

61. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2019/2020

kategória G – Archimediáda

domáce kolo texty úloh pre jednotlivcov alebo súťažné skupiny

Milí riešitelia Fyzikálnej olympiády,

predkladáme vám na riešenie 5 úloh, ktoré sme pripravili pre domáce kolo Fyzikálnej olympiády v školskom roku 2019 – 2020 pre žiakov 7. 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 za 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 – bystrý mozog.

Aby sme vám pomohli na ceste za fyzikálnym poznávaním, pripravili sme niekoľko problémov, ktoré by vás mohli zaujať. Niektoré sú experimentálne, ktoré od vás vyžadujú uskutočniť pokus, skúmať rôzne okolnosti a samostatne objavovať a formulovať užitočné závery. Iné sú také, že vás v zadaní úloh zoznámime s už získanými faktami, napr. z vyučovania fyziky, a vašou 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 dojem. K úlohám sme pripravili aj úvodné rozprávanie (informácie), ktoré vás uvedú do sveta daného javu alebo deja. Až potom prichádzajú otázky. Naším cieľom nie je mechanické riešenie úlohy, ale chceme, aby ste aj v súvislostiach vnímali daný problém, vedeli si ho reálne predstaviť a sami nachádzali a objavovali potrebné vysvetlenia a riešenia. Úlohy fyzikálnej olympiády by vám mali priblížiť zaujímavosť a objavnosť fyziky.

Aby ste prenikli 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, napr. na internete, pozrieť si niečo navyše, alebo si nechať poradiť od učiteľa alebo iných ľudí s potrebným vzdelaním. Ak by ste chcel byť maliarom, nestačí spoliehať sa iba na hodiny kreslenia v škole, ak chcete byť dobrým bežcom, nestačia iba hodiny telocviku, a ak chcete byť „fyzikálnym olympionikom“, tiež nestačí iba to, čo sa dozviete 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.

Nebojte sa pustiť do riešenia úloh. Všetko si môžete vyskúšať, zamyslieť sa nad úlohami s urobiť si o úlohách správnu predstavu, ako to funguje, a nakoniec možno aj niečo vypočítať.

1. Fyzikálne veličiny a jednotky, jednotková kontrola

Ako sme uviedli v úvode, jedným z hlavných nástrojov fyziky je meranie. K tomu však je potrebné, aby boli definované veličiny, ktorými opisujeme vlastnosti sveta okolo nás (príroda, javy, procesy) a fyzikálne jednotky, ktoré umožňujú porozumenie opisu na celom svete. A to nielen vo vede, technike, ale aj v bežnom živote každého z nás. Výnimočnou úlohou fyziky vždy bolo pripravovať nástroje pre meranie (miery) a ich jednotky. Práca s mierami a ich jednotkami sú dôležitými témami vo vyučovaní a vzdelávaní žiakov i dospelých.

Vašou úlohou je preukázať, ako sa viete orientovať a porozumieť vzťahu medzi jednotkami (tiež dielmi a násobkami) a veličinami, s ktorými ste sa zoznámili vo vyučovaní fyziky a iných predmetov.

- Uveďte aspoň štyri fyzikálne pojmy, ktoré nazývame fyzikálne veličiny. Vytvorte tabuľku a do prvých troch stĺpcov napíšte pojmy, názvy a značky fyzikálnych veličín.
- Napíšte názvy a značky hlavných jednotiek fyzikálnych veličín, ktoré ste uviedli v bode a) úlohy a doplňte ich do 4. a 5. stĺpca tabuľky.
- Napíšte definíciu hustoty telesa slovami¹, napíšte definíciu hustoty telesa pomocou značiek fyzikálnych veličín. Uveďte hlavnú jednotku hustoty.
- Fyzikálna veličina, ktorá vždy vyjadruje vlastnosť konkrétneho javu, obsahuje dve informácie (historicky tento zápis sa nazýva Maxwelllova definícia):

$X = \{X\} [X]$, kde $\{X\}$ je číselná hodnota fyzikálnej veličiny a $[X]$ jednotka fyzikálnej veličiny. Medzi hodnotou $\{X\}$ a jednotkou $[X]$ v zápise je jedna medzera. Značka X fyzikálnej veličiny, na odlišenie od bežného textu, sa v tlačenej texte píše kurzívou (písmeno mierne naklonené doprava).

Napíšte fyzikálne veličiny 7,5 s, 11,2 g, 2,8 dm³, 7 800 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, 420 kJ a napíšte ich názvy a značky.

- Základnou vlastnosťou správnych fyzikálnych výrazov je fyzikálna homogenita (rovnorodosť). Znamená to, že ľavá a pravá strana fyzikálnej rovnosti má rovnakú fyzikálnu jednotku. Je to nevyhnutá podmienka správnosti fyzikálneho výsledku. Tento postup sa nazýva „jednotková kontrola“. Ak jednotková kontrola nevyjde, fyzikálny výsledok je nesprávny.

Fyzikálny výraz $x = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \dots$, napr. výsledok riešenia fyzikálnej úlohy, je nesprávny, ak fyzikálne jednotky pravej a ľavej strany výrazu sú rozdielne $[x] \neq [X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \dots] = [X_1] \cdot [X_2] \cdot [X_3] \dots$.

1. príklad: Urobíme jednotkovú kontrolu fyzikálneho výsledku, v ktorom používame obvyklé symboly veličín (m – hmotnosť, ρ – hustota, s – dráha, t – čas, značka \cdot znamená násobenie veličín, značka $/$ podiel veličín) $m = \rho \cdot s / t$, $[m] = 1 \text{ kg} = [\rho] [s] / [t] = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 1 \text{ m} / 1 \text{ s} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$.

Zrejme v tomto prípade výsledok nie je homogénny, jednotková kontrola odhalila nesprávnosť fyzikálneho výsledku.

2. príklad: Urobte jednotkovú kontrolu fyzikálneho výrazu $W = m \cdot g \cdot s$.

$[W] = 1 \text{ J} = [m] \cdot [g] \cdot [s] = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ N/kg} \cdot 1 \text{ m} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{N} \cdot \text{m}}{\text{kg}} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ J}$. Jednotková kontrola potvrdila homogenitu fyzikálneho výsledku. Jednotková kontrola však nepotvrdzuje celkovú správnosť výsledku.

Úloha: Urobte jednotkovú kontrolu homogenity fyzikálnych výrazov:

$$V = \rho \cdot m, F = m \cdot g, Q = m \cdot t.$$

¹ V žiackych učebniciach fyziky v Anglicku vždy najskôr sa uvádzajú definície nových veličín slovami, až neskôr symbolmi (vzorce)

pričom sme označili Q – teplo, m – hmotnosť telesa, t – teplota telesa, F – sila, g – gravitačná konštanta, ρ – hustota telesa.

Pozn.: Ako znak násobenia sa používa stredová bodka „·“, aby sa odlišila od spodnej bodky „.“, ktorá sa používa ako desatinný znak, ale aj gramaticky znak – koniec vety. Násobenie sa označuje aj „×“ stredovým križikom. Vo fyzike vzťah násobenia medzi veličinami sa často píše bez znaku, ako prázdna medzera, napr. ρV . V programovaní sa používa aj znak násobenia „“, „..“.*

2. Pozorovanie planéty Merkúr

Pozorovanie hviezd a planét od staroveku pútať pozornosť ľudí. Na základe pozorovania napr. odhalili, že planéty, vrátane Zeme, obiehajú okolo Slnka. Tak vznikol model heliocentrického systému (Hélios – grécky boh Slnka).

Podľa zjednodušenej predstavy (napr. Kopernikovej) obiehajú planéty okolo Slnka po kružnicových obežných trajektóriách, kde Slnko je v strede.

- Nájdite v literatúre vzdialenosti (uvedené pravdepodobne ako *stredná vzdialenosť*) planét Slnčnej sústavy od Slnka, a zapíšte ich vo vhodných jednotkách do prehľadnej tabuľky.
- Vo vhodnej mierke zostrojte zjednodušený model Slnčnej sústavy, v ktorej znázorníte len Slnko a kružnicové obežné trajektórie Merkúra, Venuše a Zeme.
- Aký je najväčší uhol α medzi stredom Slnka a Merkúrom pri pozorovaní zo Zeme? Vysvetlite pomocou náčrtku Slnčnej sústavy.
- Vystrite ruku pred seba a zmerajte vzdialenosť d od oka k zápästiu ruky. Potom zmerajte šírku D svojej dlane. Nakreslite vo vhodnej mierke svoju vystretú ruku s dlaňou (akoby ste zakrývali niečo vo výhlade, tzn. s dlaňou kolmo k vystretej ruke). Pomocou uhlomeru odmerajte uhol β , ktorý „vykrýva“ tvoja dlaň. Vyjadrite výsledok z časti c) v násobkoch uhlu β .
- Môžete pozorovať Merkúr na tmavej nočnej oblohe? Svoju odpoveď vysvetlite.
- Pokúste sa pozorovať Merkúr na oblohe. O možnosti pozorovať planétu sa môžete informovať napr. na stránke <http://szaa.org/actual/>.

3. Stratená planéta Pluto?

Do roku 2006 učebnice i vedecké publikácie uvádzali, že Slnčná sústava má 9 planét. Od roku 2006 sa však uvádza len 8 planét.

- Napíšte zoznam všetkých planét Slnčnej sústavy, vrátane „stratenej planéty“. Kam sa stratila deviata planéta? Prečo už nie je medzi planétami a aké je jej nové miesto v zozname telies Slnčnej sústavy?
- Uveďte tri fyzikálne podmienky, ktoré by telesá našej Slnčnej sústavy mali spĺňať, aby sme ich mohli nazvať planétou. Ktorú podmienku Pluto nespĺňa?
- Uveďte aspoň 4 mesiace planét Slnčnej sústavy, ktoré sú väčšie ako Pluto (majú väčší priemer), uveďte ich priemer a ku ktorým planétam patria.
- Vyplňte nasledujúcu tabuľku a uveďte ku každému telesu, či spĺňa podmienky pre zaradenie medzi planéty podľa bodu b). Ako odpovede uveďte do políčok tabuľky A (súhlas) alebo N (nesúhlas), v poslednom stĺpci uveďte jednu z kategórií: planéta – trpasličia planéta – mesiac.



Obr. G-1: Pluto

teleso	K1	K2	K3	Kategória
Merkúr				
Mesiac				
Saturn				
Pluto				
Titán				
Ceres				

Potrebné informácie vyhľadaj na internete.

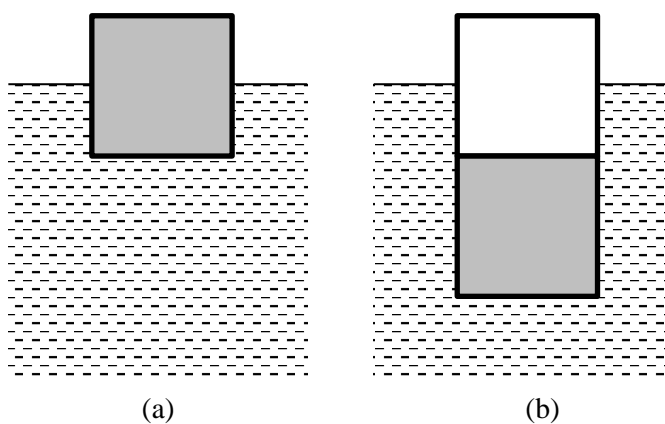
4. Plávajúce kocky

Už staroveký učenec Archimedes objavil zákon, podľa ktorého je teleso ponorené do kvapaliny nadľahčované silou, ktorá sa rovná váhe kvapaliny vytlačenej ponorenou časťou telesa. Preštuduj si podrobne Archimedov zákon a vyrieš nasledujúcu úlohu.

Na voľnej hladine vody pláva šedá kocka s dĺžkou hrán $a = 2,0$ cm tak, že polovica jej objemu je nad voľnou hladinou vody, obr. G–2(a). Na šedú kocku položíme bielu kocku s rovnakou dĺžkou hrany, obr. G–2 (b). Dvojica kociek pláva tak, že šedá kocka je úplne ponorená, kým polovica bielej kocky je nad voľnou hladinou vody, obr. G-2(b).

- Určite hustotu ρ_s šedej kocky.
- Určite hmotnosť m_b bielej kocky.
- V akej polohe zostane biela kocka, ak ju samotnú vložíme do vody? Klesne na dno, bude sa vo vode vznášať, alebo bude plávať na voľnej hladine vody? Odpoveď vysvetli.

Hustota vody $\rho_v = 1,00 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.



Obr. G – 2

5. Hmotnostné skupenské teplo topenia ľadu – experimentálna úloha

Topenie ľadu je v prírode v našich zemepisných šírkach, najmä v zimnom období, známy fyzikálny proces. Mrznú vodné plochy riek, jazier alebo aj voda v nádobách vo vonkajšom prostredí. V mrazničkách alebo na plochách zimných štadiónov pomocou chladiacich zariadení sa vyrába technický ľad aj v lete.

- a) Stručne vysvetlite, čo rozumiete pod pojmom topenie ľadu. Aké sú fyzikálne podmienky topenia ľadu?
- b) Ako sa nazývajú fyzikálne veličiny, ktoré určujú premenu ľadu na vodu, a aké majú jednotky?
- c) Pomocou materiálov a pomôcok, ktoré máte k dispozícii, navrhnete jednoduchú metódu určenia hmotnostného skupenského tepla l_t topenia ľadu s čo najlepšou presnosťou.
- d) Použitím metódy, ktorú ste navrhli, experimentálne určíte hmotnostné skupenské teplo topenia l_t ľadu.

Pomôcky a materiály: teplomer, digitálne váhy, ľad, voda, termoska (pohár z penového polystyrénu).

Hmotnostná tepelná kapacita vody $c = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$.

61. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie G

Autori návrhov úloh: Daniel Klivanec (1, 5), Aba Teleki (2, 3, 4)

Recenzia a úprava úloh a riešení: Ivo Čáp

Preklad textu úloh do maďarského jazyka: Aba Teleki

Redakcia: Daniel Klivanec

Vydal: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2019