68. ročník Fyzikálnej olympiády
školský rok 2026/27
kategória G – Archimediáda

Úlohy domácej prípravy

Milý žiak!

Prvýkrát sa vydávaš na cestu olympionikov. Znamená to, že si všímaš svet okolo seba, pozoruješ rôzne javy a snažíš sa im porozumieť? Dúfame, že vytrváš až do kategórie A! Prajeme ti veľa úspechov na ceste olympionika. My sa budeme snažiť ti na tejto ceste pomáhať kladením zaujímavých otázok a predkladaním zaujímavých úloh na riešenie.
Uvedom si, že **olympiáda je viac ako školská výučba fyziky**. Preto sa nečuduj, že úlohy sú náročnejšie ako tie, s ktorými sa stretávaš na hodinách fyziky. Na spracovanie úloh máš však dosť času a môžeš používať rôzne zdroje informácií, vrátane výpočtovej techniky (počítačov) a umelej inteligencie (AI). S niektorými problémami ti určite pomôže aj tvoj učiteľ fyziky, rodič alebo kamarát.
Texty úloh sú väčšinou dlhé. Zvyčajne obsahujú úvod do problematiky alebo nejaký uvádzajúci príbeh, aby bolo vidieť, že úlohy vychádzajú z praktických skúseností, či historických alebo súčasných. Text úvodu i úlohy si pozorne prečítaj (aj viackrát), aby si mu dobre porozumel. Jednou zo schopností, ktoré má olympionik rozvíjať, je schopnosť **čítať s porozumením**. Potom si z textu vyber informácie potrebné pre riešenie úlohy a úlohu rieš. Zo začiatku to možno bude ťažšie, ale snáď tomu postupne prídeš na chuť. Predložené témy na preštudovanie a jednotlivé úlohy slúžia ako príprava na okresnú súťaž, ktorá sa uskutoční v máji. Neodkladaj si však riešenie úloh na poslednú chvíľu, ale využi celý polrok do termínu odovzdania výsledkov domácej prípravy.

Prvá téma prípravy – čo okolo seba vidíme?
Ak pozorujeme svet okolo seba, prírodu aj techniku, vidíme rôzne deje a kladieme si otázku, **ako** deje prebiehajú a **prečo** práve tak. Fyzika je veda, ktorá hľadá odpovede práve na tieto otázky. Vidíme to aj v názve, ktorý bol už v starom Grécku odvodený od slova *physis – príroda*. Veda – fyzika, si pre rôzne pozorované javy vytvorila určité pomenovania – *pojmy*, a k nim definovala *fyzikálne veličiny*, ktoré umožňujú ich meranie a porovnávanie.

1. úloha - Čo nám hovoria naše zmysly?

Boli sme obdarení zmyslami, ktoré nám umožňujú pozorovať a poznávať svet okolo nás.

a) Uveď, ktoré zmysly máme, a čo nám umožňujú vnímať. Ktoré informácie získané zmyslami môžeme opísať pomocou fyzikálnych veličín? Ako môžeme schopnosti našich zmyslov rozšíriť? Uveď niekoľko konkrétnych prípadov.
b) Moderná veda vychádza z toho, že existuje sedem okruhov javov, ktoré si vyžadujú svoje *základné veličiny*. Využi napríklad internet a zisti, o ktorých sedem okruhov javov ide, ktoré základné veličiny ich opisujú. Ako sa volajú ich medzinárodne dohodnuté základné jednotky.

Od týchto základných veličín sú odvodené *vedľajšie veličiny*, ktoré možno od základných veličín odvodiť vhodnými vzťahmi. Napr. pomocou času a dĺžky definujeme rýchlosť pohybu.

c) Uveď aspoň päť vedľajších veličín a uveď, čo opisujú a aké majú jednotky.

Meranie hodnôt fyzikálnych veličín sa robí porovnávaním s telesom alebo dejom, u ktorého sa dohodla základná hodnota „jedna“. Napr. dĺžku dráhy porovnávame s meradlom s dĺžkou 1 meter. Ku každej veličine tak definujeme *jednotku fyzikálnej veličiny*.

d) Niektoré veličiny majú jednotky pomenované po významných vedcoch. Uveď 10 takýchto jednotiek a príslušné veličiny. Uveď krátku charakteristiku príslušného vedca (kedy a kde žil, čím sa preslávil). Pri hľadaní odpovedí ti určite pomôže umelá inteligencia.

2. úloha - Ako sa tvorili jednotky veličín

V histórii poznávania boli zavedené rozličné jednotky, ktoré vychádzali z praktických potrieb spoločnosti. Prvé veličiny sa dotýkali počtov (počítali dobytok, peniaze a pod.), rozmerov (výmera pozemkov, rozmery budov, dĺžka tkaniny a pod.), času (výpočty vhodných dní počas roka, denného času, pracovného času a pod.).
My používame na počítanie *desiatkovú (decimálnu) sústavu* so základným počtom 10. Už v Babylonskej ríši (pred 4 tisícročiami) však zaviedli ako prvú *šesťdesiatkovú (hexagezimálnu) sústavu* so základným počtom 60. Prečo asi? Lebo 60 sa dá výborne deliť na menšie časti.

a) Uveď všetky možnosti delenia počtu 60 bezo zvyšku na menšie časti.

Medzi významnými číselnými hodnotami je kopa (60), tucet (12 = 60/5), veľtucet (144 = 12 tuctov), 5 a 10 (počty prstov na jednej alebo dvoch rukách) a podobne.

b) Porozmýšľaj, prečo Babylončania rozdelili rok na 12 mesiacov, ako zaviedli hodinu, minútu a sekundu, prečo plný uhol rozdelili na 360°. Ako to súvisí s pozorovanou prírodou? Uvedomme si, že pozorovania boli vtedy iba približné.

Významné pre život boli jednotky dĺžky. V minulosti jednotky odvodzovali od ľudských rozmerov, ako sú palec, stopa, lakeť, siaha, rímska míľa a pod. Niektoré z týchto veličín sa preniesli v upravenej forme až do dnešnej doby.

c) Uveď dĺžku týchto jednotiek v súčasne používaných metrických jednotkách a opíš, ako tieto jednotky boli zavedené. Aký je rozdiel v definícii rímskej míle a v súčasnosti používanej námornej míle? Akú dĺžku uhlopriečky má obrazovka mobilu, u ktorého sa udáva rozmer 6,7″ (inch = palec)?

I v súčasnosti sa používa v námorníctve alebo letectve jednotka rýchlosti kt (knot = uzol).

d) Ako zaviedli námorníci jednotku kt? Aký je prevod jednotky 1 kt na jednotku km/h?

V anglicky hovoriacich krajinách sa doposiaľ používa jednotka teploty °F (stupeň Fahrenheita)

e) Uveď, ako bola táto jednotka zavedená. Napíš, aký je prevod medzi jednotkami °F a °C (stupeň Celzia).

S uvedenými jednotkami sa môžeš stretnúť pri ceste lietadlom.

f) Keď letíš lietadlom, objavujú sa na displeji údaje o lete v leteckých jednotkách. Objavia sa hodnoty: výška 32 800 feet (stôp), rýchlosť 520 kt (uzlov) a okolitá teplota −67 °F? V jednotkách m, km/h a °C vyjadri, ako vysoko a akou rýchlosťou lietadlo letí a aká je vonkajšia teplota.

S úlohami ti určite pomôže AI – umelá inteligencia. Rád sa bavíš s mobilom? Tak ho užitočne využi!

<u>Druhá téma prípravy – fyzikálny experiment</u>. Čo je fyzikálne meranie? Aké meracie prístroje a pomôcky poznáš a ktoré z nich máte doma? Vieš ich používať? Čo je to presnosť merania a ako ju možno zlepšovať? Napr.: Ako určíš čo najpresnejšie hrúbku listu papiera v knihe? Ako sa tvorí zápis z merania, zápis výsledkov merania do tabuľky, vytváranie grafov z nameraných hodnôt veličín – čo musí vždy obsahovať tabuľka a graf? Aké informácie sa dajú z grafu získať? V nasledujúcich úlohách si zaexperimentuj tak, ako to robili vedci v minulosti.

<u>Tretia téma prípravy – plávanie telies</u>. Prečo niektoré telesá plávajú a iné sa potopia? Čo hovorí Archimedov zákon? Prečo sa železná loď nepotopí?

3. úloha - Topenie sa ľadu v oceáne

Zaexperimentuj si so slanou (morskou) vodou. Udáva sa, že priemerná slanosť (salinita) morskej vody je 35 ‰ (promile), čo znamená, že v 1 000 g morskej vody je 35 g soli. Zaujímavé je, že ľadové kryhy plávajúce v mori sú však prakticky neslané. Čo sa stane, ak sa ľad roztopí?
Pozn.: Neslaná voda, napr. z vodovodu alebo z potoka, sa nazýva sladká voda. Sladká voda má hustotu 1,0 g/cm^3, tzn. 1 g vody má objem 1 cm^3 = 1 ml (mililiter).

1. Vyrob si 500 g morskej vody a urči jej hustotu.
   - Použi odmerný valec s objemom 1 000 ml a stupnicou. Najprv si over stupnicu valca. Postav valec na elektronické váhy a vynuluj displej. Potom prilievaj sladkú vodu a zapisuj si hmotnosť pridanej vody a údaj o objeme na odmernom valci. Keďže hustota vody je 1 g/ml, údaje by sa mali zhodovať. Ak by sa údaje líšili, treba na bok valca nalepiť pásik papiera a na ňom vyznačiť vlastnú stupnicu – takto možno použiť aj inú sklenenú valcovú nádobu bez stupnice. Dôležité je ale, aby pre čo najlepšiu presnosť merania bola nádoba čo najužšia.
   - Podľa definície na 500 g morskej vody pripadá 17,5 g soli. Do suchého odmerného valca, stojaceho na vynulovaných váhach, nasyp 17,5 g soli a potom pomaly dolievaj vodu a dbaj, aby sa soľ postupne rozpúšťala. Vodu dolievaj, kým sa na váhach neobjaví hmotnosť roztoku 500 g.
   - Skontroluj, či je soľ vo vode rozpustená, a prečítaj objem roztoku.
   - Vypočítaj hustotu roztoku.
2. Zisti, akou časťou objemu je v morskej vode ponorená ľadová kryha.
   - V mrazničke býva plastová forma na výrobu ľadových kociek alebo šošoviek. Vyrob 100 g ľadových kociek. Odmeraj presne 100 g sladkej vody, nalej ju do formy a nechaj vodu zmrznúť.
   - Over objem morskej vody v odmernom valci a údaj si zapíš. Potom do vody vo valci vlož zmrznuté kúsky ľadu a urči údaj o objeme vyznačený hladinou vody. Z prírastku objemu urči objem ponorenej časti ľadu.
   - Potom pomocou tenkej tyčinky (drevená špajľa alebo plastová slamka) zatlač ľad pod hladinu vody vo valci, zisti objem zodpovedajúci výške hladiny vo valci a urči objem ponoreného ľadu.

   Pozn.: Meranie treba urobiť dostatočne rýchlo, aby sa ľad počas experimentu neroztopil.
   - Akou časťou svojho objemu je plávajúci ľad ponorený?
   - Pomocou odmeraných hodnôt urči hustotu ľadu.
   - Potom urči hmotnosť vody, vytlačenej ponorenou časťou plávajúceho ľadu, a porovnaj ju s hmotnosťou ľadu. Čo o tom kedysi vyslovil Archimedes?
3. Ako sa zmení hladina vody vo valci v dôsledku roztopenia plávajúceho ľadu?
   - Ľad opäť uvoľni, tak aby mohol voľne plávať na hladine vody vo valci a počkaj, kým sa všetok ľad nerozpustí.
   - Po rozpustení všetkého ľadu zmeraj objem vody vo valci a pomocou objemu vody s pôvodne plávajúcim ľadom zisti, či sa hladina vo valci v dôsledku roztopenia ľadu zmenila.
   - Urči zmenu objemu vody vo valci v dôsledku vloženia a rozpustenia ľadu.

Dá sa z výsledku merania usúdiť, či má roztopenie plávajúceho ľadu v oceánoch vplyv na zvýšenie hladiny vody v oceáne? Dá sa podobne posúdiť vplyv roztopenia pevninských ľadovcov na hladinu vody v oceáne?

Štvrtá téma prípravy – tepelné deje. Zopakuj si alebo preštuduj všetko potrebné pre fyzikálny opis tepelných dejov. Čo je vnútorná energia telesa, teplo, teplota – aké majú jednotky a ako sa merajú? Čo je tepelná kapacita telesa? Čo znamenajú veličiny hmotnostná tepelná kapacita látky, hmotnostné skupenské teplo látky a výhrevnosť paliva, aké majú jednotky? Čo je účinnosť variča alebo tepelného motora?

4. úloha - Urob si teplomer

Veľa dejov okolo nás závisí od teploty, už len to, či je nám teplo alebo zima. Na meranie teploty slúži celý rad rôznych teplomerov. Jeden jednoduchý si môžeš urobiť. Zistíš pritom teplotnú rozťažnosť vody. Keďže je relatívna rozťažnosť vody veľmi malá, treba vymyslieť citlivú metódu merania zmeny objemu. Ak napríklad zohrejeme vodu v odmernom valci, zmenu polohy hladiny ani nezbadáme, lebo sa zmena objemu rozloží na veľkú plochu hladiny. Riešením je teda zmenšenie hladiny.
Použi sklenenú fľašu s úzkym hrdlom (napr. sklenenú fľašu od mlieka alebo laboratórnu banku s objemom 0,5 až 1,0 litra). Fľašu uzatvoríš gumovou alebo korkovou zátkou s otvorom na zasunutie tenkej sklenenej trubice. Vhodná je sklenená trubica s priemerom približne 5 mm a dĺžkou okolo 20 až 30 cm (mala by byť v školskom kabinete – požiadaj svojho učiteľa).

1. Najprv ociachuj trubicu.
   - Trubicu na jednom konci uzatvor, napr. kúskom plastelíny alebo žuvačky, polož ju na elektronické váhy a displej vynuluj.
   - Potom trubicu naplň vodou a opäť ju polož na pripravené váhy. Údaj nám ukáže prírastok hmotnosti, a teda hmotnosť vody vo vnútri trubice, čo pri jednotkovej hustote vody predstavuje aj objem vody.
   - Zmeraj dĺžku trubice a urči objem vody, pripadajúci na 1 mm vodného stĺpca v trubici.
2. Určenie koeficientu teplotnej rozťažnosti vody.
   - Trubicu zasuň do otvoru v zátke.
   - Najprv urči objem V_0 vody vo fľaši. Prázdnu fľašu polož na elektronické váhy a vynuluj displej. Potom fľašu naplň vodou, nasaď zátku s trubicou a trubicou vodu doplň tak, aby siahala približne do stredu trubice. Fľašu postav na pripravené váhy a zisti tak hmotnosť vody, ktorá predstavuje pri jednotkovej hustote aj objem vody vo fľaši. *Pred vážením treba fľašu osušiť.*
   - Fľašu s vodou nechaj chvíľu stáť, aby sa ustálila jej teplota na hodnote izbovej teploty. Poznáš to tak, že sa hladina vody v trubici nebude pohybovať. Izbovú teplotu t_1 zmeraj laboratórnym teplomerom.
   - Po ustálení teploty si poznač polohu hladiny vody v trubici (fixkou alebo pásikom izolepy).
   - Do veľkej nádoby (napr. vedro alebo veľký hrniec) napusti teplú vodu tak, aby sa v nej fľaša s trubicou ponorila až po zátku.
   - Po vložení fľaše do teplej vody počkaj, kým sa teplota vody vo fľaši neustáli na teplote vody v nádobe. Teplotu vody t_2 v nádobe zmeraj laboratórnym teplomerom.
   - V dôsledku zmeny teploty sa hladina vody v trubici posunie do novej polohy, ktorú si opäť poznač.
   - Zmeraj rozdiel hladín a urči prírastok objemu ΔV.
   - Koeficient objemovej teplotnej rozťažnosti urči pomocou vzťahu

$$\beta_{\mathrm{m}} = \frac{1}{t_2 - t_1} \frac{\Delta V}{V_0}.$$

- So zmenou teploty sa rozťahuje aj sklo, ktoré má koeficient objemovej teplotnej rozťažnosti $\beta_s = 0{,}000\,025$ 1/°C (bežné sklo) alebo $0{,}000\,010$ 1/°C (laboratórne sklo). Túto hodnotu treba od tvojho výsledku odpočítať, takže koeficient objemovej rozťažnosti vody je $\beta_v = \beta_m - \beta_s$.
- Výsledok porovnaj s hodnotou udávanou v tabuľkách.

3. Teplomer

   Teraz už stačí upevniť za trubicu pásik papiera a postupným zohrievaním fľaše si vytvoriť podľa polohy hladiny vody v trubici stupnicu teploty. Pre lepšiu čitateľnosť si možno vodu vo fľaši zafarbiť napr. atramentom alebo potravinárskym farbivom.

5. úloha - Účinnosť variča

Často sa hovorí o úsporách energie. Pozrime sa, ako to vyzerá s našimi spotrebičmi v domácnosti. Vo väčšine domácností je zavedený plyn a taktiež sa používajú elektrické spotrebiče. Najprv sa pozrieme na účinnosť zohrievania vody na plynovom variči, potom otestujeme rýchlovarnú kanvicu. Ak tieto možnosti nemáš, požiadaj o pomoc učiteľa, rodičov alebo spolužiaka, ktorí tieto možnosti majú.

1. Výkon plynového variča

   - Na experiment potrebuješ plynový varič stredného výkonu (na šporáku býva jeden malý a jeden veľký varič a dva stredné). Ďalej potrebuješ prístup k meraču spotreby plynu vo vašej domácnosti.
   - Vypni všetky plynové spotrebiče v domácnosti a skontroluj nulový odber na merači spotreby. Potom zapni na plný výkon horák stredného variča a na merači pozoruj ukazovateľ spotreby, ktorý sa pomaly otáča. Na poslednom mieste ukazovateľa sa zobrazuje spotreba plynu v litroch. Pri horiacom horáku zmerajte čas τ_0, za ktorý sa spotrebuje V_0 (napr. 5 litrov) plynu.
   - Využi informáciu o výhrevnosti zemného plynu $H = 35$ kJ/L (teplo uvoľnené spálením 1 litru plynu). Vypočítaj teplo $Q = H V_0$, ktoré sa uvoľnilo spálením plynu za čas τ_0, a potom urči výkon $P = Q / \tau_0$ v kW (kilowattoch).

2. Ohrev vody na plynovom variči v hrnci bez pokrievky

   - Do nerezového hrnca s objemom 2 litre napusti $V = 1{,}5$ L (litra) studenej vody. Zmeraj teplotu t_1 vody laboratórnym teplomerom s rozsahom minimálne do 100 °C.
   - Hrniec bez pokrievky postav na varič, zapni horák na plný výkon a súčasne zapni stopky.
   - Pomocou teplomera sleduj rast teploty a odčítaj na stopkách čas, kedy teplota dosiahne hodnoty 30 °C, 40 °C, atď. v krokoch po 10 °C až do teploty varu 100 °C.
   - Namerané hodnoty zapíš do tabuľky a zostroj graf teploty t vody ako funkciu času τ. Zisti, či teplota rastie rovnomerne alebo nerovnomerne.
   - Urči teplo Q_1 uvoľnené spáleným plynom za celkový čas τ_1 zohrievania vody k varu a teplo Q_v prijaté vodou pri celkovej zmene teploty, ak poznáš hmotnostnú tepelnú kapacitu vody $c = 4{,}2$ kJ/(kg·°C) (teplo potrebné na zohriatie 1 kg vody o 1 °C).
   - Urči účinnosť variča $\eta_1 = Q_v / Q_1$ pri zohrievaní vody v otvorenom hrnci, tzn. aká časť tepla uvoľneného spálením plynu sa využije na zohriatie vody.

3. Ohrev vody na plynovom variči v hrnci s pokrievkou

   - Opakuj experiment s ohrevom vody podľa 2. časti s rovnakým objemom vody 1,5 L. Tentoraz hrniec zakry pokrievkou (najlepšie sklenenou, ak je k dispozícii, aby bolo na vodu vidieť, a dal sa lepšie určiť okamih, kedy sa začne voda variť).

- Zmeraj čas τ_2, za ktorý sa voda zohreje zo začiatočnej teploty t_1 na teplotu 100 °C, keď sa voda začne búrlivo variť.
- Urči teplo Q_2 uvoľnené horením plynu za čas τ_2.
- Keďže teplo Q_v prijaté vodou poznáš z predchádzajúceho merania, urči účinnosť variča $\eta_2 = Q_v / Q_2$ v tomto prípade.

4. Ohrev vody v rýchlovarnej kanvici

- Použi rýchlovarnú kanvicu s objemom 2 litre. Do kanvice nalej studenú vodu s teplotou t_1, opäť s objemom 1,5 L.
- Zapni kanvicu a súčasne zapni stopky. Zmeraj čas τ_3, za ktorý dosiahne voda v kanvici teplotu 100 °C, kedy sa začne voda búrlivo variť.
- Na štítku kanvice zisti jej elektrický príkon P (dodaný výkon z elektrickej siete) a vypočítaj teplo Q_3 uvoľnené v kanvici za čas τ_3.
- Opäť urči účinnosť ohrevu vody $\eta_3 = Q_v / Q_3$.

Na internete zisti ceny 1 kWh (resp. 1 MJ) elektrickej energie a 1 kWh (resp. 1 MJ) získanej spaľovaním zemného plynu. Prečo je cena 1 kWh elektrickej energie väčšia ako cena 1 kWh získanej zo zemného plynu?

Urči cenu zohriatia vody z teploty t_1 do varu uvedenými tromi spôsobmi.
Na základe získaných výsledkov porovnaj jednotlivé spôsoby ohrevu vody s ohľadom na a) dobu zohrievania, b) účinnosť ohrevu a c) cenu.
Potrebné údaje získaš na internete (poradí ti AI – umelá inteligencia).

Fyzikálna olympiáda – 68. ročník – úlohy domácej prípravy kat. G
Návrh a spracovanie úloh: Ivo Čáp
Recenzia úloh: Anikó Hevesi, Ľubomír Konrád
Redakcia: Ivo Čáp
Úlohy preložil: Aba Teleki
Vydalo: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2026