

60. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2018/2019

kategória E – 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 9. 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 pozerieť.

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 stretávame v živote a vo svete okolo nás, ale aj vnímať a skúmať tieto deje kvantitatívne, tzn. určovať hodnoty jednotlivých vlastností dejov. Aby sme si pri popise vlastností dejov rozumeli, musíme ovládať základný „jazyk“. Fyzikálne veličiny sú základné „slovička“ tohto jazyka a fyzikálne zákony a vzťahy sú „gramatické pravidlá“. Preto je dôležité dokonale poznať základný „slovník“ fyziky. Každá veličina opisujúca konkrétny jav, má svoj názov, značku a fyzikálnu jednotku, ktorá má tiež značku a názov.

Pred riešením tejto úlohy si preštuduj tematické okruhy: kinematika, mechanika, termodynamika, elektrina a magnetizmus, urob si prehľad veličín a ich jednotiek, ktoré sa v daných okruhoch vyskytujú.

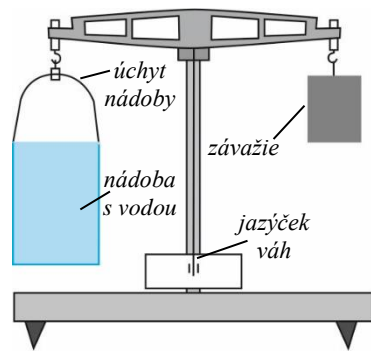
Doplň v tabuľke prázdne políčka potrebnými fyzikálnymi pojmami podľa vzoru v 1. riadku. Použi obvyklé značky veličín používané vo fyzike a značky jednotiek SI.

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			
práca				joule
energia				
teplo				
	P			
			V	
			Ω	
	I			

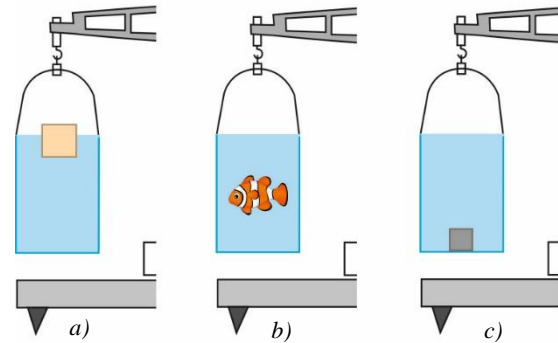
2. Rovnoramenné váhy

V druhej úlohe sa budeš zaoberať rovníramennými váhami, obr. E–1. Vo fyzikálnom kabinete si prezri rovníramenné váhy a vyskúšaj pomocou nich váženie predmetov. Ktorý fyzikálny zákon sa pri vážení na rovníramenných váhach využíva a akú úlohu má jazýček váh? Rieš nasledujúcu úlohu.

Na obr. E–1 sú znázornené rovníramenné váhy. Na ľavom ramene je zavesená nádoba naplnená až po okraj vodou. Na pravom ramene je zavesené závažie s hmotnosťou m . Váhy v tomto prípade sú v rovnováhe – jazýček váh ukazuje na stred 0 stupnice.



Obr. E-1



Obr. E-2

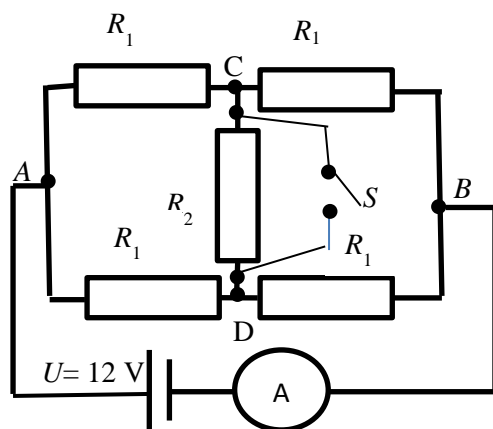
Na obrázkoch E-2 a, b, c sú znázornené tri rôzne situácie nádoby na ľavom ramene váh. Závažie na pravom ramene vo všetkých prípadoch je to isté, ako na obr. E-1. V prípade a) drevená kocka pláva na voľnej hladine vody, v prípade b) rybička pláva v nádobe, v prípade c) plná hliníková kocka leží na dne nádoby. Vo všetkých prípadoch voda v nádobe na ľavom ramene siaha po okraj nádoby.

a), b), c) Pre prípady a), b), c), znázornené na obr. E-2 a opísané v texte vyššie, uveď polohu jazýčka váh, vyjadri a znázorni v obr. všetky sily pôsobiace na ľavé rameno váh a pomocou nich fyzikálne zdôvodni polohu jazýčka váh v jednotlivých prípadoch.

d) O akú hodnotu Δm musíme zmeniť hmotnosť závažia na pravej strane rovnoramenných váh, aby rovnoramenné váhy zostali v častiach úloh a), b), c) dokonale vyvážené? Hodnota Δm je kladná, ak hmotnosť závažia musíme zvýšiť, a je záporná, ak hmotnosť závažia musíme znížiť. Hmotnosť drevenej kocky, rybičky a hliníkovej kocky je rovnaká $m = 10,0$ g.

Potrebné údaje vyhladaj v MF tabuľkách a použité údaje uveď v riešení.

3. Elektrický obvod



Obr. E-3

Úloha sa venuje jednoduchému elektrickému obvodu so zdrojom konštantného napätia. Zopakuj si základné poznatky o obvodoch elektrického prúdu, základné veličiny a jednotky a tri základné zákony používané pri riešení elektrických obvodov.

Štyri rovnaké rezistory, každý s odporom $R_1 = 10 \Omega$, a rezistor s odporom $R_2 = 20 \Omega$ sú pripojené ku zdroju s napätím $U = 12$ V podľa schémy na obr. E-3. Úlohu rieš postupnými krokmi pre dané hodnoty odporov rezistorov.

Urči celkový odpor rezistorov vzhľadom na uzly A, B v týchto prípadoch

- R_{c1} ; pre obvod podľa schémy na obr. E-3,
- R_{c2} , ak z obvodu podľa schémy na obr. E-3 vynecháš rezistor s odporom R_2 ,
- R_{c3} , ak v obvode podľa schémy na obr. E-3 zapneš spínač S.

Prúd I prechádzajúci obvodom určíme pomocou ampérmetra, $I = 1,0$ A.

- Aký je vnútorný odpor R_z zdroja napätia?
- Urči napätie U_{CD} medzi bodmi C, D obvodu.
- Urči napätie U_{BC} medzi uzlami B, C obvodu.
- Aký je výkon P zdroja a aký je príkon P' vonkajšieho obvodu.

Pre jednotlivé prípady nakresli schémy a riešenie stručne vysvetli. Vnútorný odpor ampérmetra je zanedbateľný voči odporu ostatných rezistorov v obvode.

4. Hviezdy na oblohe a jednoduchá spojná šošovka

Jedným z prvkov optických zobrazovacích sústav je spojná šošovka. Zopakuj si poznatky o tenkej spojnej šošovke, pojmy ako optická os, ohniská šošovky, ohnisková vzdialenosť a optická mohutnosť šošovky, charakteristické lúče pri zobrazovaní predmetu a podobne.

Tenká spojná šošovka s priemerom $d = 10,0$ cm má ohniskovú vzdialenosť $f = 3,0$ cm. Bodový zdroj svetla je vo vzdialenosti $a = 8,0$ cm pred šošovkou a vo výške $y = 4,0$ cm nad optickou osou šošovky.

a) Zostroj obraz bodového zdroja. Na obrázku tvojej konštrukcie označ rozhodujúce veličiny a trojicu význačných lúčov, pomocou ktorých je možné zostrojiť obraz zdroja.

Všetky lúče vychádzajúce zo zdroja a dopadajúce na šošovku sa lámu tak, že lomený lúč prechádza obrazovým bodom.

b) Zostroj lúče vychádzajúce z bodového zdroja, ktoré v rovine nákresu dopadajú na šošovku vo vzdialenosti $2,0$ cm od stredu šošovky.

Rovnobežné lúče dopadajúce na spojnú šošovku, po prechode šošovkou sa pretínajú v jednom bode. Ak dopadajúce lúče sú rovnobežné s optickou osou, tento bod je obrazové ohnisko F' .

c) Nájdi bod, do ktorého sa lámu rovnobežné lúče, zvierajúce s optickou osou uhol $\alpha = 30,0^\circ$.

d) Nájdi a opíš rovinu (napr. podľa riešenia v časti c), v ktorej sa pretínajú rovnobežné lúče dopadajúce na šošovku pre rôzne veľkosti uhla α . Túto rovinu nazývame (obrazovou) ohniskovou rovinu a označujeme ju ϕ' .

e) Objektív jednoduchého fotoaparátu pozostáva z jednej spojnej šošovky. Kam sa zobrazia hviezdy oblohy pri fotení týmto fotoaparátom? Odpoveď zdôvodni.

5. Pneumatický zdvihák

Na dvíhanie ťažkých predmetov sa používajú rôzne pomôcky, ako sú páky, kladky, rôzne mechanické zdviháky a pod. Na obr. E-4 je ukážka použitia netradičného zdviháku na dvíhanie automobilu. Pneumatický vankúšový zdvihák vyhotovený z pevnej a nepružnej gumotextílie naplnený vzduchom má tvar hranola. Do vankúša sa vháňa vzduch kompresorom alebo pumpou, príp. plyn z výfuku automobilu.

Nosnosť zdviháku na obrázku $m \approx 3\,000$ kg, výška zdvihu $h \approx 60$ cm.



Obr. E-4
zdroj: vzduchovy-vankus-
zdvihak-na-auto-air-jack-
30178.htm

a) Stena zdviháku, ktorou je podopretý automobil má obsah $S \approx 1\,000$ cm². Urči približnú hodnotu tlaku p_0 vzduchu vo vnútri zdviháku (vankúša), ak celková hmotnosť (prázdneho) automobilu $m_0 \approx 2\,200$ kg a vankúš podopiera automobil približne v strednej časti vozidla.

- Výška zdvihu je malá (niekoľko cm). Predpokladaj, že tlak je rozložený rovnomerne na pracovnú plochu zdviháku.
- Uved', či vo výpočte pracovného tlaku p vo vankúši pri manipulácii s bremenami berieš do úvahy aj vonkajší tlak vzduchu? Odpoveď vysvetli.
 - Stručne napíš, prečo je vhodné pri dvíhaní bremena pracovnú stenu vankúša prekryť pevnou rovinnou doskou.
 - Napíš aspoň dve výhody pneumatických zdvihákov na princípe vankúša v porovnaní s mechanickými zdvihákmi.

6. Valivý odpor

V literatúre sa dočítame, že koleso patrí medzi 10 najvýznamnejších vynálezov, ktoré menili svet. V poradí historických vynálezov sa uvádza na 2. mieste. Archeológovia a historici uvádzajú, že koleso bolo objavené v Mezopotámii (súčasť územia dnešného Iraku) asi pred 6 000 rokmi. V súčasnosti v období kozmických projektov, obrovského pokroku elektrotechniky a elektroniky (Internetu), koleso je bežnou súčasťou zariadení a prostriedkov, ktoré používame. Niekedy si však neuvedomujeme jeho historický význam. Všade, kde to bolo možné, ľudia celé stáročia, aby si uľahčili prácu, menili posuvný pohyb telies na valivý, ktorý bol z hľadiska vynaloženej energie a konanej práce oveľa efektívnejší. Automobily sa neustále zdokonaľujú, až po tzv. autonómne (bez šoféra), ale všetky, aj tie najmodernejšie a futuristické návrhy, majú štyri kolesá.

- Pomocou informačných zdrojov (učebnice, internet) vysvetli, čo je príčinou valivého odporu F_0 kolesa (valca) po vodorovnej reálnej podložke. Nakresli obrázok, vyznač v ňom a pomenuj veličiny, ktoré valivý pohyb telies ovplyvňujú.
- Uved', ako závisí valivý odpor F_0 kolesa (valca) od sily F_N pôsobiacej v zvislom smere na koleso, ako závisí valivý odpor F_0 kolesa (valca) od polomeru r kolesa a ramena ξ valivého odporu, pri valivom pohybe kolesa (valca) po vodorovnej podložke.
- Z dostupných tabuliek určí hodnotu ξ ramena valivého odporu pre koleso a podložku s najmenšou hodnotou. Určí hodnotu ramena ξ valivého odporu pre bežné dvojice technického prevedenia kolesa a cesty, napr. pneumatika – betón, pneumatika – asfalt, oceľové koleso – oceľová koľajnica, ložisková oceľ – ložisková oceľ.
- Pomocou dostupného zdroja stručne uved', aké je súčasné označenie pneumatík na automobil z hľadiska ich kvality. Prezri si triedu používaných pneumatík na vašom rodinnom osobnom vozidle. Aký vplyv majú na ekonomiku prevádzky vozidla a ekológiu prostredia pneumatiky používané na vašom vozidle?

7. Využitie mobilného telefónu (mobilu) na meranie vzdialeností

Zdravý človek by mal na udržanie svojho tela v dobrej fyzickej a zdravotnej kondícii prejsť denne 10 000 krokov. Pomôckou pre priebežné zaznamenávanie počtu krokov a prejdenej vzdialenosti sú samostatné prístroje – krokomery, resp. pedometre. Častejšie sa však stretávame s ich náhradou mobilom s nainštalovanou aplikáciou krokomer, pedometer, step counter a inou, ktoré, mimo iného, vedia uviesť aj množstvo vydané energie na prejsť pešej trasy. Tieto mobily sú technicky riešené tak, že zaznamenávajú kolísavú chôdzu alebo beh človeka (mobil umiestnený vo vrecku nohavíc, v ruke, v ruksaku, pri behu napr. na ramene, ...). Pred použitím aplikácie je však potrebné urobiť kalibráciu tohto meracieho zariadenia. V súčasnosti sa v mestách i dedinách stretávame s bežcami, ktorí sú vybavení takýmto elektronickým zariadením.

Pomôcky: vhodné meradlo dĺžky, mobil, smartfón alebo tablet.

- Pred začiatkom merania je potrebné zadať do mobilu priemernú dĺžku kroku pri chôdzi, resp. pri behu. Navrhni a vykonaj postup určenia priemernej dĺžky kroku pri chôdzi (v miestnosti, v ktorej sa nachádzaš alebo na chodníku) a údaje prehľadne zaznamenaj.

- b) Priemernú hodnotu kroku zaznamenaj do aplikácie krokomer (Step Counter) v mobile v časti nastavenia, ak to aplikácia umožňuje.
- c) Opíš, čo pozoruješ pri kráčaní pri zapnutí aplikácie Vibrometer a kráčanie. Je možné použiť takýto nástroj na zaznamenávanie kráčania v čase? Ak áno, aké sú možné vplyvy na presnosť merania?
- d) Dôležitým prvkom pri meraní je nastavenie citlivosti daného prístroja, teda predpoklad, že prístroj zaznamenáva všetky tvoje kroky. Vyskúšaj kráčať so zapnutou aplikáciou krokomer (Step Counter) a pozoruj, či sa počet krokov, ktoré naozaj vykonáš zhoduje s počtom mobilom nameraných krokov. Ak mobil nezaznamená všetky tvoje kroky, je potrebné zvýšiť jeho citlivosť, resp. vyskúšať umiestnenie mobilu na inom mieste tela.
- e) Po nastavení všetkých parametrov v aplikácii použi túto aplikáciu na odmeranie dĺžky miestnosti, dĺžky budovy a pod. Akej chyby sa pri takomto meraní môžeš dopustiť a čo má na to vplyv? Svoje meranie porovnaj s nameraním prejdenej vzdialenosti pomocou vhodného klasického meradla (pásmo, drevená tyč s určitou dĺžkou).

Alternatívne otázky

- a) Akú dĺžku má stena budovy školy? Na porovnanie môžeš použiť plán obce. V oboch prípadoch určí odchýlku merania (polovicu najmenšieho dielika).
- b) Koľko krokov musíš urobiť, aby si prešiel z jedného konca Slovenska na druhý?
- c) Akú vzdialenosť prejdeš, ak dodržíš dennú odporúčanú dávku (10 000 krokov) na udržanie dobrej kondície?

Poznámky k úlohe:

Pri úvahe použitia mobilných aplikácií na fyzikálne meranie je potrebné zvážiť ich vhodnosť, a teda aké informácie a v akej podobe je možné získať, či umožňujú ľahkú analýzu nameraných dát, spôsob ukladania a zobrazenia údajov (napr. vo forme grafu – pričom je možné urobiť printscreen obrazovky smartfonu)

Je možné pripraviť zoznam vhodných aplikácií pre uvedené meranie, ktorý však záleží od používaného operačného systému v zariadení, aj keď najrozšírenejší je pravdepodobne OS Android.

Cieľom je poukázať na možnosť využitia mobilov ako meracích zariadení, ktoré sú dostupné, avšak ako aj na kritické hľadanie vhodnej aplikácie a porovnanie takéhoto spôsobu merania s klasickým meraním z hľadiska presnosti.

60. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie E

Autori návrhov úloh:	Ivo Čáp 2,4, Daniel Klivanec 1,3,5,6, Monika Hanáková 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