

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

Texty úloh

Milý riešiteľ Fyzikálnej olympiády,

predkladáme Ti na riešenie 7 úloh, ktoré sme pripravili pre domáce kolo Fyzikálnej olympiády v školskom roku 2018 – 2019 pre žiakov 8. ročníka, prípadne aj nižších ročníkov, pokiaľ si na riešenie týchto úloh trúfajú. Fyzikálna olympiáda je určená pre žiakov, ktorých fyzika zaujíma a baví a sú ochotní urobiť aj niečo navyše, ako len precvičovať školské učivo..

Pôvab fyziky spočíva v tom, že odhaľuje tajomstvá sveta okolo nás. A nemusíme chodiť ďaleko. Zaujímavé veci sú kdekoľvek sa pozrieme. Iba sa musíme učiť pozerat'.

Základom poznávania a fyzikálneho poznávania osobitne je pozorovania vecí a javov s cieľom čo najviac sa dozvedieť o svete a prírode okolo nás. Konečným cieľom fyziky nie je len učenie vzorcov a počítanie úloh. Fyzika ako veda má cieľ vysvetľovať a objavovať doteraz nepoznané. Ak máme byť úspešní na ceste za poznáním, potrebujeme postupovať pomaly, od jednoduchých vecí k zložitejším. A musíme si k tomu rozvíjať i potrebné nástroje. Jedným z nástrojov sú meracie prístroje a pomôcky, druhým matematika. Tretím hlavným nástrojom je fyzikálne myslenie.

Aby sme Ti pomohli na ceste za fyzikálnym poznáním, pripravili sme niekoľko problémov, ktoré by Ťa mohli zaujať. Niektoré sú experimentálne, ktoré od Teba vyžadujú uskutočniť pokus, skúmať rôzne okolnosti a samostatne objavovať a formulovať užitočné závery. Iné sú také, že Ťa v zadaní úloh zoznámime s už získanými faktami, napr. z vyučovania fyziky, a Tvojou úlohou je tieto fakty využiť v riešení úlohy a objaviť odpovede na uvedené otázky.

Na prvý pohľad sa môže zdať, že niektoré úlohy sú veľmi dlhé a náročné, ale to môže byť len prvý vonkajší dojem. K úlohám sme pripravili aj úvodné rozprávanie (informácie), ktoré Ťa uvedú do sveta daného javu alebo deja. Až potom prichádzajú otázky. Naším cieľom nie je mechanické riešenie úlohy, ale chceme, aby si aj v súvislostiach vnímal definovaný problém, vedel si ho reálne predstaviť a sám nachádzal a objavoval potrebné vysvetlenia a riešenia. Úlohy fyzikálnej olympiády, by Ti mohli priblížiť zaujímavosť a objavnosť fyziky.

Aby si prenikol do problémov, ktoré prekračujú rámec vyučovania, niekedy nestačia iba jednoduché vedomosti získané na hodinách matematiky a fyziky v škole. Niekedy je potrebné v učebnici alebo v inej literatúre, na internete, pozrieť si niečo navyše, alebo si nechať poradiť od učiteľa alebo iných ľudí s potrebným vzdelaním. Ak by si chcel byť maliarom, nestačí spoliehať sa iba na hodiny kreslenia v škole, ak chceš byť dobrým bežcom, nestačia iba hodiny telocviku, a ak chceš byť „fyzikálnym olympionikom“, tiež nestačí iba to, čo sa dozvieš na hodinách fyziky v škole. Fyzikálne poznanie je užitočné takmer vo všetkých vedných odboroch a profesiách. Prispieva aj k vnímaniu a pochopeniu iných vedných odborov a vyučovacích predmetov, napr. chémie, biológie, matematiky, informatiky, ale aj humanitných predmetov.

1. Fyzikálne veličiny a ich jednotky

Fyzika umožňuje nielen pochopiť priebeh a podstatu dejov, s ktorými sa bežne stretávame, či osobnou skúsenosťou alebo formou správ o vedeckých a technických úspechoch, ale aj skúmať tieto deje kvantitatívne, tzn. merať hodnoty veličín. Aby sme sa mohli s prírodou a technikou „rozprávať“, musíme ovládať základný „jazyk“, podobne ako medzi ľuďmi používame rôzne jazyky (slovenčinu, angličtinu a pod.). Fyzikálne veličiny sú základné „slovička“ tohto jazyka, fyzikálne zákony a vzťahy „gramatické pravidlá“. Dôležité je preto dokonale poznať základný „slovníček“ fyziky. Každá veličina opisuje konkrétny jav, má svoj názov, bežne používanú značku a definovanú jednotkovú veľkosť – fyzikálnu jednotku, ktorá má tiež značku a názov.

V nasledujúcej úlohe si preštuduj tematické okruhy: kinematika, mechanika a termodynamika, urob si prehľad veličín a ich jednotiek, ktoré sa v daných okruhoch definujú.

Na základe tohto prehľadu doplň nasledujúcu tabuľku vybraných fyzikálnych veličín podľa vzoru v prvom riadku. Použi obvyklé značky veličín používané vo fyzike a jednotky medzinárodnej sústavy SI (z franc. *Système International d'Unités*), vrátane ich značiek a názvov. V posledných troch riadkoch doplň ešte ľubovoľné ďalšie fyzikálne veličiny a jednotky podľa vlastného výberu.

Názov veličiny	Značka veličiny	Fyzikálna jednotka veličiny	Značka jednotky	Názov jednotky
dĺžka	l, s	1 m	m	meter
		1 m ²		
				kubický meter
	m			
		1 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$		
				sekunda
rýchlosť				
			°C	
		1 K		
	F			
			pascal	
práca				joule
energia				
teplo				
	P			

2. Mesiac, ktorý cúva a dorastá

Dĺžka jedného roka je $1 r = 365,256363004$ d (dní). Zem obieha okolo Slnka na približne kružnicovej trajektórii. Mesiac obieha okolo Slnka spolu so Zemou, pričom Mesiac obieha okolo Zeme po približne kružnicovej trajektórii.

- a) Koľko krát sa otočí Zem okolo svojej osi za jeden *siderický rok*? Definíciu siderického roka zisti z literatúry a pre vysvetlenie zhotov názorný obrázok. Vyznač v obrázku smer obiehania Zeme a smer, v ktorom sa Zem otáča okolo vlastnej osi – riešenie vysvetli.

Poučka z učebnice hovorí, že fázy Mesiaca za sebou idú tak, že Mesiac narastá, ak osvetlená strana Mesiaca pripomína písmeno D, a Mesiac cúva, ak osvetlená strana má tvar písmena C.

- b) Zhotov názorný obrázok ako v časti a) úlohy. Obrázok doplň trajektóriou Mesiaca okolo Zeme a znázorni pozície Mesiaca na jeho trajektórii pre prípady keď Mesiac „cúva“ a keď Mesiac „dorastá“. Na obrázku vyznač smer obiehania Mesiaca okolo Zeme a riešenie vysvetli.
- c) Vyššie uvedené vysvetlenie pojmov cúva/dorastá neplatí v Austrálii – tam Mesiac dorastá, keď má tvar písmena C a cúva, keď má tvar písmena D. Vysvetli prečo je to tak. Vo vysvetlení môžeš použiť pomocné obrázky.

Pre zjednodušenie predstáv predpokladaj, že Zem obieha okolo Slnka v tej istej rovine, v ktorej obieha Mesiac okolo Zeme.

3. Diaľkový beh

Pohyb je fyzikálny dej, ktorý je súčasťou života a prírody. Kinematiku považujeme za základnú kapitolu školskej fyziky. Premysli si základné pojmy a veličiny z kinematiky, ako sú dráha, posunutie, čas pohybu, rýchlosť pohybu, skladanie rýchlosti a pod. Ako sa tieto veličiny merajú?

Častou súťažou i pre amatérov sú diaľkové behy. Pozrime sa na jeden takýto beh s dĺžkou trate $l = 20,0$ km. Najskôr sa beží po vodorovnej trati s dĺžkou 10,0 km, pričom pretekári dobehnú ku obrátke, kde sa otočia a po rovnakej trati sa bežia späť. V poli pretekárov je Peter a Juraj. Peter je zdatnejší bežec ako Juraj. Petrovi na obrátke namerali čas $t_{P1} = 33$ min 20 s a Jurajovi $t_{J1} = 34$ min 55 s. V cieľi im namerali časy $t_{P2} = 1$ h 8 min 15 s a $t_{J2} = 1$ h 12 min 25 s.

- a) Nakresli náčrtok bežeckej trate a vyznač v ňom podstatné údaje o trati a behu pretekárov.
- b) Urči priemerné rýchlosti v_{P1} , v_{J1} pretekárov v prvej polovici preteku, priemerné rýchlosti v_{P2} , v_{J2} v druhej polovici preteku a priemerné rýchlosti v_{P3} , v_{J3} oboch pretekárov na celej trati.
- c) Predpokladaj, že celú prvú časť preteku bežia bežci stálou rýchlosťou v_{P1} a v_{J1} a celú druhú časť stálou rýchlosťou v_{P2} , v_{J2} . Stretne sa Peter s Jurajom na niektorom mieste trate? Vysvetli. Urči čas t_0 a vzdialenosť od štartu s_0 okamihu stretnutia oboch pretekárov na trati.
- d) Čas behu merali stopkami s presnosťou na jednu desatinu sekundy. Dvaja iní pretekári sa usilovne predhánali v posledných metroch pred cieľom, pričom v záverečnom šprinte prekonali posledných 100 m za čas 12,3 s. Aj keď nedobehli úplne súčasne, v cieľi im namerali rovnaký čas. Aká maximálna vzdialenosť mohla medzi nimi byť keď prebiehali cieľom?

4. Plávajúce telesá vo vode

Zo skúsenosti poznáme správanie telies v kvapalinách. Niektoré telesá klesnú na dno, iné sa v kvapaline vznášajú a iné plávajú. Zopakuj si tieto pojmy a uváž podľa Archimedovho zákona, prečo niektoré telesá plávajú, iné sa vznášajú a niektoré sa ponoria na dno.

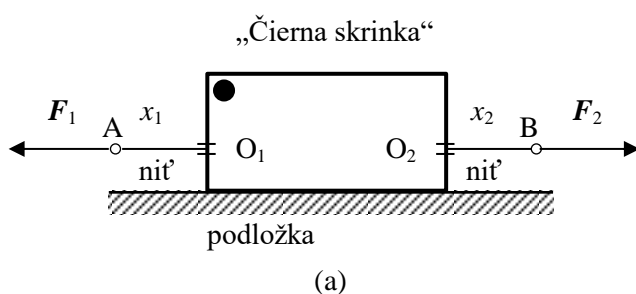
Vedľa seba sú dve nádoby s vodou, pričom v oboch je hladina vody na rovnakej úrovni. V nádobách plávajú telesá, obe v tvare valca s rovnakým objemom $V = 250 \text{ cm}^3$ a rovnakým obsahom postavy $S = 100 \text{ cm}^2$, avšak prvé je z dreva a druhé z ľadu. Hustota dreva $\rho_d = 0,60 \text{ g/cm}^3$, ľadu $\rho_l = 0,92 \text{ g/cm}^3$, hustota vody $\rho_v = 1,0 \text{ g/cm}^3$.

- Urči výšku a hmotnosť oboch telies.
- Vysvetli, prečo telesá plávajú a akú podmienku musia splniť, aby sa udržali na hladine.
- Načrtni danú situáciu. V náčrte porovnaj aj ponor oboch telies.
- Urči výšku častí telies vyčnievajúcich nad hladinu vody.
- Ako sa zmení úroveň hladiny vody v nádobách po vytiahnutí telies? Vzájomne porovnaj prípady v oboch nádobách na základe fyzikálnych úvah. Čo sa stane s hladinou vody v nádobe (klesne, nezmení sa, stúpne), ak necháme ľad roztopiť? Svoje tvrdenie fyzikálne zdôvodni.

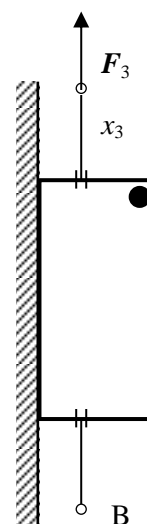
5. Čierna skrinka

Často sa stretávame s tajomnými priestormi, ktoré ukrývajú neznámy obsah. Vo fyzike alebo technike sa často stretávame s pojmom „čierna skrinka“. Zvyčajne sa tým myslí naprieľadná škatuľa, ktorú možno skúmať podľa reakcie na vonkajšie podnety. Čierne skrinky môžu byť elektrické – sú na nich svorky, ku ktorým možno pripájať zdroje alebo meracie prístroje, ale aj tepelné, mechanické, optické a pod. Cieľom skúmania čiernej skrinky je zistiť, čo sa v nej ukrýva.

V tejto úlohe budeš skúmať obsah mechanickej čiernej skrinky, v ktorej sa nachádzajú určité mechanické súčiastky. Úlohou je zistiť čo najviac informácií o tom, aké mechanické objekty sa vo vnútri nachádzajú a aké majú mechanické vlastnosti.



(a)
Obr. F-1



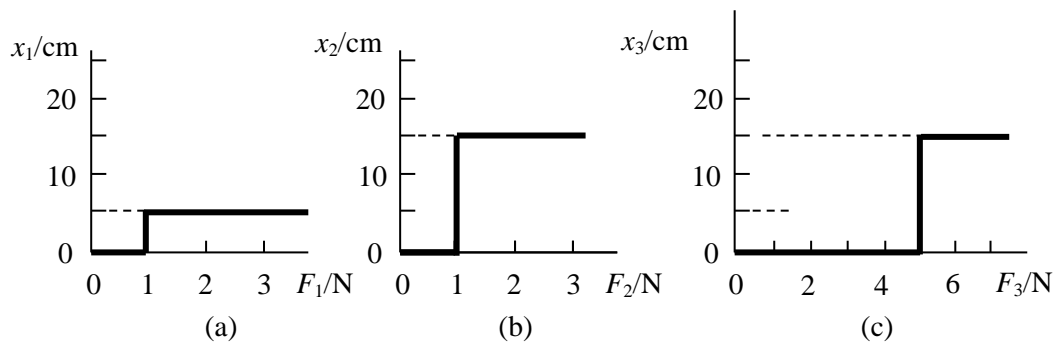
(b)

Čiernu skrinku na obr. F-1 predstavuje škatuľa s dĺžkou $l = 25 \text{ cm}$ pripevnená k podložke. V škatuli sú proti sebe dva otvory O_1 , O_2 , ktorými prechádzajú nite. K dispozícii máme jeden silomer a jedno

dĺžkové meradlo. Silomer možno pripojiť k jednej z nití v bode A alebo B. Pri zmene ťahu silomera sa pozoruje zmena dĺžky x nite, ktorá vyčnieva zo škatule na strane pripojeného silomera.

- a) Najprv je škatuľa umiestnená vodorovne, obr. F-1 (a). Silomer pripojený ku koncu A nite posúvame v označenom smere silou F_1 a meriame posunutie x_1 bodu A (nite). Namerané hodnoty ťahovej sily F_1 a posunutia x_1 sú znázornené v grafe na obr. F-2 (a). Po dosiahnutí krajnej polohy silomer pripojíme ku koncu B druhej nite, ťaháme ním v označenom smere sily F_2 a zaznamenáme veľkosť ťahovej sily F_2 a posunutie x_2 bodu B. Výsledky sú znázornené v grafe na obr. F-2 (b).
- b) Potom sa podložka so škatuľou postaví do zvislého smeru, obr. F-1 (b). Silomer pripojíme k niti v bode A, niť sa napne v zvislom smere. Silomer sa začne ťahať nahor a určuje sa veľkosť ťahovej sily F_3 a posunutie x_3 bodu A zo začiatkovej polohy. Výsledky sú znázornené v grafe na obr. F-2 (c).

Podľa výsledkov merania určí vnútorné usporiadanie v škatuli, znázorni ho pomocou obrázku a určí čo najväčší počet údajov, ktoré opisujú vlastnosti sústavy.



Obr. F-2

6. Tepelný zásobník (rezervoár)

Podobne ako sa ukladá elektrická energia do zariadení, ktoré nazývame elektrické akumulátory, možno ukladať aj teplo do vhodných tepelných zariadení, tepelných zásobníkov (tepelných akumulátorov). Na povrchu Zeme neustále prebiehajú procesy tepelnej výmeny a akumulácie tepla, ako súčasť procesov v prírode. Pre tepelné javy na povrchu Zeme sú najdôležitejšie činitele slnečné žiarenie a voda.

- Dôležitou látkou z hľadiska tepelných javov v prírode je voda v rôznych skupenstvách. Uveď aspoň tri príklady prírodných tepelných javov, v ktorých sa voda uplatňuje, a uveď fyzikálnu vlastnosť, ktorá je pre daný jav určujúca.
- Klimatické podmienky na pevnine v blízkosti veľkých vodných plôch (jazerá, moria) sú badateľne rozdielne od podmienok v miestach vzdialených od vodných plôch. Na pobreží je stabilnejšia teplota v porovnaní s vnútrozemím. Vysvetli.
- Termofor (plochá gumová fľaša), obr. F–2, je jednoduchý tepelný akumulátor, ktorý sa bežne používa v domácnosti na ohrievanie častí tela pri zdravotných problémoch. Termofor s objemom $V_1 = 1,5$ l naplníme vodou so začiatočnou teplotou $t_1 = 55$ °C a ponecháme ho pôsobiť na príslušnú časť tela, až kým jeho teplota nepoklesne na teplotu tela $t_2 = 37$ °C. Urči teplo Q_1 , ktoré termofor odovzdal do svojho okolia počas tepelnej výmeny. Aký prúd by prechádzal elektrickým ohrievačom pripojeným na zdroj napätia $U = 230$ V, ktorý by za dodal za čas $t = 1$ h rovnaké teplo Q_1 ?

V niektorých krajinách sa rozvíja technika sezónnej akumulácie tepla. Spájajú sa v nej postupy priamej premeny (zohrievanie vody) alebo nepriamej premeny (fotovoltaické slnečné kolektory) slnečnej energie na teplo vo veľkokapacitných nádržiach s objemom aj niekoľko stoviek až tisícov m³ naplnených vodou. Vo vhodných slnečných podmienkach sa tepelné zásobníky „nabíjajú“ a v prípade potreby sa ich teplo používa na ohrev vody alebo podporu vykurovania domov. Doba „vybíjania“ zásobníka je aj niekoľko mesiacov.



Obr. F–3

- Urči teplo Q_2 , ktoré je možné použiť na spotrebu v bytovom komplexe, ktorého tepelný zásobník s objemom $V_2 = 2\,870$ m³ vody má začiatočnú teplotu $t_3 = 74$ °C a na podporu vykurovania sa používa pri poklese teploty vody v zásobníku až na hodnotu $t_4 = 28$ °C. Predpokladaj, že účinnosť využitia zásobníka na vykurovanie $\eta = 0,52$. Hodnotu tepla vyjadri v jednotkách J a kWh. Urči hmotnosť m uhlia s výhrevnosťou $H = 15$ MJ/kg, ktoré by sa muselo spáliť, aby sa získalo rovnaké množstvo tepla Q_2 .
- Uveď aspoň tri iné technické zariadenia, v ktorých sa voda používa na akumuláciu alebo prenos tepla.

Hustota vody $\rho = 1000$ kg/m³, hmotnostná tepelná kapacita vody $c = 4,18$ kJ/(kg·°C).

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 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 určí 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 a predĺženie.

- c) Z nameraných hodnôt zostroj graf závislosti predĺženia od napínajúcej sily. 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 určí 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 určí, ako koeficient pružnosti 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