

62. ročník Fyzikálnej olympiády

**v školskom roku 2020/2021**  
**texty úloh**  
**kategória E – domáce kolo**

Kedves versenyző!

A 2020-2021-es tanévben a Fizika Diákolimpia házi fordulójára 5 feladatot állítottunk össze Neked. A feladatokat a 7-ik osztályos tanulóknak szántuk, bár fiatalabb tanulók is próbálkozhatnak velük, ha kedvük van hozzá. A Fizika Diákolimpiát olyanok számára szervezzük, akiket érdekel a fizika, a természet, a tudomány és hajt a kíváncsiság, vonzódik olyan tudás iránt is, amely meghaladja az iskolában tanultakat.

A fizika a körülöttünk lévő világ felfedezésére és megértésére csábít. Ehhez gyakran nem is kell messzire mennünk, elég, ha figyelmesen szemlélődünk.

A megértés, főleg a fizikában, a jelenségek és események megfigyelésével kezdődik. A fizika végső célja nem csak képletek összeállítása és ezek megoldása. Mint tudomány, célja az ismeretlen felfedezése és megértése. Ha ezen az úton sikeresek akarunk lenni, lépésről lépésre kell haladnunk, az egyszerűbb kérdésektől a bonyolultabbakig. Fejlesztenünk kell a képességeinket és eszközeinket is. Az eszközök közé tartoznak a mérőműszerek, de a matematika is. A legfontosabb azonban a fizikai gondolkodásmód fejlesztése. Te kérdést intézel a természethez, kísérletezel, és az „válaszol” – a megfigyelés, kísérlet a természet választát tükrözi – ezt kell értelmezned.

Hogy ebben segítsünk, olyan feladatokat állítottunk össze, amelyek érdekelhetnének Téged. Egyes feladatokban tehát kísérletezned kell, vizsgálni bizonyos körülményeket, levonni a következtetéseket, és megfogalmazni a következményeket. Más feladatok bizonyos tudásból indulnak ki (az iskolában tárgyalt anyagból), és a Te dolgod, hogy ezt felhasználva választ találja a feltett kérdésekre.

Úgy tűnhet, hogy némely feladat túl hosszú és igényes, de csak szorgalmat és türelmet igényel. A feladatokat előszóval láttuk el (a feladatokat megelőző dőltbetűs rész). Ezzel vezetünk be az adott jelenség megértéséhez. Csak ezután következnek a kérdések. Szeretnénk, ha élveznéd a feladványok kibogozását – szeretnénk, ha magát a lényeg megértését, az utat élveznéd, amin eljutsz a megoldáshoz. Reméljük, a Fizika Diákolimpia közelebb hozza számodra a fizika érdekességeit és a felfedezés örömeit.

Néhány feladat megoldásához megfelelő irodalom is szükséges (pl. internet), esetleg át kell a feladatot tárgyalnod a tanároddal – tudakolózni kell olyasmiről, amit fizikaórán nem tanultok. Ez szintén jellemző a tudományosságra – keresgélni kell a létező forrásokban, meg kell osztani a gondolatainkat másokkal. Így van ez más területeken is, nem csak a fizikában.

A fizikai tudás és fizikai gondolkodás mindenütt érvényesül, nem csak a fizikában. Segít megérteni más tudományágakat is (a kémiát, biológiát, matematikát, informatikát). A fizikai gondolkodásmód fejleszti a visszajelzések megértését. A természet a kísérletben megerősíti, vagy cáfolja az elképzelésünket a jelenségekről – arra kényszerít bennünket, hogy elfogadjuk a tényt és valóságot. Így a fizikai gondolkodásmód a humán tárgyak megértésében is segít felismerni és tisztelni a tényeket.

A fizikai gondolkodásmód lényeges része a próbálkozás és az eredmény kritikus vizsgálata. Van értelme az eredménynek? Nem mond ellent az eredmény a józanésznek? Ha igen, próbálkozzunk másképp. Keressük a gondolatmenetünk, érvelésünk vagy értelmezésünk gyenge pontját! Ezt a képességet is fejleszti a Fizika Diákolimpia.

**v školskom roku 2020/2021**  
**texty úloh**  
**kategória E – domáce kolo**

**1. Kerékpártúra**

*A kerékpártúrázás a modern relaxációs sportok közé tartozik.*

Egy alapiskola tanulóinak csoportja és tanítójuk úgy döntöttek, hogy kerékpáron teszik meg az utat az A indulási pont és a B cél között. Tanítójuk azonban meglepetéssel készült, a legjobban teljesítő tanulókat nem csak kis frissítővel kívánja megjutalmazni a célban, hanem jó osztályzattal is fizikából.

- Először egy egyszerű kérdést tett fel: döntsék el és indoklják meg, hogy a sebesség melyik mértékegysége nagyobb  $v_1 = 1 \text{ km/h}$  vagy  $v_2 = 1 \text{ m/s}$ .
- A kerékpárutat két szakaszra osztotta. Az első hossza  $s_1 = 5,0 \text{ km}$ , amelyen egyenletes  $v_1 = 20 \text{ km/h}$  sebességgel kellett haladniuk, a második szakasz hossza  $s_2 = 10 \text{ km}$ , amelyen pedig egyenletes  $v_2 = 10 \text{ km/h}$  sebességgel. Mekkora volt a  $v_{p1}$  átlagsebességük az indulási pont és a cél között, ha az utat megszakítás nélkül tették meg?
- A visszaúton más taktikával haladtak. Félútig  $v_1$ , utána  $v_2$  sebességgel haladtak. Mekkora volt a  $v_{p2}$  átlagsebességük ebben a z esetben?

**2. A kutatóhajó és a tenger mélységei**

A laboratóriumban egy  $S = 1,0 \text{ mm}^2$  keresztmetszetű acéldrótot vizsgáltak. Kiderült, hogy a drót elszakad, ha a gravitációs térben  $m_0 = 40 \text{ kg}$  tömegű nehezezzel terhelik. Ezt a dróttípust tervezték egy meteorit kiemelésére a tenger mélyéről.

- Milyen  $h_1$  mélységbe engedhették le teher nélkül az acél drót végét, hogy a drót ne szakadjon el a saját súlya alatt? Melyik pontján éri a drótot a legnagyobb terhelés, ahol az elszakadása fenyeget?

A kutatók a kiemeléshez  $N = 100$  drótból álló acélkötelet terveztek használni.

- Mekkora  $h_2$  mélységbe engedhetik le a drótkötél végét, mielőtt elszakadna a saját súlya alatt? A felfüggesztése közvetlenül a tenger szintje felett van. A válaszodat indokold meg!

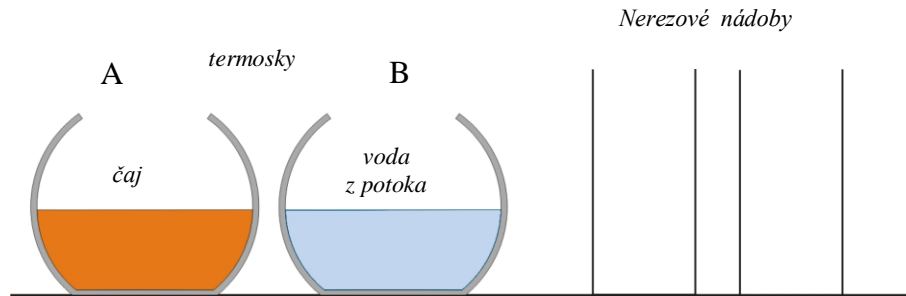
A  $h = 250 \text{ m}$ -es mélységben fekvő meteorit tömegét  $M = 4,0 \text{ t}$ -ra becsülték. Az előzetes elemzések azt mutatták, hogy a meteorit tiszta irídiumból van – ez az elem a Föld felszínén meteoritokból származik.

- Föl lehet húzni a meteoritot a drótkötéllel a tengerfelszínéig? A válaszodat indokold meg számítással!

A tengervíz sűrűsége  $\rho_v = 1\,030 \text{ kg/m}^3$ , az acél sűrűsége  $7\,500 \text{ kg/m}^3$ , az irídium sűrűsége  $\rho_{Ir} = 22\,420 \text{ g/cm}^3$ , a gravitációs állandó  $g = 10 \text{ N/m}$ . Tételezd fel, hogy az acél drót és az acélkötelet keresztmetszete sem változik terhelés közben!

### 3. A tea hűtése

Janka a nagymamájánál tartózkodott. Az asztalon  $V = 1,00$  l forró tea ( $t_1 = 90,0$  °C) volt a termoszban. Egy ugyanolyan termoszban azonos mennyiségű  $t_0 = 10,0$  °C hőmérsékletű hidegvíz is volt, amit Janka a hegyi patakból hozott. Volt az asztalon, ezen kívül, még két vékonyfalú rozsdamentes acélból készült  $V$  térfogatú hengeres edény (E–1 ábra). Úgy voltak kialakítva, hogy bele lehessen meríteni a termoszokba. Janka a hidegvizet az egyik hengeres edénybe öntötte, amely fala jól vezeti a hőt, majd az A termoszban levő teába merítette, hogy lehűtse azt.



a) Milyen értéken ( $t_2$ ) állapotott meg a tea hőmérséklete?

Janka elgondolkodott, hogy le lehetne-e hűteni a teát az adott mennyiségű hidegvízzel úgy, hogy a tea végső hőmérséklete alacsonyabb legyen, mint a hűtéshez használt hidegvíz végső hőmérséklete. A hűtéshez használt hidegvíz végső hőmérsékletét az után mérné meg, hogy a teljes mennyiséget visszaöntené a B termoszba.

b) Ebben az esetben a hűtéshez mindkét rozsdamentes hengeres edényt lehet használni, és a patakból hozott eredeti mennyiségű hideg vizet! Javasolj olyan eljárást, amelyben a tea végső hőmérséklete alacsonyabb lesz, mint a hűtéshez használt hidegvíz végső hőmérséklete! Válaszodat magyarázd el!

c) Mekkora lesz a tea  $t_{v1}$  és hűtővíz  $t_{v0}$  végső hőmérséklete az általad a b) pontban javasolt eljárás végén?

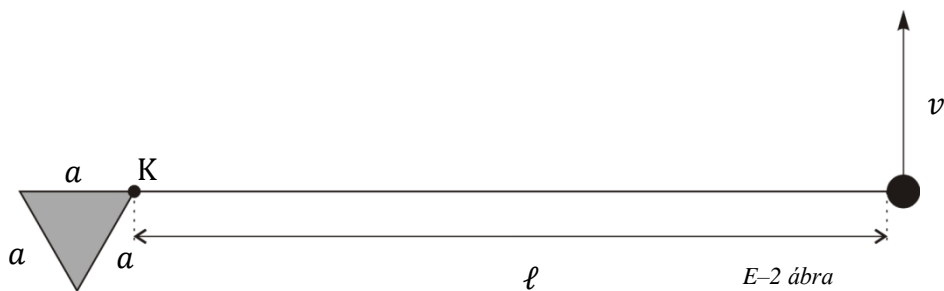
*Megjegyzés: a víz és a tea fajlagos hőkapacitása egyenlő. A termoszok és a rozsdamentes hengeres edények hőkapacitása elhanyagolhatóan kicsi, a környezettel kicserélt hő is elhanyagolhatóan kicsi. A többi, esetleg szükséges, adatot keresd ki megfelelő forrásokból!*

### 4. Jégkorong csúszik a jégen

A jégkorongot egy  $\ell = 6,000$  m hosszú szilárd, nem nyúló, vékony fonállal összekötötték a K oszloppal (E–2 ábra). Az oszlop befagyott a jégbe. Az oszlop keresztmetszete  $a = 75,0$  cm oldalhosszúságú egyenlő oldalú háromszög. A jégkorong a jégen súrlódás nélkül csúszik, és a kezdeti ( $t_0 = 0$  s) sebessége  $v = 1,000$  m/s. Az E–2 ábra felülnézetből mutatja a vízszintes síkot a  $t_0$  pillanatban. A jégkorong mindig a fonálra merőlegesen mozog, és mozgása közben a fonál az oszlopra tekeredik.

a) Rajzold át az E–2 ábrát a megoldásodba, és ábrázold benne milyen erők hatnak a jégkorongra a vízszintes síkban! Készítsd el a jégkorong pályájának illusztrációs vázlatát – az utolsó két fordulatát az oszlop körül (a jégkorong valós helyzetével, miután a fonál teljesen feltekeredett az oszlopra)!

b) Döntsd el, hogy végeznek-e a jégkorongra ható erők munkát – magyarázd el!



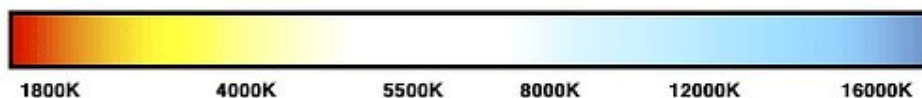
E-2 ábra

c) Mennyi időbe telik ( $t_1$ ), amíg a jégkorong az oszlopnak ütközik?

A jégkorong átmérője 76 mm, a fonál a jégkorong széléhez van kötve. A jégkorong a jégen súrlódás nélkül mozog, a rá ható légellenállás elhanyagolhatóan kicsi.

## 5. LED lámpa

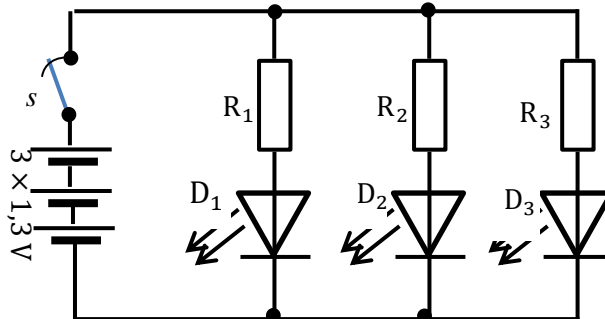
Ez elmúlt években erősen terjed a LED (Light Emitting Diode: fényt kibocsátó dióda) világítótestek használata az egész világon. A történetük 1962-ben kezdődött, ekkor fedezték fel az első vörös fényt kisugárzó lumineszcens diódát. A fordulatot használhatóságukban azonban a kék fényt kisugárzó lumineszcens dióda kifejlesztése hozta (Akaszaki Iszamu, Amano Hiroshi és Nakamura Súdzszi japán fizikusok ezzel érdemelték ki a fizikai Nobel-díjat 2014-ben). A LED működésének alapelve, hogy nyitóáramú diódában, 3,2 V – 3,6 V feszültségnél, az elektronok magasabb energiaszintről alacsonyabbra ugranak, és az energiafölösleget fény formájában sugározzák ki. A japán tudósok által kifejlesztett gallium-nitrid (GaN) főleg a hatásfok terén hozott áttörést (LED ~ 100 – 150 lm/W, klasszikus izzó 15 lm/W; a lumen a fényáram mértékegysége). LED tematikájú feladatok találhatóak az FO 56. és 57. évfolyamában is (2014-2016).



Obr. E - 3

A LED  $U_0 = 3,4$  V feszültség és  $I_0 = 17$  mA áramerősség mellett meleg fehér fénnel világít (ennek a fénynek a hőmérséklete 3500 K, míg a nappali fényé 5000 K, E-3 ábra). A dióda bemeneti teljesítménye ekkor  $P_0 \approx 60$  mW. Ha az elektromos energia jó hatásfokkal alakul át látható fénné a LED fényárama eléri a  $k_0 \approx 100$  lm/W értéket (lm - lumen). Gyengébb megvilágítási követelmények esetén energiaforrásként AA típusú  $U_{z1} \approx 1,5$  V nominális feszültségű (alkalikus) vagy újratölthető  $U_{z2} \approx 1,3$  V nominális feszültségű (NiMH) ceruzaelemeket használnak. Az újratölthető elemeknél a gyártók többsége  $10^3$  újratöltési ciklust garatál, valamint 1700-tól 3200 mAh-ig terjedő elektromos kapacitást.

Az E-4 ábrán 3 LED-et tartalmazó chip kapcsolási rajza látható. A LED-ek  $U_0 = 3,4$  V nominális feszültségen és  $I_0 = 17$  mA nominális áramerősségen üzemelnek. A világítótestet három újratölthető  $U_{0z} \approx 1,3$  V nominális feszültségű ceruzaelem táplálja, mindegyik nominális kapacitása  $Q \approx 1900$  mAh.



E-4 ábra: három LED-es chip

a) Milyen szerepet játszanak a LED világítótestben az  $R_1$ ,  $R_2$  és  $R_3$  rezisztorok? Határozd meg a rezisztorok  $R$  ellenállásait, hogy biztosítva legyenek a LED diódák üzemeltetési paraméterei!

b) Határozd meg, mekkora áram folyik az egyes LED diódákban! Mekkora  $I_z$  áram folyik az áramforrásban? Jelöld be az áramokat a szokásos módon a megoldásodba átrajzolt kapcsolási rajzba!

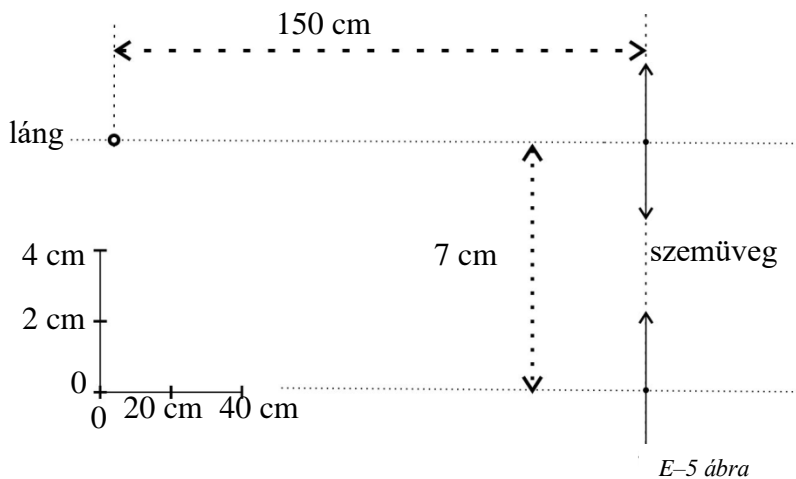
c) Mekkora lesz a világítótest által szolgáltatott fényáram, ha zárjuk az áramkört?

d) Mennyi ideig fog a világítótest világítani, ha kimeríti a ceruzaelemek nominális kapacitását?

*Tételezd fel, hogy a ceruzaelemek belső ellenállása elhanyagolhatóan kicsi!*

## 6 A mécses lángjának képe

Karácsonykor kis mécses égett az asztalon. Apa a mécsestől nem messze tette az asztalra a szemüvegét. Kati észrevette, hogy a falon a mécses lángjának két éles képe jelent meg. Megkérdezte apukáját, hogy milyen „erős” lencsék vannak a szemüvegében, és a válaszból megértette, hogy mindkét lencse +2 dioptriás. Gondosabb vizsgálódás után Kati megállapította, hogy a két lencse síkja ugyanabban a síkban fekszik, és ez a sík párhuzamos a fallal, amelyre a mécses lángjának képei vetítődnek. A két lencse középpontja közti távolság  $d = 7,0$  cm. A mécses lángja a bal lencse optikai tengelyén van,  $a = 1,50$  m távolságban a lencsétől (E-5 ábra).



a) Készíts vázlatos rajzot feltüntetve a mécses lángját, a szemüveget és falat! Tüntesd fel az ábrában a láng képeit! Egészítsd ki az ábrát a mennyiségek megnevezésével és értékeivel! Szerkeszd meg leképezési sugarakkal a láng mindkét képét, és írd le tömören a láng képeinek leképezését!

*Megjegyzés: Válaszd a vázlat léptékét az optikai tengely irányában 1:20-hoz, míg a rá merőleges irányban 1:2-höz. Más szavakkal, úgy kicsinyítjük az elrendezést, hogy részletesebben ábrázolhassuk a szemüveg lencséit (lásd a fenti ábrát) és a leképezést.*

*A leképezés szempontjából csak az egyenesek párhuzamossága, illetve az egyenesek metszéspontjai lényegesek – ezekre pedig a két irányban eltérő mértékű kicsinyítés nincs hatással: a párhuzamosok párhuzamosak maradnak a metszéspontok pedig metszéspontok. (Képzeld el hogy a kész megoldást megnyújtod vagy zsugorítod valamilyen irányban!)*

b) Mekkora  $a'$  távolságban vannak a lencsék a faltól? Mekkora távolságban vannak egymástól a szemüveggel leképezett mécses lángjának képei a falon?

Kati óvatosan tolni kezdte a mécsést az asztalon, párhuzamosan a fallal, amelyen a láng képei voltak.

c) Az egyik lencse által létrehozott kép egyenletes  $v_1 = 1,0$  cm/s sebességgel mozgott a falon. Milyen  $v_2$  sebességgel mozgott a falon a másik lencse által létrehozott kép? A válaszodat magyarázd meg!

## 7 A vízcseppek tömegének meghatározása (kísérleti feladat)

Infúzió, folyékony gyógyszerek alkalmazásakor, de különböző eljárásokban is gyakran használják a „csepp” mennyiséget (csepptömeg, csepptérfogat). Adott hőmérsékleten (pl. 20 °C-on) egy folyadékcsepp megőrzi a tömegét (tehát a térfogatát is).

Segédeszközök: egy milliliteres beosztású injekciós fecskendő (tű nélkül) vagy megadott térfogatú műanyag flakon.

a) Tégy javaslatot olyan eljárásra, amellyel meghatározhatod egy  $t_0$  (°C) hőmérsékletű tiszta vízcsepp  $m_0$  tömegét és  $V_0$  térfogatát a fent említett segédeszközök egyikének segítségével! Írd le tömören az eljárást!

b) Mérd meg, az általad javasolt eljárással, egy vízcsepp  $m_0$  tömegét! Ismételd meg a mérést többször is, majd számítsd ki egy vízcsepp tömegének átlagértékét!

Mérésekkel megállapítható, hogy 1 m<sup>2</sup> vízfelülethez (folyadékfelülethez) adott hőmérsékleten (20 °C)  $73 \times 10^{-3} \text{ J} = 73 \text{ mJ} = 73 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$  energia rendelhető – ezt a mennyiséget a víz „felületi feszültségének” nevezzük (a mennyiség jele  $\sigma$  [olvasd *szigma*]). Eltérő folyadékok felületi feszültsége különböző. Az etanolé például  $22 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ , a petróleumé  $27 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ , a higanyé  $401 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ .

c) Miért különböznek az edényben levő víz felszínének fizikai tulajdonságai a víztömeg belsejében érvényes fizikai tulajdonságaitól?

Megjegyzés: fontold meg, hogyan hatnak egymásra a vízmolekulák a víz felszínén, és hogyan a belsejében!

d) A könnyű szitakötők (szabad vízfelületek közelében élő rovarok) de akár könnyű tárgyak is (könnyű pénzérme) megmaradnak a víz felszínén, nem merülnek el. Indokold meg tömören!

e) Milyen egy vízcsepp alakja földi körülmények között, és milyen a nehézségi erő hiányában (pl. az űrállomáson)? Indokold meg!

f) Határozd meg egy vízcsepp tömegét eltérő hőmérsékleteken, pl. hideg víz esetében ( $t_1 \sim 15$  °C), és szobahőmérsékleten ( $t_2 \sim 20$  °C) – jelöljük a két tömeget  $m_{01}$  és  $m_{02}$ -vel. Írd le, hogyan változott meg a vízcsepp tömege a ( $t_2 - t_1$ ) hőmérsékletváltozáskor! Indokold meg tömören!

*Megjegyzés a mérésekhez: egy csepp tömege függ a csepegtetőnyílás átmérőjétől, ezért minden méréshez ugyanazt a csepegtetőt (injekciós fecskendőt) használd!*

---

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

Autori návrhov úloh: Daniel Klivanec (1, 5, 7), Aba Teleki (3, 6), Boris Lacsný (2, 4)

Úprava návrhov úloh: Daniel Klivanec, Ivo Čáp

Recenzia 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 2020