

61. ročník Fyzikální olympiády
v školskom roku 2019/2020
kategória F – domáce kolo
Texty úloh

Milý riešiteľ Fyzikální olympiády,

predkladáme Ti na riešenie úlohy, ktoré sme pripravili pre domáce kolo Fyzikální olympiády v školskom roku 2019 – 2020 pre žiakov 8. 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 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 fyzikální 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. Deti v parku

Deti sa išli korčuľovať na kolieskových korčuľiach do parku. V parku je pre korčuľiarov urobený okruh s hladkým povrchom s celkovou dĺžkou $l = 400$ m.

- a) Najprv deti vyštartovali na trať a každé išlo svojou bežnou rýchlosťou. Na stopkách si odmerali dobu, za ktorú prešli celý okruh. Chlapec prešiel okruh za dobu $t_1 = 2,40$ min, dievča za dobu $t_2 = 3,00$ min.

Urči rýchlosti v_1 a v_2 oboch súrodencov v jednotkách $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ a $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

- b) Aká vzdialenosť x chýbala dievčaťu do cieľa, keď chlapec prešiel cieľom?

Potom vyštartovali zo začiatku okruhu spolu v jednom smere. Keďže chlapec išiel rýchlejšie, za určitý čas dobehne sestru o jeden okruh.

- c) Urči čas t_3 , za ktorý chlapec dobehne sestru a vzdialenosť d_3 , ktorú dovtedy prejde.

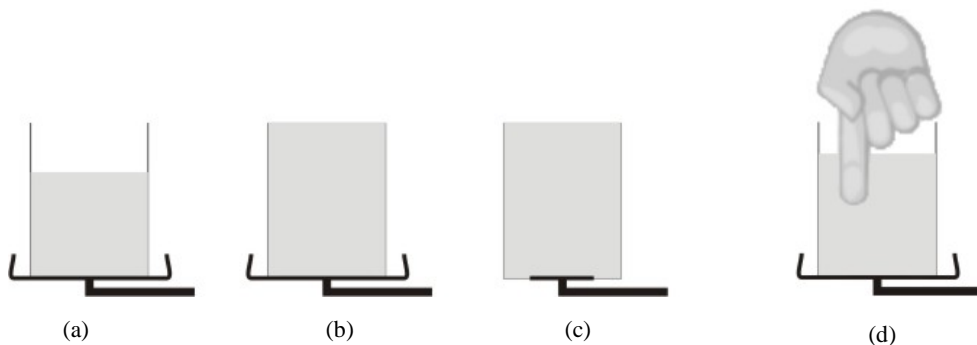
Potom vyštartujú zo začiatku okruhu súčasne v opačných smeroch.

- d) Urči čas t_4 , za ktorý sa deti na okruhu stretnú a dráhu d_4 , ktorý chlapec dovtedy prejde.

Vo všetkých prípadoch sa deti pohybovali rovnomerne rýchlosťami v_1 a v_2 určenými v časti a).

2. Pokusy s pohármi s vodou na váhach

Na obr. F-1 je znázornený sklenený pohár s vodou položený na miskú na ľavom ramene rovnoramenných váh. V prvom prípade (a) je pohár naplnený vodou iba čiastočne, v prípadoch (b), (c) je pohár naplnený až po horný okraj. V prípadoch (a) a (b) je na miske váh tanierik, ktorý zachytí vodu, ktorá z pohára vytečie, v prípade (c) tanierik nie je a voda, ktorá vytečie z pohára, stečie na stôl. V každom z prípadov sú váhy na začiatku v rovnováhe vyvážené závažiami na pravej miske váh. Do vody v pohári ponoríme prst, ktorý vytlačí vždy objem $V = 2,0$ ml vody, ako je to naznačené na obr. F-1 (d). V prípade (a) voda z pohára nevytečie, v prípade (b) vytečie a zachytí sa v tanieriku, v prípade (c) vytečie a stečie na stôl.



Obr. F-1

- a) Urči hmotnosť m_a závažia, ktoré treba v prípade (a) pridať na pravú miskú váh, aby váhy po vložení prstu zostali v rovnováhe.
- b) Urči hmotnosť m_b závažia, ktoré treba v prípade (b) pridať na pravú miskú váh, aby váhy po vložení prstu zostali v rovnováhe.
- c) Urči hmotnosť m_c závažia, ktoré treba v prípade (c) pridať na pravú miskú váh, aby váhy po vložení prstu zostali v rovnováhe.

Odpovede na jednotlivé otázky zdôvodni.

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

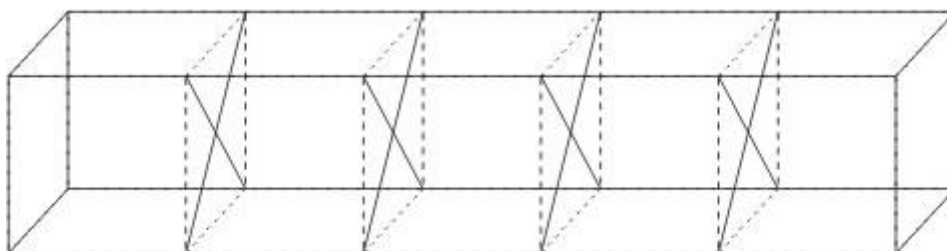
3. Vzducholod'

Najslávnejšou tzv. tuhou vzducholod'ou (Zepelin – po jej konštruktérovi Ferdinandovi von Zeppelin) bola vzducholod' LZ 129 Hindenburg, ktorá skončila 6. mája 1937 haváriou. Mala cigarový tvar, obr. F–2. Bola dlhá 246,7 m a mala priemer 41,2 m.



Obr. F–2

Uvažujme pre jednoduchosť vzducholod' v tvare hranola so stranami $a = 100$ m, $b = c = 20,0$ m, obr. F–3. Pevný tvar konštrukcie udržujú oceľové tyče s rovnakou dĺžkovou hustotou $\rho_l = 20,0 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$ (čo predstavuje hmotnosť pripadajúcu na jednotku dĺžky tyče), tvoriace hrany hranola a priečky – na obrázku neprerušované čiary. Vzducholod' bola naplnená vodíkom, ktorý mal v prevádzkových podmienkach hustotu $\rho_v = 89,0 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$. Na konštrukcii je pripevnené plátno, ktoré uzatvára plyn vo vnútri.



Obr. F–3

- Aká mohla byť najväčšia plošná hmotnosť ρ_{S1} plátneho (hmotnosť na jednotku plochy) obalu vzducholode, ak mala uniesť aspoň svoju vlastnú hmotnosť.
- Aká mohla byť najväčšia plošná hmotnosť ρ_{S2} plátneho obalu vzducholode, ak okrem svojej vlastnej hmotnosti mala uniesť ešte náklad s hmotnosťou $M = 25$ ton (kabínu, palivo,...).
- Uveď, kam by si umiestnil kabínu užitočného nákladu (gondolu) na konštrukciu podľa obr. F–3 a svoje tvrdenia zdôvodni. Načrtni obrázok a vyznač v ňom ťažisko konštrukcie s plynom a ťažisko gondoly.

Hustota vzduchu v okolí vzducholode $\rho_{vz} = 1,27 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, gravitačná konštanta $g = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

4. Klimatické zmeny

Veľmi vážnym problémom súčasnosti je globálna zmena klímy na Zemi, ktorá je dôsledkom otepľovania biosféry (zemského povrchu, morí a ovzdušia). Priemerná teplota povrchu Zeme je daná krehkou rovnováhou medzi energiou dodávanou žiarením Slnka, energiou produkovanou v zemskej kôre a energiou vyžarovanou do vesmíru. Najvýznamnejším stabilizátorom teploty zemského povrchu sú oceány a moria.

Povrch Zeme má približne obsah $S = 511$ miliónov $\text{km}^2 = 511 \text{ Tm}^2$. Z toho $k = 70,5\%$ je obsah povrchu morí a oceánov. Priemerná hĺbka oceánov a morí $h = 3,6$ km a na 1 m^2 povrchu Zeme pripadá vzduch v atmosfére s hmotnosťou $m_{vz} = 10,3$ ton = 10,3 Mg.

- a) Urči teplo Q_m , ktoré by bolo treba dodať vode morí a oceánov, aby sa jej teplota zvýšila v celom jej objeme o $\Delta T = 1,00 \text{ }^\circ\text{C}$ a teplo Q_v , ktoré by bolo treba dodať vzduchu v atmosfére, aby sa teplota v priemere zvýšila o $\Delta T = 1,00 \text{ }^\circ\text{C}$.

Slnčné žiarenie je hlavným zdrojom energie, ktorá ovplyvňuje teplotu na Zemi. Na plochu s obsahom 1 m^2 , kolmú na slnečné žiarenie, dopadá nad atmosférou každú sekundu slnečné žiarenie s energiou $E_S = 1\,368 \text{ J}$. Efektívna plocha, na ktorú žiarenie dopadá (plocha ktorou Zem zatieňuje tok žiarenia) je kruh s obsahom rovným $\frac{1}{4}$ celkového povrchu S Zeme. Atmosféra Zeme časť $\eta = 46,0 \%$ dopadajúceho žiarenia odrazí späť do vesmíru. Odrazené žiarenie Zem nezohrieva.

- b) Urči energiu E_{S1} slnečného žiarenia, ktorá dopadá za jednu sekundu na povrch Zeme a zohrieva jej klímu. Urči pomery $p_m = \frac{Q_m}{E_{S1}}$ a $p_v = \frac{Q_v}{E_{S1}}$. Uveď jednotku pomerov, uveď ich fyzikálny význam a uveď ich hodnoty vo vhodných jednotkách.
- c) Urči tepelnú kapacitu C_m vody morí a oceánov na Zemi a tepelnú kapacitu C_v vzduchu v atmosfére Zeme. Na základe tohto výsledku vysvetli, prečo sa voda na Zemi považuje za stabilizátor teploty Zeme.
- d) Uveď, prečo je priemerná teplota povrchu Zeme už po milióny rokov prakticky rovnaká.

Skleníkové plyny majú v klíme Zeme dôležitú úlohu. Bez ich prítomnosti by podnebie bolo výrazne chladnejšie. Na druhej strane, ak množstvo skleníkových plynov narastie, spustia sa lavínovité deje, ktoré budú skleníkový efekt len zosilňovať. Výsledkom je, že planéta vyžaruje menej energie, než na ňu dopadá. Zem by mohla v dôsledku skleníkového efektu dopadnúť ako Venuša, kde povrchová teplota je až $460 \text{ }^\circ\text{C}$.

- e) Scenár na Zemi je vďaka prítomnosti vody horší, než na Venuši, teplota by mohla dosiahnuť (napriek tomu, že Zem je od Slnka ďalej, než Venuša) teplotu až $900 \text{ }^\circ\text{C}$. Vysvetli prečo.
- f) Nájdi vhodný zdroj informácií s údajmi o teplote tavenia rôznych látok (kovov, hornín) a uveď aspoň tri kovy alebo horniny, ktoré sa pri teplote do $900 \text{ }^\circ\text{C}$ roztapia.

Hmotnostná tepelná kapacita vody $c_m = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$, pre vzduch použite priemernú hodnotu hmotnostnej tepelnej kapacity $c_v = 1,00 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$, priemerná hustota vody morí a oceánov $\rho_v = 1\,030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

5. Varenie vody po indiánsky

Indiáni nepoužívali hlinené nádoby na varenie vody tak, že nádobu s vodou položili na oheň. Namiesto toho použili rozžeravené kamene z ohniska, ktoré vkladali do vody v nádobe.

V hlinenej nádobe je voda s hmotnosťou $m = 0,80 \text{ kg}$ a teplotou $t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. Indiánka vybrala z ohniska štyri kamene z čadiča, každý s hmotnosťou $m_k = 0,2 \text{ kg}$ a s teplotou $t_k = 450 \text{ }^\circ\text{C}$, a vložila ich do vody v nádobe.

- a) Urči teplotu t_2 , na ktorej sa ustálila teplota vody po vytvorení tepelnej rovnováhy v nádobe.
- b) Urči počet N_v kameňov s teplotou t_k a s hmotnosťou m_k , ktoré treba vložiť do nádoby, aby voda v nádobe dosiahla teplotu varu $t_v = 100 \text{ }^\circ\text{C}$.
- c) Uveď aspoň dve výhody a dve nevýhody indiánskej metódy varenia.

Hmotnostná tepelná kapacita kameňa z čadiča $c_k = 820 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$, hmotnostná tepelná kapacita vody $c = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$, tepelná kapacita hlinenej nádoby $C_n = 200 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$. Tepelné straty do okolia (mimo nádoby) sú zanedbateľné.

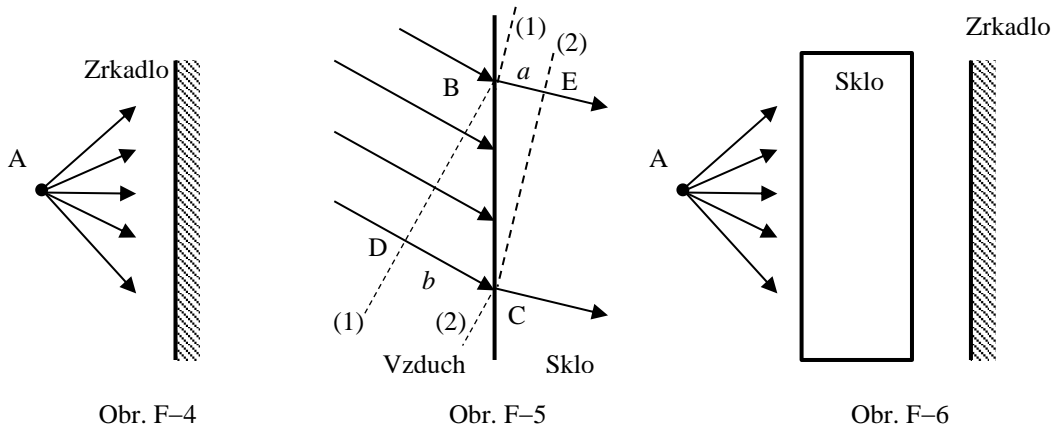
6. Zobrazovanie v rovinnom zrkadle

Veľa optických javov sa zakladá na odraze a lome svetla. Často sa stretávame so zobrazením v rovinnom zrkadle, stačí, keď sa sami na seba pozrieme do zrkadla.

- a) Na obr. F-4 je rovinné zrkadlo a pred ním sa nachádza v bode A malé teliesko. V obrázku sú naznačené lúče vychádzajúce z telieska a smerujú k zrkadlu. Prekresli obrázok na väčší papier a nakresli v ňom pokračovanie lúčov až k zrkadlu a po odraze od zrkadla a zostroj obraz A' bodu A v zrkadle. Ktorý základný zákon sa pri odraze svetla využíva? Vysvetli ako vzniká obraz telieska v zrkadle a rozhodni, či je obraz reálny alebo zdanlivý. Ako sa líši reálny a zdanlivý obraz?

Svetlo sa najlepšie šíri vo vákuu. Každé látkové prostredie šírenie svetla spomaľuje.

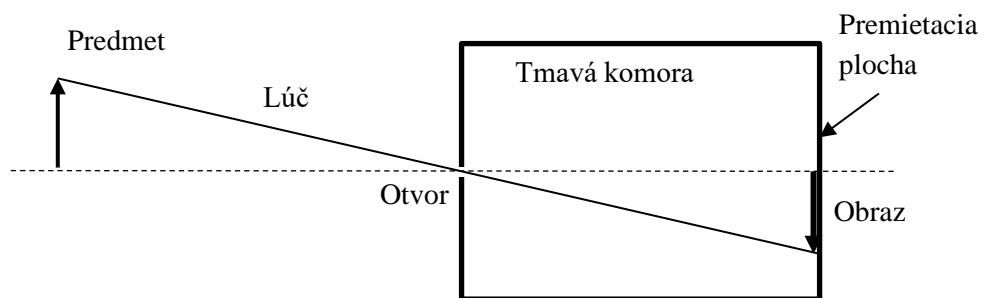
- b) Ako súvisí rýchlosť šírenia svetla v prostredí s jeho indexom lomu? Uveď rýchlosť c_0 svetla vo vákuu a rýchlosť c_1 svetla v skle s indexom lomu $n = 1,50$.



- c) Na obr. F-5 je naznačený prechod svetla cez rozhranie vzduch–sklo. V obrázku sú naznačené čiarkovanou čiarou dve vlnoplochy (1), (2) (plochy kolmé na smer šírenia svetla) vo vzduchu a v skle. Všetky body na vlnoploche zodpovedajú rovnakému času. Urči pomer $p = a/b$ vzdialeností vlnoplôch a v skle a b vo vzduchu.
- d) Medzi teliesko v bode A a zrkadlo vložíme sklenenú dosku rovnobežnú s rovinou zrkadla, obr. F-6. Obrázok prekresli zväčšený na samostatný papier. Vyber si vhodné lúče vychádzajúce z telieska a zostroj obraz A'' bodu A vytvorený sústavou dosky a zrkadla. Na znázornenie prechodu lúča zo vzduchu do skla a potom zo skla do vzduchu použij postup z časti c). Do obrázku zakresli i obraz A' vytvorený zrkadlom po odstránení dosky a uveď, ako sa na zobrazení zrkadlom prejaví vloženie sklenenej dosky. Postup zostrojenia obrazu vysvetli.

7. Určenie priemeru Slnka

Camera obscura (dierková komora) je jednoduché optické zobrazovacie zariadenie, ktoré k zobrazeniu používa malý otvor a nie šošovku, obr. F– 7. Svetlo vniká do tmavej komory malým otvorom a dopadá na premietaciu plochu, na ktorej vytvorí obraz predmetu. Obraz je tým ostrejší, čím je otvor menší. Ak je premietacia plocha urobená z pauzovacieho papiera, môžeme na ňom pozorovať obraz predmetu. Nevýhoda je v tom, že malým otvorom preniká iba málo svetla a obraz je nejasný. Ak sa v premietacej rovine umiestnil fotografický film a zvolil sa dostatočne dlhý čas expozície, vznikli celkom dobré fotografie (statickej predlohy). Camera obscura je tak vhodná na zobrazovanie veľmi jasných predmetov. Ak treba dosiahnuť veľké rozlíšenie, treba použiť dostatočne dlhú komoru. Na jej konštrukciu možno nájsť viacero informácií na internete.



Obr. F–7

Úloha:

Zostroj vhodnú dierkovú komoru a zmeraj priemer Slnka.

Postup:

1. Na zostrojenie dierkovej komory použi asi jeden meter dlhú nepriehľadnú rúru s priemerom okolo 2 cm. Ak použiješ priehľadnú plastovú rúru, obal ju čiernym papierom, aby bol vnútrajšok tmavý. Na vstupný otvor prilep tmavý papier alebo alobal a v ňom urob špendlíkom malý otvor. Na druhý koniec prilep pauzovací papier alebo podobný papier.
2. Rúru namier na Slnko a upevni ju tak, aby sa Slnko zobrazilo ako kruhový kotúč na zobrazovacej ploche. Zmeraj čo najpresnejšie priemer kotúča.
3. Zo zmeraného priemeru a dĺžky rúry urči priemer Slnka. Pri výpočte vychádzaj z priemernej vzdialenosti Zeme od Slnka $d \approx 150$ mil. km.
4. Výsledok určený meraním porovnaj s hodnotou uvedenou v tabuľkách.

61. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie F

Autori návrhov úloh: Ivo Čáp (1,4), Boris Lacsny (3,5,7), Aba Teleki (2), Daniel Klivanec (5)

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