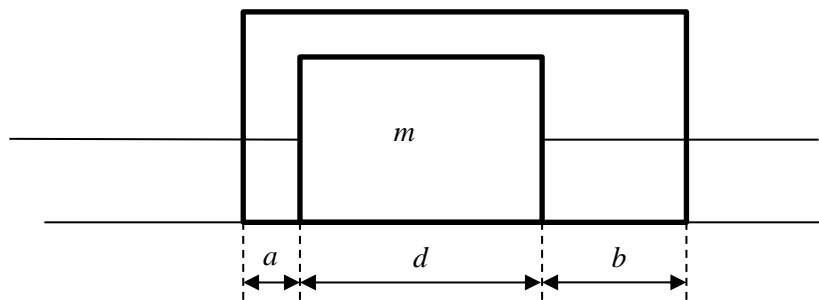
5. Čierna skrinka

Riešenie:

Z grafu na obr. F-3 a vyplýva: ak zväčšujeme silu F_1 , začne sa bod A (niť) posúvať až keď sila dosiahne hodnotu $F_1 = 1 \text{ N}$. Pri tejto hodnote sily sa bod A (niť) posunie o $\Delta x_1 = 5 \text{ cm}$ (obr. F-2 a). Naspäť silomer ťahá niť rovnako veľkou silou $F_2 = 1 \text{ N}$ a bod B sa posunie o $\Delta x_2 = 15 \text{ cm}$ (obr. F-2 b). Jednoduché vysvetlenie je, že vo vnútri škatule je teleso, ktoré sa posúva ťahom nite po vodorovnej podložke. Sila ťahu vlákna je rovná sile trenia $F_t = fmg$. Narastanie sily F_1 i F_2 bez ďalšieho zväčšovania posunutia znamená, že teleso sa oprelo o stenu škatule. Znamená to, že od jedného konca k druhému prejde teleso dráhu $s = 15 \text{ cm}$. Keďže dĺžka škatule je $l = 25 \text{ cm}$, je dĺžka telesa $d = 10 \text{ cm}$.

Usporiadanie čiernej skrinky je znázornené na obr. RF-4.

Ak umiestnime škatuľu zvislo, klesne teleso k dolnej stene. Ak začneme ťahať za silomer smerom nahor, začne sa teleso dvíhať, až keď ťahová sila dosiahne veľkosť gravitačnej sily $F_g = mg$. Pri zvislom pohybe trenie nepôsobí, lebo teleso nie je s stenu škatule prtláčané. Pri posúvaní nahor sa sila nemení až do dosiahnutia hornej polohy.



Obr. RF-4

Z uvedených hodnôt vyplývajú nasledujúce údaje:

- vo vnútri je teleso, ktoré sa ťahom posúva po vodorovnej podložke, 4b
- teleso má dĺžku $d = 10 \text{ cm}$, 2b
- teleso má hmotnosť $m = 0,5 \text{ kg}$ (predpokladáme $g = 10 \text{ N/m}$), 2b
- koeficient trenia medzi telesom a podložkou $f = F_t/F_g = 0,2$. 2b

6. Tepelný zásobník (rezervoár)

Riešenie:

- a) Voda má pre prírodu rad významných a jedinečných vlastností, ktoré sú dôležité pre život na Zemi. Okrem mechanických, elektrických, optických, chemických vlastností sú to aj vlastnosti tepelné.
- Voda je látka s najväčšou hmotnostnou tepelnou kapacitou, a preto je schopná akumulovať veľké množstvo tepla, napr. v oceánoch alebo jazerách. Presvedčujeme sa o tom aj v podmienkach malých domových bazénov, napr. v čase letných horúčav. Príkladom prírodného javu sú morské prúdy, napr. Golský prúd, v ktorom voda prenáša teplo získané

v rovníkovej oblasti do polárnych oblastí a spôsobuje tak mierne podnebie v oblasti severozápadnej Európy.

- Pri vyparovaní vody sa prostrediu odoberá značné množstvo tepla, čím sa prostredie chladí. Chladenie odparovaním vody využívajú napr. rôzne živočíchy aj človek (chladenie potením).
- Najväčšiu hustotu má voda s teplotou približne 4 °C. V rybníku sa voda s touto teplotou drží pri dne, zatiaľ čo zamrzajúca voda s teplotou 0 °C pri hladine. Rybník tak pomaly zamrza od hladiny nadol, čo umožňuje vodným živočíchom prežiť zimu.
- Ľad má väčší objem ako voda s rovnakou hmotnosťou. Pri zamrzaní vody v skalných puklinách dochádza k rozširovaniu puklín a trhaniu skál, a tak k postupnému zvetrávaniu skál.
- Pevninský ľad v polárnych oblastiach viaže obrovské množstvo vody. Pri globálnej zmene teploty sa ľadovce roztápajú, čo môže vyvolať zmenu výšky hladiny oceánov a ohrozenie nižšie položených pobrežných osídlení.

(za každú správnu odpoveď 0,5 b, max. 1,5 b)

1,5b

- b) Vodná plocha predstavuje obrovskú zásobáreň tepla a teda pôsobí ako teplotný stabilizátor. Pri zvýšenej teplote ovzdušia sa zvýši odparovanie a tým sa prostredie chladí. Ak dôjde k poklesu teploty ovzdušia, zohrieva sa vzduch od teplejšej vody. Tak sa zmierňujú výkyvy teploty pri vodných plochách. Pevná zem má menšiu hmotnostnú tepelnú kapacitu a tým schopnosť viazať teplo, preto je tu efekt stabilizácie teploty podstatne slabší a krátkodobý. Napr. v púšti sa cez deň zvýši teplota až na 40 °C, ale v noci klesá aj pod 0 °C.

2b

- c) Teplo, ktoré sa uvoľní pri ochladení vody

$$Q_1 = \rho V c (t_1 - t_2). \text{ Pre dané hodnoty } Q_1 \approx 113 \text{ kJ.}$$

1b

Teplo dodané elektrickým ohrievačom

$$Q_1 = U I \tau, \text{ kde } \tau \text{ je doba činnosti ohrievača.}$$

Odtiaľ máme

$$I = \frac{Q_1}{U \tau}, \text{ pre dané hodnoty } I \approx 0,14 \text{ A.}$$

1b

- d) Využitelné teplo

$$Q_2 = c \rho V_2 (t_3 - t_4) \eta. \text{ Pre dané hodnoty } Q_2 \approx 287 \text{ GJ} \approx 79 \text{ 700 kWh}$$

2b

Potrebné množstvo uhlia

$$m = \frac{Q_2}{H}, \text{ pre dané hodnoty } m \approx 19,1 \text{ t.}$$

1b

- e) Technické zariadenia môžu byť napr.

- prenos tepla horúcovodmi z teplárne do sídliska,
- prenos tepla v ústrednom kúrení v dome,
- odvod tepla z jadrového reaktoru vodou prúdiacou v chladiacom okruhu,
- vodou chladené motory automobilov,
- domáci bojler ako zásobník teplej vody,
- Zem ako zásobník tepla – geotermálne zariadenia,
- v minulosti ľadovne (sklady ľadu získaného v zime) ako celoročný zdroj chladu.

1,5b (za každú správnu odpoveď 0,5b, max. 1,5b)

1,5b

7. Skúmanie deformácie gumového vlákna – experimentálna úloha

V procese poznávania je dôležitým zdrojom informácií experiment. Jav najprv pozorujeme, skúmame, a až potom tvoríme teóriu, ktorá sa snaží experiment opísať. Predmetom experimentu môže byť každý prírodný jav, ktorý vo svete okolo nás pozorujeme.

V tejto úlohe sa budeš zaoberať pružnosťou tuhých látok. Ako najvhodnejší materiál použijeme gumové vlákno.

Pri fyzikálnych experimentoch je dôležitý správny záznam nameraných hodnôt a správne vyhodnotenie merania. Zoznám sa s pravidlami vytvárania tabuliek a grafov, najlepšie s použitím počítača.

Úloha:

Over lineárnosť, resp. nelineárnosť dĺžkovej deformácie gumového vlákna a urči koeficient pružnosti vlákna.

- a) Vymysli vhodné usporiadanie experimentu tak, aby bolo možné gumové vlákno napínať, merať silu F , ktorou je vlákno napínané, a predĺženie Δl vlákna.

Pozn.: Na napínanie vlákna možno použiť silomer alebo závažia.

- b) Zväčšuj napínajúcu silu F a meraj predĺženie Δl vlákna. Hodnoty sily a predĺženia zaznamenaj do tabuľky. Potom silu znižuj a opäť zaznamenávaj do tabuľky silu F a predĺženie Δl .

- c) Z nameraných hodnôt zostroj graf závislosti predĺženia Δl od napínajúcej sily F . Rozhodni, či je závislosť lineárna a v akom rozsahu napínajúcej sily. Do toho istého grafu zakresli krivku pre zväčšovanie sily a následné znižovanie sily a rozhodni, či sa obe krivky prekrývajú, tzn. či je deformácia skutočne pružná.

- d) Lineárnou časťou závislosti prelož trendovú priamku a pomocou tejto priamky urči koeficient pružnosti k vlákna, $k = \frac{\Delta l}{\Delta F}$ v jednotkách $\frac{\text{cm}}{\text{N}}$.

- e) Meranie opakuj pre rôzne dĺžky vlákna a urči, ako koeficient pružnosti k závisí od dĺžky vlákna.

Pomôcky: gumové vlákno (gumičku možno kúpiť v predajni galantérie alebo v obchode pre modelárov), dĺžkové meradlo s milimetrovou stupnicou, silomer s dostatočným rozsahom alebo závažia.

Poznámka

Najvhodnejší spôsob usporiadania experimentu je zaťažovanie zavesenie vlákna závažím.

Najprv si napínanie vlákna vyskúšaj a zisti, aké zaťaženie vydrží. Potom napínaj vlákno čo najviac, ale aby sa nepretrhlo, a bolo možné silu napínania na tom istom vlákne zasa znižovať.

Pri zakresľovaní krivky nespájaj body, ale vytvor hladkú krivku, prípadne priamku, ktorá bodom čo najlepšie zodpovedá.

60. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie F

Autori návrhov úloh:	Daniel Klivanec 1,5,6, Monika Hanáková 4, Ivo Čáp 2, 3,7
Recenzia a úprava úloh a riešení:	Ivo Čáp
Preklad textu úloh do maďarského jazyka:	Ivo Čáp
Redakcia:	Daniel Klivanec
Vydal:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2018