

### **63. ročník Fyzikálnej olympiády**

v školskom roku 2021/2022

#### **Katégória E**

*Domáce kolo – text úloh*

Milý riešiteľ Fyzikálnej olympiády,

predkladáme ti na riešenie úlohy, ktoré sme pripravili pre domáce kolo Fyzikálnej olympiády v školskom roku 2021 – 2022 pre žiakov 9. ročníka ZŠ a rovnocenných ročníkov viacročných gymnázií, 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 pozorovanie vecí a javov s cieľom čo najviac sa dozvedieť o svete a prírode okolo nás. Konečným cieľom fyziky nie je len učenie sa vzorcov a počítanie príkladov. 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.

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 položené 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 uvedený problém, vedel si 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.

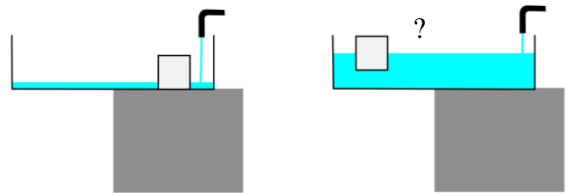
### 1) Odporový drôt

Drôt s dĺžkou  $L = 2,50$  km má elektrický odpor  $R = 100 \Omega$ .

- Z tohto drôtu potrebujeme odstrihnúť časť s odporom  $R_1 = 2,5 \Omega$ . Urči dĺžku  $L_1$  časti drôtu, ktorú potrebujeme odstrihnúť.
- Pôvodný drôt dĺžky  $L$  rozstrihneme na  $N_1$  rovnakých častí a všetky spojíme paralelne. Urči počet  $N_1$  častí, aby odpor ich paralelného spojenia bol  $R_2 = 1,00 \Omega$ .
- Pôvodný drôt s dĺžkou  $L$  rozrežeme na  $N_2 = 25$  rovnakých kusov. Pomocou sériového a paralelného zapojenia skombinujeme všetkých 25 kusov do jedného celku. Aký je najväčší možný elektrický odpor  $R_{\max}$ , a aký je najmenší možný elektrický odpor  $R_{\min}$ , ktorý takto môžeme vytvoriť použitím všetkých narezaných kusov? Výsledky zdôvodni a nakresli, alebo popíš príslušné zapojenie.

### 2) Vanička

Na kraj stola bola položená vanička so štvorcovým dnom, ktorého vnútorná hrana mala dĺžku  $L = 25$  cm. Položili ju tak, že jej dve strany boli rovnobežné s hranou stola, a jej stred bol nad doskou stola tesne pri jej okraji, tak, aby vanička zo stola nespadla. Aby vaničku zaistili aj inak, zaťažili ju kockou hmotnosti  $m = 500$  g (obr. E-1 vľavo). Dĺžka hrany kocky  $a = 10$  cm.



Obr. E-1

Následne začali z kohútika do vaničky pomaly napúšťať vodu s objemovým prietokom  $Q = 150$  ml za minútu.

- Urči objem  $V_1$  vody napustenej do vaničky, pri ktorom kocka začala plávať (vyjadrí v  $\text{dm}^3$ ).
- Po akom čase  $t$  od začatia napúšťania vaničky začala kocka plávať?

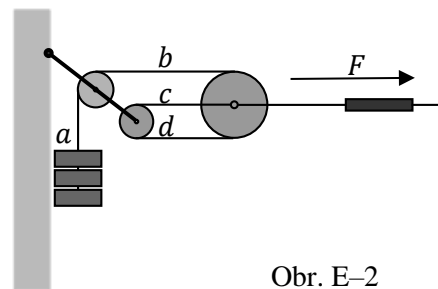
Potom, čo kocka začala plávať, slabý prúd vody ju začal presúvať do druhej polovice vaničky.

- Popíš, kde sa bude kocka nachádzať, keď sa vanička prevráti, a či sa vôbec prevráti – svoju odpoveď fyzikálne zdôvodni.

Hustota vody  $\rho = 1,00$   $\text{g/cm}^3$ . Predpokladaj, že keď kocka pláva, jej horná strana je stále vodorovná.

### 3) Záves elektrického vedenia

Pri elektrickej železničnej trati, aj na železničných staniách môžeme vidieť zavesenie elektrického vedenia nad traťou. Kým elektrické vedenie sa nachádza nad traťou, z boku (kolmo na trať) je udržiavané lanami so závesmi, aké ukazuje obrázok E-2. Sila  $F$  napínajúca lano sa realizuje závažiami zavesenými pomocou trojice kladiek, dvoch menších pevných a jednej väčšej voľnej. Každé z trojice závaží znázornených na obrázku má hmotnosť  $m = 80,0$  kg.



Obr. E-2

- Urči veľkosti síl, ktorými je napínacie lano napínané v úsekoch, označených na obrázku  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ .
- Akou veľkou silou  $F$  je ťahaný držiak elektrického vedenia nad traťou? Zakresli sily, ktorými laná pôsobia na najväčšiu kladku.
- Čo je dôvodom takého zdanlivo zložitého zavesenia vodičov – fyzikálne zdôvodni?

Tiažové zrýchlenie  $g = 9,81$  N/kg. Trenie na kladkách aj v ich osiach je zanedbateľne malé. Hmotnosti kladiek považuj za zanedbateľne malé.

#### 4) Populárna televízna relácia

Emka s nadšením sleduje populárnu reláciu, kde súťažia medzi sebou rôzni kováci pri výrobe železných historických zbraní. Podstatný proces počas súťaže je kalenie ocele. Oceľ je zliatina železa a uhlíka (a tiež iných kovov). Uhlík sa v železe rozpúšťa. Jeho množstvo môže dosiahnuť až  $p_{\max} = 2,14\%$  hmotnosti ocele. Kalenie je proces, pri ktorom rozžeravenú oceľ prudko schladíme v nejakom prostredí (voda, olej, roztavená soľ). Všeobecne platí, že čím obsahuje oceľ menej uhlíka, tým rýchlejšie musí byť schladená počas kalenia. Rýchlejšie chladenie vedie k tomu, že oceľ je tvrdšia, ale je menej húževnatá, a naopak.

V súťaži sa kalí veľký meč hmotnosti  $m = 2,80$  kg.

- a) Urči hmotnosť  $m_C$  uhlíka, ktorý obsahuje oceľ meča s obsahom  $p = 60\%$  z maximálneho  $p_{\max}$  možného množstva rozpusteného uhlíka? Výsledok vyjadri v gramoch.

Kováč má pripravený olejový kúpeľ s objemom  $V_o = 8,00$  L oleja s teplotou  $t_o = 20,0$  °C, a oceľ meča je rozžeravená na  $t_m = 660$  °C. Kováč chce, aby oceľ meča bola tvrdá, ale aj húževnatá, preto po vnorení meča do kúpeľa meč z kúpeľa rýchlo vytiahne z kúpeľa. Tento postup vykoná celkom päťkrát, rýchlo za sebou. Pri každom schladení sa zmenší teplotný rozdiel medzi mečom a kúpeľom o polovicu.

- b) Koľko tepla  $Q_1$  odovzdá meč olejovému kúpeľu počas prvého ponorenia?  
c) Aká bude výsledná teplota  $t_{m5}$  meča a aká bude výsledná teplota  $t_5$  oleja po piatich ponoreniach?  
Merná tepelná kapacita minerálneho oleja  $c_o = 1,67$  kJ/(kg·°C), merná tepelná kapacita ocele  $c_m = 470$  J/(kg·°C), hustota oleja  $\rho_o = 0,865$  g/cm<sup>3</sup>.

#### 5) Svetlo v tme

Pavol sa ráno zobudil na to, že cez malý kruhový otvor ťažkého závesu na okne vniká, do inak tmavej miestnosti, ostré svetlo vychádzajúceho slnka, a vytvára na stene izby malý svetelný kruh. Vzdialenosť steny od závesu  $L = 3,5$  m. Svetelné lúče sa šíria vo vodorovnom smere kolmo na stenu. Spomenul si na súpravu Optik Kabinet, ktorý dostal od babičky, kde boli šošovky. Vybral jednu, ktorá mala +2,00 dioptrie a jednu ktorá mala -1,5 dioptrie.

- a) Ktorú šošovku a ako ďaleko od steny má dať, aby sa na stene vytvorila svetelná stopa s čo najmenším polomerom? Svoju odpoveď zdôvodni pomocou obrázku so zakreslenými lúčmi vytvárajúcimi stopu na stene.

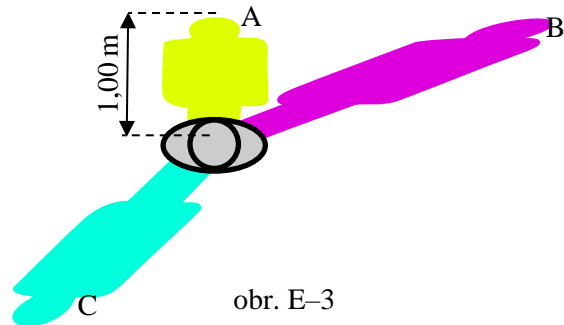
Keď to urobil, a lepšie preskúmal vytvorenú svetelnú stopu, zistil, že sa nejedná o bod, ale o obraz Slnka.

- b) Aký bol priemer  $d_2$  tohto obrazu Slnka na stene?  
Pavol sa zamyslel, či by vedel zväčšiť obraz Slnka na stene pomocou druhej šošovky.  
c) Navrhni spôsob, ako by si zväčšil obraz Slnka na Pavlovom mieste využitím dvojice šošoviek, ktoré mal k dispozícii, priložených tesne ku sebe. Urči priemer  $d_3$  takto vytvoreného obrazu Slnka.

Pavol si pamätal, že priemer Slnka je približne  $D = 1,4$  mil. km a Zem je od neho vzdialená približne  $r = 150$  mil. km. Veľkosť otvoru v závese je menší, ale inak porovnateľný s rozmermi šošoviek.

## 6) Na cudzej planéte

Vo vedecko-fantastickom románe Táňa veľa cestuje. Jedného dňa sa ocitla na planéte, ktorá mala tri slnká. Atmosféra bola veľmi riedka a v čistom vzduchu obloha skoro čierna, na ktorej žiarili tri slnká. Jedno slnko svietilo červene, druhé modro a tretie zeleno. Táňa stála na vodorovnej zasneženej planine a presne nad jej hlavou sa vznášal drón, ktorý snímал obraz jej tieňov na bielom snehu, obr. E-3. Táňa je vysoká – má výšku 175 cm – ale zaborila sa 25 cm do snehu. Jej najkratší tieň (označený A) má na snehu dĺžku 1,00 m a je vrhnutý presne na sever. Tieň A je žltý, tieň B je purpurový a tieň C je tyrkysový



obr. E-3

- Prečo je na záberoch dronu sneh biely?
- Ktorá hviezda vrhá ktorý tieň?
- Ako „vysoko“ nad obzorom sú jednotlivé hviezdy? „Výšku“ vyjadri pomocou uhla pod ktorým možno hviezdy pozorovať nad vodorovnou rovinou, v ktorej sa Táňa nachádza.

Približná farba tieňov sa dá pozrieť pomocou zmiešavača farieb. Farba tieňov v RGB kódovaní sú: A(222,255,0), B(255,0,222), C(0,255,222)

(<https://www.csfieldguide.org.nz/en/interactives/rgb-mixer/>)

## 7) Zostrojenie metra – experimentálna úloha

Dnes sa definuje meter v sústave SI, ako jedna zo základných fyzikálnych jednotiek, pomocou času. V roku 1671, francúzsky mních a astronóm, Jean Picard definoval základnú jednotku dĺžky tiež pomocou času. Definoval meter ako dĺžku tzv. *sekundového kyvadla*. Sekundovému kyvadlu trvá kmit z jednej krajnej polohy do druhej presne jednu sekundu (pol kmit; celý kmit, tam a späť, trvá 2 sekundy). Kyvadlo pozostáva z tenkej nite pevne uchytenej na jednom konci, a malého závažia upevneného na druhom konci nite.

### Úloha

Zostav sekundové kyvadlo a presvedč sa, či jeho dĺžka je skutočne 1,00 m. Popíš podrobne postup, ako si spresňoval dĺžku kyvadla.

### Pomôcky

Tenká a ohybná ale pevná niť dĺžky aspoň 1,5 metra, malé teliesko (kovová guľôčka s dierkou, matica od skrutky, alebo iný relatívne ťažký, ale malý predmet), stopky alebo aplikácia stopiek na mobilnom telefóne. Meradlo dĺžky (len na záverečnú kontrolu, počas samotného experimentu nesmieš používať.)

### Postup

Na jeden koniec upevni teliesko, dajme tomu skrutku, kým druhý koniec pevne uchytiš (ale neodstrihni!). Pevný úchyt musí byť taký, aby si mohol meniť dĺžku nite medzi bodom závesu a telieskom.

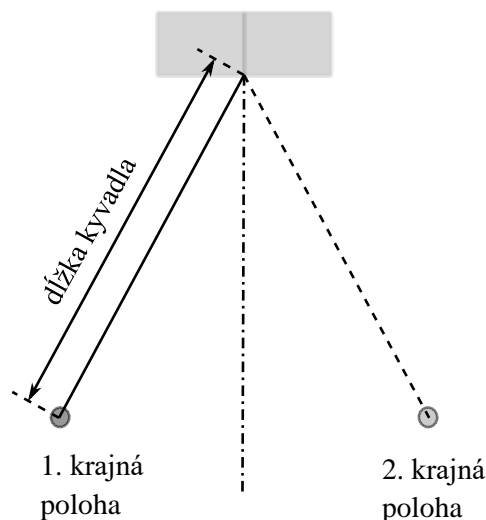
Teliesko visiace na konci nite vychýliš do krajnej polohy a voľne pustiš – necháš, aby sa voľne kývalo na niti.

Budeš merať dobu, za ktorú kyvadlo urobí jeden pol kmit. Aby meranie bolo presné, nechaj aby kyvadlo urobilo aspoň 10 pol kmitov (5 celých kmitov), a na stopkách budeš merať túto dobu. Namerané údaje zaznamenaj do prehľadnej tabuľky.

Dĺžku kyvadla (nite) meň tak, aby si sa dopracoval k takej dĺžke kyvadla, pri ktorej je doba pol kmitu presne 1 sekunda.

Výslednú dĺžku kyvadla skontroluj meradlom dĺžky a údaj tiež zaznamenaj do tabuľky ako kontrolnú hodnotu. Vyjadri o koľko percent sa líši dĺžka sekundového kyvadla od dĺžky 1,00 m (podľa meradla) a rozdiel zdôvodni.

Poznámka: kmity kyvadla trvajú vždy rovnako dlho, za predpokladu, že kmity sú malé, t.j. výchylky sa odchyľujú od zvislej (rovnovážnej) polohy len málo (najviac o  $5^\circ$ ).



Obr. E-4

---

## 63. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie E

Autori návrhov úloh:	Aba Teleki (2, 3, 6, 7), Boris Lacsny (1, 4, 5)
Recenzia:	Ivo Čáp
Preklad textu úloh do maďarského jazyka:	Aba Teleki
Redakcia:	Ivo Čáp
Vydal:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2021