

**61. ročník Fyzikálnej olympiády**  
**v školskom roku 2019/2020**  
**Kategória F – domáce kolo**  
Texty úloh

Kedves versenyző!

A 2019-2020-es tanévben a Fizika Diákolimpia házi fordulójának feladatai vannak előtted. A feladatokat a 8-ik osztályos tanulóknak szántuk, bár fiatalabb tanulók is próbálkozhatnak velünk, 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. Fejlesztünk 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 örömét.

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.

## 1. Gyerekek a ligetben

A gyerekek görkorcsolyázni mentek a ligetbe. A ligetben van egy sima felületű  $l = 400$  m hosszúságú kör alakú görkorcsolyapálya.

a) A gyerekek először a saját megszokott tempójukban korcsolyáztak. Lemérték mennyi idő alatt tesznek meg egy kört. A fiú  $t_1 = 2,40$  perc alatt, a lány  $t_2 = 3,00$  perc alatt.

Határozd meg a testvérek  $v_1$  és  $v_2$  sebességét m/s valamint km/h egységekben!

b) Mekkora  $x$  távolság hiányzott a lánynak a célig, amikor a fiú áthaladt a célon?

Újra elindultak a kör elejéről ugyanabba az irányba. A fiú gyorsabb volt, így lekörözte a lányt.

c) Mennyi időbe ( $t_3$ ) telik a fiúnak lekörözni a lányt, és mekkora  $d_3$  távolságot tesz meg ez alatt fiú?

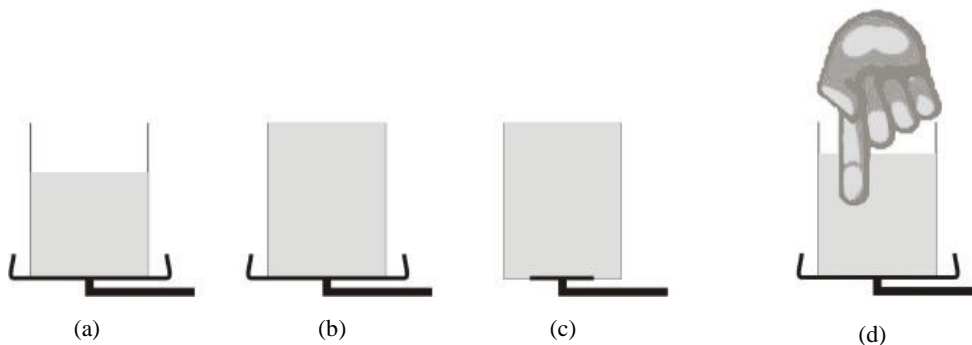
Ekkor újra elindultak a kör elejétől, de ekkor egymással ellenkező irányban.

d) Mennyi idő ( $t_4$ ) elteltével találkoznak a gyerekek, és mekkora  $d_4$  távolságot tesz meg a fiú ez alatt az idő alatt?

Az összes esetben a gyerekek a nekik megfelelő  $v_1$  ill.  $v_2$  állandó sebességgel haladtak, amely az a) részfeladatban van meghatározva.

## 2. Kísérletek a mérlegre helyezett vizes pohárral.

Az F-1 ábrán egy egyenlőkarú mérleg bal tányérjába helyezett vizes pohár látható. Az a) ábrán csak részben van vízzel, míg a b) és c) ábrákon a pohár színültig van vízzel. Az a) és b) ábrán a poharak olyan tányéron vannak, amelyek felfogják az esetleg kicsorduló vizet. A c) ábrán a pohár alatt nincs tányér, és a víz, ami kicsordul, az asztalra folyik. Mindhárom esetben (a, b, c) a mérleg tökéletesen ki van egyensúlyozva egy nehezéssel a mérleg jobb tányérján. A pohárban levő vízbe merítjük az ujjunkat úgy, hogy az ujjunk minden esetben  $V = 2,0$  ml térfogatnyi vizet szorít ki. Az a) esetben a víz nem csordul ki a pohárból, a b) esetben kicsordul, de a vizet felfogja a mérleg tányérja, a c) esetben kicsordul, és a víz lefolyik az asztalra.



F-1 ábra

a) Mekkora  $m_a$  tömegű nehezéket kell a mérleg jobb tányérjába tenni az F1-a) esetben, hogy a mérleg ki legyen egyensúlyozva, miután az ujjunkat beledugtuk a vízbe?

b) Mekkora  $m_b$  tömegű nehezéket kell a mérleg jobb tányérjába tenni a F1-b) esetben, hogy a mérleg ki legyen egyensúlyozva, miután az ujjunkat beledugtuk a vízbe?

c) Mekkora  $m_c$  tömegű nehezéket kell a mérleg jobb tányérjába tenni a F1-c) esetben, hogy a mérleg ki legyen egyensúlyozva, miután az ujjunkat beledugtuk a vízbe?

A válaszodat minden esetben indokold meg!

A víz sűrűsége  $\rho = 1,00$  g/cm<sup>3</sup>.

### 3. A léghajó

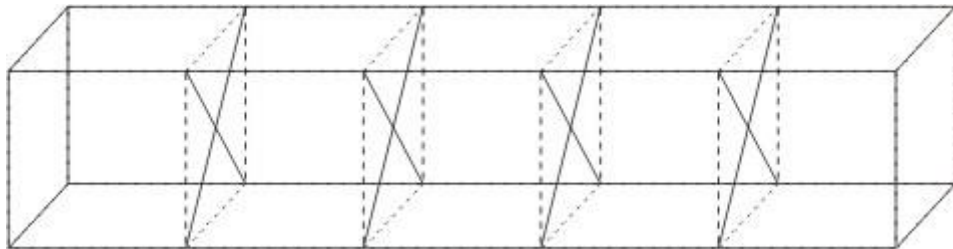
Minden idők leghíresebb Zeppelin léghajója a tragikus sorsú Hindenburg volt (a Zeppelin léghajókat Ferdinand von Zeppelin tervezte), amely 1937 május 6-án leszálláskor utasaival a fedélzetén kigyulladt és leégett. A szivar alakú léghajó 246,7 m hosszú és 41,2 m átmérőjű volt (F–2 ábra).



F–2 ábra

Az egyszerűség kedvéért egy hasáb alakú léghajót képzeljünk el, oldalai hosszúsága  $a = 100$  m,  $b = c = 20,0$  m (F–3 ábra)

A konstrukció alakját acélrudak biztosítják, ezeknek egységnyi hosszra eső tömege, más néven vonal menti sűrűsége  $\rho_\ell = 20,0$  kg/m – ilyen rudak alkotják a hasáb éleit, valamint a kereszt rudakat (az F–3 ábrán összefüggő vonalak ábrázolják). A léghajó hidrogénnel van töltve, repülés közben a sűrűsége  $\rho_v = 89,0$  g/m<sup>3</sup>. A szerkezetet kívülről fólia fedi, ez tartja bent a hidrogéngázt.



Obr. F–3

- Mekkora lehet a fólia legnagyobb  $\rho_{S1}$  felületi sűrűsége (egységnyi felületre eső tömege), hogy a léghajó legalább a saját tömegét elbírja?
- Mekkora lehet a fólia legnagyobb  $\rho_{S2}$  felületi sűrűsége, hogy a léghajó saját tömegén kívül még  $M = 25$  tonna hasznos terhet is szállíthasson (kabin, üzemanyag, utasok, ...)?
- Hová helyeznéd a léghajó kabinját (a gondolát) az F–3 ábrán vázolt szerkezeten? A javaslatodat indokold meg! Készíts vázlatos rajzot, és jelöld be rajta léghajó szerkezetének súlypontját (a gázzal együtt), valamint a gondola súlypontját!

A levegő sűrűsége a léghajó környezetében  $\rho_{vz} = 1,27$  kg/m<sup>3</sup>, a gravitációs állandó  $g = 9,81$  N/kg.

#### 4. A klímaváltozás

Napjaink egyik, ha nem rögtön a legnagyobb problémája a globális klímaváltozás, amely a bioszféra melegedését jelenti (ez a Föld felszíne, vizei és légköre). A Föld bioszférajának átlaghőmérséklete egy kényes egyensúlyi állapot a Nap sugárzásából származó energia, a Föld belsejéből származó energia és a világűrbe kisugárzott energia között. A hőmérséklet legjelentősebb stabilizátorai a tengerek és óceánok vizei.

A Föld felülete közelítőleg  $S = 511$  millió  $\text{km}^2 = 511 \text{ Tm}^2$ . Ebből  $k = 70,5\%$  a tengerek és óceánok felszíne. A tengerek és óceánok átlagmélysége  $h = 3,6$  km. A Föld  $1 \text{ m}^2$  nagyságú felületére  $m_{vz} = 10,3$  tonna =  $10,3 \text{ Mg}$  tömegű levegő jut.

a) Mekkora  $Q_m$  hőt kéne leadni a Föld tengereinek és óceánjainak, hogy a hőmérsékletük teljes térfogatukban  $\Delta T = 1,00$  °C-kal megemelkedjen? Mekkora  $Q_v$  hőt kéne leadni a légkörnek, hogy az egész légkör hőmérséklete  $\Delta T = 1,00$  °C-kal emelkedjen meg?

A Föld fő energiaforrása a napsugárzásból ered, lényegében ez határozza meg a Föld hőmérsékletét. Egy, a légkör feletti felületet, amely merőleges a napsugarakra és területe  $1 \text{ m}^2$ , minden másodpercben  $E_S = 1638 \text{ J}$  energia éri napsugárzás formájában. Az effektív terület, amelyre a napsugárzás esik (amit a Föld kitakar a Nap sugárzásából), egyenlő a Föld  $S$  felületének  $1/4$ -vel. A légkör a napsugárzás  $\eta = 46,0\%$ -át rögtön visszaveri a világűrbe. Ez a visszavert sugárzás nem melegíti a Földet.

b) Mekkora  $E_{S1}$  energia éri másodpercenként a Földet napsugárzás formájában, amely melegíti a Föld hőmérsékletét? Határozd meg a  $p_m = Q_m/E_{S1}$  és a  $p_v = Q_v/E_{S1}$  arányokat!

Írd le ezeknek az arányoknak a mértékegységét, a fizikai jelentését, valamint add meg az értéküket megfelelően választott mértékegységekben!

c) Határozd meg a Föld tengereinek és óceánjainak  $C_m$  hőkapacitását, valamint a Föld légkörének  $C_v$  hőkapacitását! Indokold meg, a kapott eredmények alapján, miért tartjuk a vizet a Föld hőmérséklet stabilizálójának!

d) Miért változatlan a Föld hőmérséklete már évmilliók óta?

Az üvegházhatású gázok befolyásolják a Föld éghajlatát. Nélkülük sokkal hidegebb lenne. Másfelől, ha az üvegházhatású gázok felhalmozódnak a légkörben, lavinaszerű folyamatok indulnak be, amelyek tovább növelik az üvegházhatást. Ennek következtében a bolygó kevesebb energiát sugároz vissza a világűrbe, mint amennyi a bioszféra melegíti. Így a Föld hasonló sorsra juthat, mint a Vénusz, ahol a felszíni hőmérséklet eléri a  $460$  °C-ot.

e) Mivel a Földön sok víz van, egyes forgatókönyvek szerint a felszíni hőmérséklet magasabb is lehet, mint a Vénuszon (amely közelebb van a Naphoz), és elérheti a  $900$  °C-ot is. Magyarázd meg miért!

f) Nevezz meg, megfelelő irodalmat használva, három fém- vagy kőzetet, amelyek  $900$  °C-on megolvadnak!

A víz fajlagos hőkapacitása  $c_m = 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{°C})$ , a levegő átlagos fajlagos hőkapacitása  $c_v = 1,00 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{°C})$ , a tengerek és óceánok vizeinek átlagsűrűsége  $\rho = 1030 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

## 5. Főzés indiánmódra

Az indiánok nem rakták a tűzbe az agyagedényeiket, ha vizet akartak forralni, helyette a tűzből kivett forró köveket rakták az edényben levő vízbe.

Egy adagedényben  $m = 0,80$  kg tömegű  $t_1 = 15$  °C hőmérsékletű víz van. Az indiánlány ki vett a tűzhely paraszából négy bazaltkővet, mindegyik tömege  $m_k = 0,2$  kg, hőmérséklete  $t_k = 450$  °C, és az agyagedényben levő vízbe tette.

- Milyen  $t_2$  hőmérsékletre melegedett fel a víz az edényben, miután beállt a hőmérsékleti egyensúly?
- Hány ( $N_k$ ) darab  $m_k$  tömegű és  $t_k$  hőmérsékletű követ kell az adagedénybe tenni, hogy a víz az edényben forrni kezdjen (a víz forráspontja  $t_v = 100$  °C)?
- Add meg legalább két előnyét és legalább két hátrányát az indián-féle főzésnek!

A bazaltkő fajlagos hőkapacitása  $c_k = 820 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$ , a víz fajlagos hőkapacitása  $c = 4,18 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$ , az agyagedény hőkapacitása  $C_n = 200 \frac{\text{J}}{\text{°C}}$ . Az edény környezetébe elszökő hő elhanyagolhatóan kicsi.

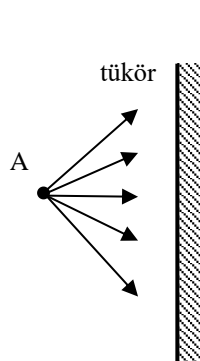
## 6. Képpalkotás síktükörrel

Sok optikai jelenség alapja a fénytükrözés és a fénytörés. Gyakran találkozunk a síktükörrel való képpalkotással, elég, ha a tükörbe nézünk.

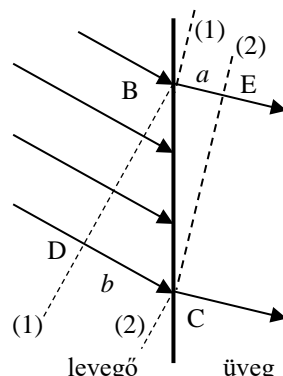
- Az F-4 ábrán egy síktükör és előtte egy pontszerű test (A) látható. Ábrázoltuk a testről kiinduló és a tükör irányába terjedő fénysugarakat. Rajzold át az ábrát nagyobb léptékben, hosszabbítsd meg a sugarakat a tükörig, szerkeszd meg a visszaverődő fénysugarakat és az A pont  $A'$  képét a tükörben! Melyik alaptörvényt használjuk a fény visszaverődésekor? Magyarázd el, hogyan keletkezik a test képe a tükörben, és dönts el, hogy ebben az esetben a kép valós, vagy virtuális! Miben különbözik a valós kép a virtuálisról?

A fény a vákuumban terjed a leggyorsabban. Minden anyagi közeg lassítja a fény terjedését.

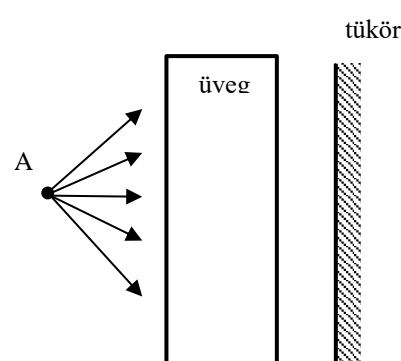
- Hogyan függ össze egy közeg törésmutatója a fény terjedési sebességével (a közegben)? Mekkora a fény  $c_0$  terjedési sebessége a vákuumban, és mekkora ( $c_1$ ) az üvegben, amelynek a törésmutatója  $n = 1,50$ ?



F-4 ábra



F-5 ábra



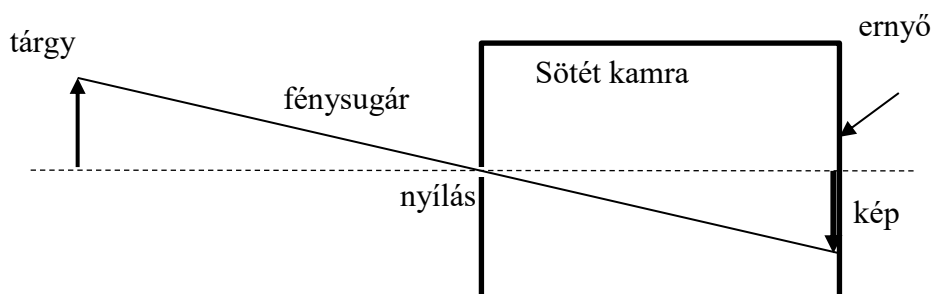
F-6 ábra

- Az F-5 ábra a fény törését mutatja, amikor a levegőből üvegbe lép. Az ábrán szaggatott vonallal két hullámfrontot ábrázoltunk ((1) - levegő, (2) - üveg). A hullámfrontok merőlegesek a terjedési irányra, és az ábra egy adott pillanatban ábrázolja őket. Határozd meg a  $p = a/b$  arányt, ahol  $a$  a két hullámfront közti távolság a levegőben,  $b$  pedig a tükörben!
- Az A test és tükör közé egy üveglapot teszünk párhuzamosan a tükörrel (F-6 ábra). Az ábrát rajzold át nagyobb léptékben! Szerkeszd meg az A pont  $A''$  képét megfelelően válasz-

tott sugarak segítségével! A fénysugarak törését az üvegben a c) részfeladatban mondottak alapján szerkeszd meg! Szerkeszd meg a rajzodon az  $A$  pont  $A'$  képét is, amit az üveglemez eltávolításával kapunk! Magyarázd el a szerkesztéseidet!

## 7. A Nap átmérőjének meghatározása

*A camera obscura (latin, jelentése: sötét kamra) vagy lyukkamera lencsetag nélküli optikai eszköz, mely a környezet vizuális leképezésére szolgál. Egy minden oldalról fénytől védett doboz vagy szoba, melybe a fény egy apró lyukon keresztül hatol be. Ez a fény fordított állású képet rajzol ki az ernyőn. A kép annál élesebb, minél kisebb a lyuk. Ha az ernyőt pauszpapírból alakítjuk ki, kívülről is megfigyelhetjük a létrehozott képet. Hátránya, hogy a kép halovány. Ha az ernyőt fényérzékeny filmmel helyettesítjük, és hosszú megvilágítást alkalmazunk, tűrhető minőségű képet kaphatunk (statikus tárgyakról). A camera obscura, a mondottak alapján, igen alkalmas nagyon fényes objektumok megfigyelésére, amilyen a Nap is. Ha nagyobb felbontást szeretnénk elérni, hosszabb camera obscurát kell építenünk. Megépítésére több útmutató is található a világhálón.*



F-7 ábra

### Feladat:

Készíts megfelelő camera obscurát a Nap megfigyeléséhez, és mérd meg a Nap átmérőjét!

### Eljárás:

1. A camera obscura megépítéséhez használj nagyjából 1 méter hosszú, 2 cm belső átmérőjű csövet, nem fényáteresztő anyagból! Ha a cső anyaga áttetsző, csomagold fekete papírba! A bemeneti nyílásra ragassz fekete papírt, vagy alufóliát! Gombostűvel lyukaszd ki nagyjából a közepén! A cső másik végére ragassz pauszpapírt – ez lesz az ernyő!
2. A csövet irányítsd a Napra (a lyukkal a Nap felé), és rögzítsd úgy, hogy az ernyőn megjelenjen a Nap korongja! A lehető legpontosabban mérd meg a korong átmérőjét!
3. Számítsd ki, a megmért átmérőből, valamint a cső hosszúságából, a Nap átmérőjét! A Nap és Föld közti távolság középértéke  $d \approx 150$  millió km.