65. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2023/2024
kategória F
texty úloh domáceho kola v maďarskom jazyku

1. Hosszú játszma

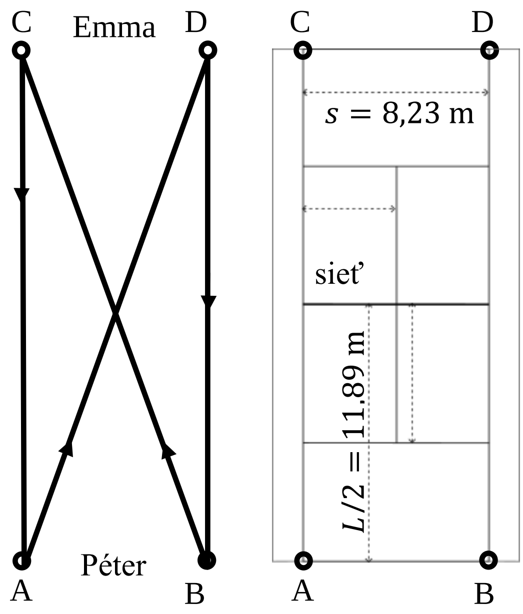
Az F–1 ábra egy teniszpálya méreteit mutatja. Az egyéni játszmákban csak az oldalsáv nélküli részeken játszanak, az $|AB| = s = 8{,}23$ m szélességű és $|AC| = L = 23{,}78$ m hosszúságú területen (alapvonaltól alapvonalig). Az A és D sarkok távolsága $d = 25{,}16$ m.

Az alsó játékos, Peter, nagy erővel üti el a labdát az AB alapvonalon – a labda vízszintes sebessége $v_1 = 72{,}0$ km/h, és állandó a labda röpte alatt.

A felső játékos, Emma, $v_2 = 54{,}0$ km/h vízszintes sebességgel küldi vissza a labdát a CD-alapvonalról.

A labda az ábrán látható módon mozog (ADBCA).

Péter az A pontban üti meg a labdát, és addig marad az A pontban, amíg Emma el nem üti a labdát a D pontból a B pontba. Péter a labdával egy időben ér a B pontba. Emma ezalatt a D pontban várakozik, amíg Péter el nem üti a labdát a C ponthoz. Emma a labdával egy időben erkezik a C pontba.



F–1 ábra

a) Mekkora v_{P1} átlagsebességgel kell Péternek mozognia az A és B pontok között, és mekkora v_{E1} átlagsebességgel Emmának a C és D pontok között?

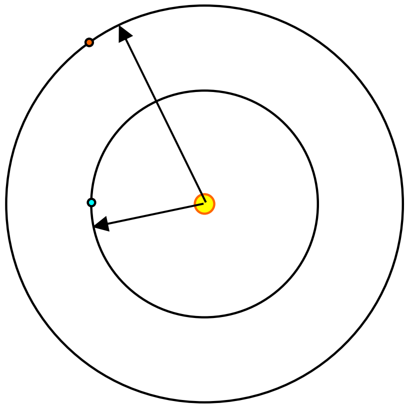
Egy bizonyos idő elteltével, egy hosszú menetben, a játékosok már várakozás nélkül mennek a másik ponthoz, közvetlenül azután, hogy saját maguk elütötték a labdát.

b) Mekkora $\boldsymbol{v}_{\mathbf{P2}}$ átlagsebességgel kell mozognia Péternek az A és B pontok között, és mekkora $\boldsymbol{v}_{\mathbf{E2}}$ átlagsebessége Emmának a C és D pontok között?

c) Mekkora $\boldsymbol{v}_{\mathbf{P3}}$ és $\boldsymbol{v}_{\mathbf{E3}}$ értékekre változnak a játékosok sebességei a feladat b) pontjában, ha Emma is $\boldsymbol{v}_{\mathbf{1}}$ sebességgel kezdi a labdákat visszaküldeni?

2. Mars Express

A Mars Expresst az Európai Űrügynökség (ESA) 2003. június 2-án állította Mars körüli pályára, amit 2023. június 2-án egész napos élő közvetítéssel ünnepelt meg a Marsról. A tudományos tevékenység 2004-es megkezdése óta a Mars Express lélegzetelállító háromdimenziós látványt nyújt a Marsról. Megadta a légkör kémiai összetételének legteljesebb térképét, példátlan részletességgel tanulmányozta a Mars belső holdját, a Phobost, és nyomon követte a víz történetét az egész bolygón. Bebizonyította, hogy a Mars egykor olyan környezeti feltételeket biztosított, amelyek alkalmasak lehettek az élet fennmaradására.



F–2 ábra

A Föld és a Mars megközelítőleg körpályán keringenek a Nap körül, középpontjában a Nappal. A Föld átlagos távolsága a Naptól $r_Z \approx 150$ millió km, a Mars átlagos távolsága a Naptól pedig $r_M \approx 228$ millió km.

Ha majd az űrhajósok leszállnak a Marson, a távolság miatt nehéz lesz a kommunikáció a Földdel. A fény és a rádióhullámok sebessége vákuumban körülbelül $c \approx 300\,000\ \mathrm{km/s}$.

Ha kérdést tesznek fel a földi irányítóközpontnak, egy bizonyos t idő telik el a kérdés elküldése és a válasz megérkezése között. Ez így van akkor is, ha a vezérlőközpont azonnal válaszol a kérdésre (pl. csak visszaküldi a beérkező jelet). Nevezzük ezt az időt "*késlekedésnek*".

a) Mekkora a legkisebb r_1 és mekkora a legnagyobb r_2 távolság a Föld és a Mars között? Mekkora a lehető legrövidebb t_1 és t_2 késlekedés ebben a két esetben? Rajzolj egy ábrát mindkét bolygó röppályájával megfelelő léptékben, amelyen a bolygók kölcsönös helyzetét jeleníted meg az említett két esetben!

A nap erős rádió-sugárforrás, és zavarja a Földről a Marsra érkező jeleket. A zavarás akkor a legerősebb, amikor a Mars, a Föld és a Nap egy egyenesen vannak.

b) Rajzold be bolygók pályáit mutató ábrába a Föld és a Mars egymáshoz viszonyított helyzetét, amelyben szerinted a Földről érkező jelet a legkevésbé zavarja a Nap rádiósugárzása! Mekkora a t_b késlekedés ekkor? (A távolságot méréssel is meghatározhatod az ábrából!)

c) Milyen ω_Z szögsebességgel mozog a Föld és milyen ω_M szögsebességgel a Mars (a Napról nézve a távoli csillagok hátterén)? Hány napig tart (T_c) az a helyzet, amikor a késlekedés nem haladja meg a t_b értéket?

A távolságokat millió kilométerekben, az időt másodpercben, valamint percben és másodpercben fejezd ki! A Föld Nap körüli keringési ideje $\boldsymbol{T_Z = 365,25}$ nap, a Mars keringési ideje $\boldsymbol{T_M = 686,98}$ **nap** (sziderális keringési idők, távoli csillagokhoz viszonyítva). A szögsebességeket °/nap egységekben fejezd ki (azaz szögfok/nap egységben). *A szonda irányított antennája mindig a Föld felé mutat, és ebben az irányban a vételi hatékonysága maximális.*

3. Nehezék az edényben

Az F–3 ábrán egy edény úszik amely feneke téglalap alakú, méretei $a = 600$ mm és $b = 900$ mm. Az edény tömege $G_\mathrm{n} = 500$ N. Van egy acélnehezék is, amelynek a súlya $G_\mathrm{z} = 200$ N.

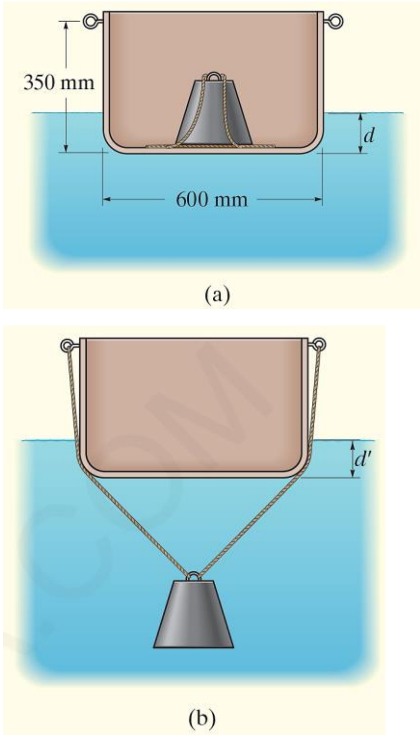
A nehezéket az edény aljának közepére helyezzük, és az edény így úszik a vízen, F–3a ábra.

a) Mekkora d mélységig merül az edény a vízbe?

Az a) részfeladat elvégzése után a súlyt egy vékony fonálra akasztjuk, melynek végeit az edény füleihez rögzítjük. A nehezéket úgy függesztjük fel, hogy a vízen úszó edény alatt lógjon –. F–3b ábra.

b) Az edény jobban vagy kevésbé merül a vízbe, mint az a) részfeladatban? Számítsd ki az edény $\boldsymbol{d'}$ merülési mélységét!

Megjegyzés: A fonál térfogata és tömege elhanyagolható. Az ötvözet sűrűsége, amelyből a nehezék készül, $\boldsymbol{\rho = 8000\ \mathrm{kg/m^3}}$, *a víz sűrűsége* $\boldsymbol{\rho_v = 1000\ \mathrm{kg/m^3}}$, *a gravitációs állandó* $\boldsymbol{g = 9{,}81\ \mathrm{N/kg}}$.



F–3 ábra

4. Gyöngygyűrű

Egy vékony fonálon három gyöngy található (a, b, c). A fonálra fűzött gyöngyök gyűrűt alkotnak. A gyöngyök térfogata $V_\mathrm{a} = 2{,}00\ \mathrm{cm^3}$, $V_\mathrm{b} = 1{,}00\ \mathrm{cm^3}$ és $V_\mathrm{c} = 0{,}50\ \mathrm{cm^3}$. A fonál térfogata és súlya elhanyagolható. A gyöngyök különböző anyagokból készülnek, sűrűségük $\rho_1 = 0{,}50\ \mathrm{g/cm^3}$, $\rho_2 = 1{,}00\ \mathrm{g/cm^3}$ és $\rho_3 = 2{,}00\ \mathrm{g/cm^3}$. A gyöngyök mindegyike más anyagból készül. A gyűrűt egy edénybe helyezzük, amelyben elegendő mennyiségű víz van.

a) Hány eltérő módon lehet a gyűrű gyöngyszemeinek anyagát megválasztani?!

b) Mely esetekben úszik fel a gyűrű a víz felszínére (nem érinti a pohár alját)?

c) Mely esetekben süllyed a gyűrű az edény aljára (nem érinti a víz szabad felszínét)?

d) Mely esetekben lebeg a gyűrű a vízben (nem érinti sem az edény alját, sem a víz szabad felszínét)?

Indokold meg fizikai érvekkel a válaszaidat!

A gyöngyök közötti távolság lényegesen kisebb, mint a víz mélysége a pohárban. A víz sűrűsége $\rho = 1{,}00\ \mathrm{g/cm^3}$.

5. Tea a csészében

A zöld tea elkészítéséhez leggyakrabban $t_1 = 90{,}0\ °\mathrm{C}$ hőmérsékletű vizet használnak. A zöld teákat csak néhány percig áztatják, és a kész tea hőmérséklete a teáskannában így t_1. Ilyen forrón azonban nem lehet meginni.

Emma által a teához használt porceláncsésze hőmérséklete $t_2 = 10{,}0\ °\mathrm{C}$, tömege pedig kb. $m = 117{,}70\ \mathrm{g}$.

a) A csészébe $V = 130\ \mathrm{ml}$ teát önt. Milyen t_a hőmérsékleten állapodik meg a csésze hőmérséklete?

A csésze forró lenne a kezében, így Emma kevesebb teát tölt bele, és nem várja meg, hogy kiegyenlítődjenek a hőmérsékletek.

b) Mekkora V_b térfogatú teát kell Emmának a $t_2 = 10{,}0\ °\mathrm{C}$ hőmérsékletű csészébe öntenie a kannából, hogy a csészébe öntött tea $t_\mathrm{v} = 40{,}0\ °\mathrm{C}$-ra hűljön, miközben a csészét csak $t_3 = 20{,}0\ °\mathrm{C}$-ig engedi felmelegedni?

Emma szereti a frissen főzött teát, ezért az első csészével azonnal megissza, és a kannából újból $t_1 = 90\ °\mathrm{C}$-os teát tölt a csészébe.

c) Emma annyi teát tölt a $t_3 = 20{,}0\ °\mathrm{C}$-os csészébe, hogy a tea $t_\mathrm{v} = 40{,}0\ °\mathrm{C}$-ra hűl, amíg a csésze csak $t_4 = 35{,}0\ °\mathrm{C}$-ra melegszik. Mennyi hőt ad át a tea a csészének ebben az esetben?

A porcelán tömegi(fajlagos) hőkapacitása $c_\mathrm{p} = 1085\ \mathrm{J/(kg \cdot °C)}$, a teáé $c = 4180\ \mathrm{J/(kg \cdot °C)}$. A tea sűrűsége $\rho = 1{,}00\ \mathrm{g/cm^3}$. Tekintsd elhanyagolhatónak a környezettel való hőcserét! Tételezzük fel, hogy amikor a csészét felmelegszik, a porcelán teljes térfogatában minden pillanatban azonos hőmérsékletű. Hasonlóképpen, a tea hőmérséklete teljes térfogatában azonos.

6. Forma 1 nagydíj - Silverstone

Az első Forma 1-es futamot 1950-ben rendezték *Silverstone-ban (Nagy-Britannia). 2022-ben egy kör hossza* $\ell = 5{,}891\ \mathrm{km}$ *volt, és* $N = 52$*-szer kellett megtenni.*

Az Forma 1 szabályai szerint a verseny alatt üzemanyagot nem töltenek a járművekbe, ezért a versenyautók kezdetben nehezek (a tömeg legfeljebb 20%-a üzemanyag). Minden körrel, ahogy a súlyuk csökken, gyorsabbak lesznek. A súlycsökkenés miatt minden körben Δv_m*-vel nő a versenyautó sebessége. Másrészt viszont a gumiabroncsok tapadása akkor a legjobb, ha vadonatújak. Kopásukkal romlik az a képességük, hogy az autót a pályán tartsák. Ahogy a kerekek kopnak, az autó sebessége minden körben* Δv_p*-vel csökken. Az egyszerűség kedvéért feltételezzük, hogy* $\Delta v_\mathrm{m} = \Delta v_\mathrm{p}$, azaz a jármű sebessége két gumicsere között állandó.

A verseny élén álló versenyző, senkitől nem zavartatva, az első $n_1 = 42$ kört $t_1 = 1\ \text{óra}\ 11\ \text{perc}\ 7{,}284\ \mathrm{s}$ alatt teszi meg. A gumicsere után a 43. kört $t_\mathrm{m} = 1\ \text{perc}\ 30{,}813\ \mathrm{s}$ idővel futja meg (a verseny legjobb köridеje).

a) Határozd meg a versenyző v_1 sebességét az első szakaszban (gumicsere előtt)!

b) Mennyivel (Δv_m) nőne a versenyautó sebessége minden körben, ha a gumik minősége nem romlana?

A szabályok értelmében a versenyzők kötelesek a verseny során legalább egyszer gumit cserélni. A depóban a gumicsere csak néhány másodpercet vesz igénybe, de a teljes időveszteség $t_\mathrm{d} = 20{,}00\ \mathrm{s}$, mivel a boxutcában sebességkorlátozás van érvényben.

c) A versenyző úgy dönt, hogy csak egyszer cserél gumit. Mi vezet jobb eredményhez – gumicsere az első kör után vagy egy körrel a vége előtt? A válaszodat számításokkal indokold!

d) Mennyi lenne a versenyző t_p2 időeredménye, ha 2 gumicserét végezne: az elsőt $n_2 = 21$ kör után, a másodikat az $n_3 = 42$-ik kör után?

Valamennyi sebességet fejezd ki m/s és km/h egységekben is, minden időt másodpercben, valamint órában, percben és másodpercben adj meg!

Megjegyzés: A versenyző sebessége egy körön állandó. Az időveszteség minden gumicserénél t_{d}.

7. Jégtáblák – kísérleti feladat

Antarktisz partjainál jégtáblák alakulnak ki. A megfigyelések azt mutatják, hogy a tengervíz megfagyása növeli a fagyás után visszamaradó víz sótartalmát és ezáltal sűrűségét. Ez a sűrűbb víz lesüllyed Antarktisz partjainál, és tolja maga előtt az útjában lévő víztömegeket. Ez a mechanizmus bolygónk tengeri áramlatainak egyik hajtómotorja. Az óceáni áramlatok összekapcsolódnak, és átölelik az egész bolygót. Biztosítják a bolygó ökoszisztémájának megfelelő működését.

Próbáld megválaszolni azt a kérdést, hogy a tengervízből képződött jégtáblák kevésbé sósak-e, mint a tengervíz, amelyből keletkeztek.

Segédeszközök:
Megfelelő magasságú műanyag edény, amely befér a fagyasztóba (pl. vágd le egy PET-palack felső részét, üveget ne használj), víz, konyhasó.

Eljárás:
1) Készíts tengervizet (25-30 g konyhasó vagy tengeri só 1000 g vízhez)!
2) Készíts PET palackból poharat úgy, hogy a magassága megfelelő legyen, a tengervízzel való megtöltés után beférjen a megfelelő fagyasztórekeszbe!
3) Önts tengervizet az elkészített pohárba – ne töltsd meg teljesen, hagyd, hogy a tengervíz szabad felszíne 2-3 cm-re legyen a pohár peremétől!
4) Tedd a tengervízzel töltött palackot a fagyasztóba!
5) Hagyd megfagyni a tengervizet.
6) Fagyasztás után vedd ki a jeget a pohárból, válaszd el a jég felső részét az alsó részétől, és külön edényekben hagyd felolvadni. Az olvadás után döntsd el, hogy a jég felső rétegéből származó víz (ez fagyott meg legkorábban), és a leghosszabb ideig fagyatlan alsó rétegből származó víz sókoncentrációja (sótartalma) azonos-e.
7) Írd le a döntésedet és indokold meg!

Megjegyzés: A sós víz műanyag palackban körülbelül 12-16 óra alatt megfagy. A fagyasztás a szabad felszíntől és oldalfalaktól kezdődik. Ezért a felső rész sótartalmát összehasonlítjuk az alsó vagy középső rész sótartalmával. A sósságát kóstolással tudod eldönteni. Objektívebbé tehető a kóstolás, ha 10-20 mintát párban készítesz (egy mintát a felső, a másikat az alsó részből), és hagyod, hogy eltérő személyek kóstolják (családtagok, osztálytársak stb.).

Fyzikálna olympiáda – 65. ročník – úlohy domáceho kola kat. F
Autori úloh: Boris Lacsný 1, 3, 4, Aba Teleki 2, 5, 6, 7
Recenzia úloh: Ivo Čáp
Redakcia: Ivo Čáp
Úlohy preložil: Aba Teleki
Vydal: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2023