

Text úloh

1. A futóverseny

Patrik rövidtávfutó volt, az országos válogatott tagja, sokat edzett. A 400 m-es távot $t = 55$ s alatt futotta. A erőnlétét azzal akarta bizonyítani, hogy futóversenyre hívta ki a sportosztály tíz legjobb rövidtávfutóját.

Patrik arra kérte az edzőt, hogy a sportosztály tanulóit $\tau = 16$ s-val korábban indítsa mint Patrikot. Kijelentette, hogy a csoport leglassabb futóját legkésőbb a start utáni $t_1 = 25$ -ik másodpercben, míg a leggyorsabb futót legkésőbb a $t_2 = 60$ -ik másodpercben éri utol. Az osztálytársai az okostelefonjukban található STOPPERÓRA alkalmazással mérték meg a csoport leglassabb tagjának sebességét ($v_1 = 4,5$ m/s) és a leggyorsabb tagjának a sebességét is ($v_2 = 5,6$ m/s).

- Rajzold egy koordináta rendszerbe a versenypályán megtett út s hosszát a t idő függvényében három versenyző esetében: (1) Patrik, (2) a csoport leglassabb tagja, (3) a csoport leggyorsabb tagja!
- Határozd meg a grafikon segítségével, hogy a csoport startjától számítva, mikor (t_p) érte utol Patrik valójában a leglassabb versenyzőt, és mikor (t_r) érte utol a leggyorsabb versenyzőt! Megnyerte Patrik a fogadást?
- Az indulási ponttól mekkora s_p távolságban érte valójában utol Patrik a leglassabb versenyzőt, és mekkora s_r távolságban a leggyorsabb versenyzőt?
- Határozd meg, a grafikon segítségével, de számítással is, a csoport leglassabb és leggyorsabb versenyzője közti Δs távolságot a t_p pillanatban!

A pályán minden versenyző egyenletesen futott.

2. Az ejtőernyős ugrása

Biztosan figyeltél már meg ugrást végző ejtőernyőst (repülőből, ballonból). Tétélezd fel, hogy az ejtőernyős függőleges pályán mozog! A gázokban, folyadékokban nagy sebességgel mozgó testekre közegellenállási erő (F_o) hat, amely a test mozgásával ellentétes irányú, és nagysága egyenesen arányos a test közeghez viszonyított pillanatnyi v sebességének négyzetével

$$F_o = \frac{1}{2} C \rho S v^2,$$

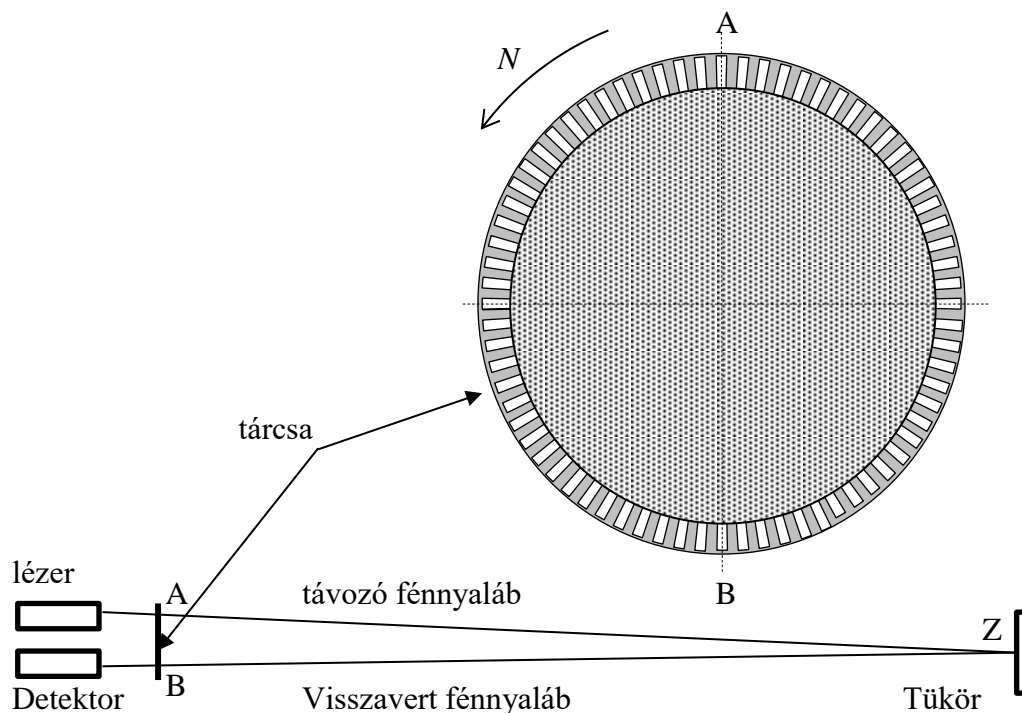
ahol C a közegellenállási tényező, amely függ a test alakjától (kör alakú deszkára $C \approx 1,12$, homorú félgömbre, homorú részével a mozgás irányában, $C \approx 1,33$, gömbre $C \approx 0,48$), ρ a közeg sűrűsége (a levegő sűrűsége $\rho \approx 1,3$ kg/m³), S a test mozgásirányára merőleges felülete. Meghatározott esetben rövidítve is írhatjuk, mint $F_o = kv^2$, ahol k állandó. Az ejtőernyős össztömege (ejtőernyővel, sisakkal és minden más felszereléssel együtt) $m = 92$ kg. A gravitációs állandó $g \approx 9,8$ N/kg.

- Írd le az ejtőernyős zuhanásának jellegzetes szakaszait! Készíts hozzá vázlatos rajzot!
- Az ejtőernyős sebessége az ejtőernyő kinyitása előtt egyenletes (v_1). Ez a sebesség attól függ, milyen testtartásban zuhan az ejtőernyős (vízszintesen széttárt karokkal és lábakkal, esetleg összegömbölyödve).

- c) Határozd meg a v_1 sebesség értéket a $C = 1,12$ és $C = 0,48$ értékekre. A felszerelését viselő ejtőernyős mozgásirányra merőleges felületének S nagyságát a saját testalkatod alapján határozd meg (közelítőlegesen)!
- d) Az ejtőernyős mozgásának utolsó szakasza az ejtőernyő kinyílása után következik. Zuhanása jelentősen és gyorsan v_2 sebességre lassul le, és ezzel a sebességgel ér földet. Készíts rajzot, jelöld be rajta az összes erőt, amely ebben a szakaszban hat az ejtőernyősre, valamint nevezd meg az erőket! Határozd meg az ejtőernyős v_2 sebességét (nyitott ejtőernyővel), ha az ejtőernyő alakja homorú $r = 3,6$ m sugarú félgömb!

3. A fény sebességének mérése

Egy nagy tavon a levegőben terjedő fény véges sebességét akarták kísérletileg igazolni. A tó egyik végén egy nagy síktükröt helyeztek el a tó jeges felszínére merőlegesen. A tükrre merőleges irányban, d távolságban voltak a szánra telepített műszerek: lézer, fényérzékelő (detektor) és egy fordulatszám-mérővel felszerelt tárcsa – a tárcsát beállítható fordulatszámú motor hajtotta meg. A tárcsa peremén $n = 150$ téglalap alakú egyforma nyílás volt szabályos közköben, a nyílások közepe egy $r = 19$ cm sugarú körön feküdt. A szomszédos ablakok közti távolság egy ablak szélességének kétszerese volt (lásd az E-1 ábrát). A műszereket úgy állították be, hogy a $d = 4$ mm átmérőjű lézernyaláb az A ablakon, a tárcsára merőlegesen haladjon át. A detektort a tárcsa alján levő B ablak mögé helyezték úgy, hogy észlelhesse a távoli tükréről visszavert lézernyalábot. A lézernyalábról feltételezzük, hogy az átmérője nagy távolságon sem változik. A tükrök nagy d távolsága miatt szükségeszerű a műszerek pontos beállítása.



E-1 ábra

- a) Határozd meg a tárcsán levő ablakok a szélességét!

A mérés elején a tükrök és tárcsa közti távolság $d_1 = 800$ m volt, és a tárcsa nem forgott. A rendszer úgy volt beállítva, hogy amíg a tárcsa nyugalomban van, a tükrőről visszaverődő

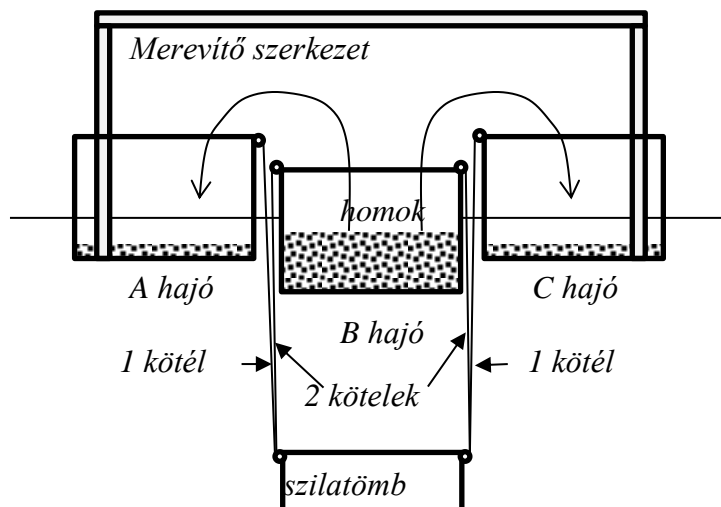
lézernyaláb a tárcsa alsó szélén levő B ablakon át a detektorba verődött vissza, amely ekkor maximális erősségű fényjelet érzékelt. Ezután a tárcsát forgatni kezdték. Amikor a fordulatszám elérte az $N_1 = 37\,000$ fordulat/perc értéket, a detektor által érzékelt fény erőssége a minimális értékére csökkent.

- b) Magyarázd el tömören, milyen elven méri a berendezés a fény terjedésének sebességét! Határozd meg, a mért értékek alapján, a fény terjedési sebességét a levegőben!
- c) A tárcsát meghajtó motor maximális fordulatszáma $N_2 = 100\,000$ fordulat/perc. Mekkora d_2 távolságban kell a tükröt elhelyezni a tárcsától, hogy a tárcsát nyugalmi állapotából megforgatva, a detektor által érzékelt jel először a minimális értékére csökkenjen, majd újból maximális értéket érjen el! A fény terjedési sebességéről tételezd fel, hogy $c = 300$ tis. km/s ! Magyarázd meg, miért nőtt újból az érzékelt fényjel intenzitása a minimális érték után, és írd le, hogyan változna a jel a fordulatszámok további fokozásakor!

4. A sziklatömb felemelése a tengerfenékről

A kínaiak egy érdekes eljárást alkalmaztak a sziklatömbök kiemelésére a tengerfenékről, hasonlót az itt adott leírásban.

Három, egyenként $m_L = 3,6$ t tömegű, egyforma hajó (A,B,C) úszik a vízen egymás mellett a sziklatömb felett. A hajók hasáb alakúak, téglalap alakú fenekük mérete a és b megegyezik a hasáb alakú sziklatömb alapjának méreteivel (lásd az E-2 ábrát). A sziklatömb az 1 jelzésű kötelekkel az A és C hajókkal van összekötve, a 2 jelzésű kötelekkel pedig a B hajóval van összekötve. Az A és C hajókat egy szilárd keret mereven egymáshoz rögzíti.



E-2 ábra

Az eljárás elején a B hajót megrakják homokkal, majd megfeszítik és rögzítik a 2 jelű köteleket. Az A és B hajók ekkor üresek. A B hajóról átrakodják a homokot az A és C hajókra, azonos arányban megosztva köztük a homokot. Megfeszítik és rögzítik az 1 jelzésű köteleket. A homokot visszarakodják a B hajóra, megfeszítik és rögzítik a 2 jelzésű köteleket. Az egész eljárást újból és újból megismétlik.

- a) Magyarázd el, hogyan emelik a leírt eljárással a sziklatömböt a tengerfenék fölé! Készítsd el a hajók és a sziklatömb rajzát a homok első és második átrakodása után! Az ábrákba rajzold be a hajókra és a sziklatömbre ható erőket!
- b) A sziklatömb alapjának méretei $a = 3,00$ m, $b = 6,00$ m és a magassága $c = 30,0$ cm. A szikla sűrűsége $\rho_b = 5,00$ g/cm³. A B hajóba rakodott homok egyenletes $d = 1,00$ m

vastagságú réteget alkot. A homok sűrűsége $\rho_p = 3\,000\text{ kg/m}^3$. Határozd meg a sziklatömb m_b tömegét, valamint a homok m_p tömegét!

- c) Határozd meg a B hajó H_1 merülését, miután a homokot a hajóra rakodták. Merülés alatt a hajó fenéke és a vízszint közti távolságot értjük.
- d) Határozd meg mekkora h_1 illetve h_2 magasságban van a sziklatömb alja a tengerfenék felett a homok első, illetve második átrakodása után! Hányszor (n) kell a homokot átrakodni, hogy a sziklatömb alja $h_n = 5,00\text{ m}$ magasságba emelkedjen a tengerfenék fölé?

Megjegyzés: A kötelek szilárdsága megfelelően nagy, hogy elbírják a sziklatömb emelését. A víz sűrűsége $\rho_v = 1\,000\text{ kg/m}^3$. Emelés közben a sziklatömb egész idő alatt a víz szintje és a hajók fenéke alatt van.

5. Fényforrások

A műszakilag érdekes és modern fényforrások közé tartozik a LED-dióda (Light Emitting Diode – fényt sugárzó dióda). Nem csak a háztartásban és a közúti megvilágításnál használatos, de a közlekedési berendezések pontszerű fényforrásaiként is (LED villanyrendőrök - szemaforok).

Tanulmányozd ezeknek a modern fényforrásoknak a tulajdonságait az irodalom vagy internet felhasználásával, és válaszold meg a következő kérdéseket!

- a) Rajzold le a LED szimbólumát, amellyel az elektromos áramkörök sematikus rajzaiban jelölik őket!
- b) Sorold fel a LED fényforrások fő előnyeit!
- c) A fényforrás által sugárzott fényáram erősségét lm (lumen) egységekben mérik. Egy hagyományos 75 W bemeneti teljesítményű izzó fényárama közelítőleg 1 000 lm. Ez egy gépkocsi 55 W bemeneti teljesítményű halogén izzójának a fényáramával egyenlő. Keresd meg az irodalomban, hogy mekkora bemeneti teljesítménye van egy 1 000 lm fényáramot szolgáltató LED égőnek!
- d) Fontold meg, és írd le, hogy a gépkocsik jelzőrendszereiben és más berendezésekben miért használnak LED égőkből álló láncolatokat!
- e) Fontold meg és írd le, miért használnak a gépkocsik reflektoraiban továbbra is xenon égőket (Philips, OSRAM, vagy más márkájút)!
- f) Készítsd el a háztartásokban található összes fényforrás listáját, és jegyezd be melléd, milyen típusú fényforrás (klasszikus izzó, gazdaságos izzószálas égő, kompakt égő, halogén égő, LED, stb.), mekkora a bemeneti teljesítményük, valamint határozd meg közelítőleg, mennyi ideig világítanak naponta! Határozd meg, mennyi energiát (E_1) fogyasztanak a fényforrások a háztartásokban egy év alatt! Határozd meg, mennyi energiát (E_2) fogyasztanak a háztartások fényforrásai egy év alatt, ha mindet ugyanolyan fényáramú LED égőkkel helyettesítenéd! Mekkora összeget takarítanátok meg egy év alatt egy ilyen cserének köszönhetően, ha 1 kWh elektromos energia ára 0,19 €?

Megjegyzés: tanulmányozásra ajánlott internetes honlapok:

<http://www.uspornaziarovka.sk/pages/Najpouživanejšie-typy-žiaroviek.html>

https://sk.wikipedia.org/wiki/Halogénová_žiarovka

6. A kristályrács

A fémek általában köbös kristályráccsal rendelkeznek –oldalközéppontú szabályos kristályráccsal, vagy test-középpontú szabályos kristályráccsal. Keresd meg az irodalomban vagy az interneten az említett kristályszerkezetek alaptulajdonságait!

- a) Rajzold le mindkét kristályszerkezet elemi celláját, benne a fématomok elhelyezkedésével!

- b) A kristály minden atomja egyszerre több elemi cella része is lehet. Határozd meg, hogy az elemi cella egyes atomjai hány elemi cella részét alkotják! Határozd meg hány atom (n) jut átlagosan egy elemi cellára a fémekben – határozd meg mindkét kristályszerkezetre!
- c) Keress két olyan fémeket, amelyek oldalközéppontú szabályos kristályrácsot képeznek, és két fémeket, amelyek testközéppontú szabályos kristályrácsot képeznek. Írd táblázatba a megfelelő fémek egy atomjának m_i tömegét, a kristályrács típusát, valamint az a_i kristályállandót (az elemi cella élének hosszát)!

Határozd meg táblázat segítségével az egyes fémek ρ_i sűrűségét, majd hasonlítsd össze a fémek táblázatban feltüntetett értékével! A fémek kristályállandóját a Matematikai, fizikai és kémiai táblázatban keresd ki!

7. Hővesztések a házban – kísérleti feladat

Az épületek tervezői, valamint az építkezési anyagok gyártói olyan építkezési anyagokat próbálnak kifejleszteni, amelyeknek nem csak a mechanikai tulajdonságaik kiválóak, de kiváló hőszigetelési tulajdonságokkal is bírnak. Azokban az országokban, ahol alacsony hőmérsékletű évszakok (tél) váltják egymást magas hőmérsékletű évszakokkal (nyár) számítanak azzal, hogy alacsonyak legyenek a fűtés költségei és a hűtés költségei is.

A házaknál a „hővesztés” megjelenik minden olyan felületen, amely a ház belső terét elválasztja a külső környezettől. Ha a ház belső terét magasabb hőmérsékleten, pl. 18 °C fölött tartjuk, és a ház környezetének hőmérséklete néhány °C fokkal alacsonyabb, hő szökik el a falakon, padlón, tetőn, nyílászárókon keresztül.

A falak nem tökéletes hőszigetelők. Ha egy anyagréteget határoló felületek közti hőmérsékletkülönbség $\Delta t = t_2 - t_1$, az anyagrétegen τ idő alatt Q hő jut át

$$Q = US\Delta t \tau,$$

ahol S a határoló felület területe, U az anyagréteg hővezetési tényezője. Az U hővezetési tényező mértékegysége

$$[U] = \frac{[Q]}{[S][\Delta t][\tau]} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ }^\circ\text{C} \cdot 1 \text{ s}} = 1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

A hővezetési tényező (U) az adott anyagréteg jellemzője, és méréssel határozható meg. A

$$P_S = \frac{Q}{\tau}$$

hányadost veszteségi hőteljesítménynek hívjuk, mértékegysége $\frac{[Q]}{[\tau]} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}} = 1 \text{ W}$.

A következő táblázatban különböző házelemek hővezetési tényezőjének (U) közelítőleges útmutatóként használható értéke van megadva $1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ egységekben

hőszigetelés nélküli tető	2,0
hőszigetelt tető	0,4
légbuborékos fal	1,5
hőszigetelő anyagból felállított fal	0,5
ablak egytáblás üveggel	5,6
ablak kéttáblás üveggel	3,0
egyszerű faajtó	1,0

Feladatok:

- a) Mérd meg a lakások (házak) legnagyobb téglalap alakú falfelületének nagyságát, amely a belső teret választja el a környezettől! A falfelület nagyságából vond ki a rajta levő ablakok és ajtók felületének nagyságát, és az értéket jegyezd le!
- b) Mérd meg a lakások, ill. házak üvegfelületeinek (ablakok) méreteit, amelyek a belső teret választják el a környezettől! Számítsd ki és jegyezd le az ablakok felületének nagyságát!

- c) Számítsd ki közelítőleg a) a falon b) az ablakokon a környezetnek leadott hőt 2017 január 18-án délelőtt, ha a belső tér hőmérséklete állandó és $t_2 \approx 21 \text{ }^\circ\text{C}$, a kinti hőmérséklet (környezet) pedig $t_1 \approx -8 \text{ }^\circ\text{C}$! A számításnál vedd figyelembe a fal és az ablakok műszaki kivitelezését is!
- d) Tégy javaslatot a lakás (ház) átalakítására, amellyel csökkenthetnétek a hőveszteséget!
- e) Az alacsony energia igényű házak hőigénye a szabványok szerint 34 kW/m^2 . Teljesíti a szabványt az a ház, amely összterülete 308 m^2 , és a fűtésére évi $19\,500 \text{ kWh}$ elektromos energiát használnak fel?

59. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie E

Autori úloh: Daniel Klivanec (1, 2, 5 – 7), Aba Teleki (3), Boris Lacsny (4)
Recenzia a úprava úloh: Ivo Čáp
Preklad do maďarského jazyka: Aba Teleki
Redakcia: Daniel Klivanec
Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2017
