56. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2014/2015
Kategória E – domáce kolo
Text úloh v maďarskom jazyku

1. Az autóbusz

Az autóbusz állandó $v_1 = 48\ \mathrm{km/h}$ sebességgel halad két szomszédos település között. Az első megállóból elindulva $t_0 = 10$ percig haladt v_1 sebességgel, amikor megállt a vasútátkelőhely előtt, és $\tau = 1{,}5$ percig várakozott, míg áthaladt a vonat. Az autóbuszsofőr be akarta hozni a késést, és menterend szerint akart megérkezni a második megállóba, amely $s_2 = 4{,}0\ \mathrm{km}$ távolságra volt a vasútátkelőhelytől.

a) Határozzák meg az első megálló és a vasútátkelőhely közti s_1 távolságot, és a két megálló közti s_0 távolságot!
b) Mekkora t_0 időre van az autóbusznak szüksége a két megálló közti távolság megtételéhez, amikor a vasútátkelőhely nincs lezárva?
c) Határozzák meg az autóbusz átlagos v_2 sebességét, amellyel az autóbusznak haladnia kell a vasútátkelőhely és a második megálló közt, hogy menetrend szerint érkezzen meg a második megállóba!
d) Mekkora az autóbusz v_p átlagsebessége a két megálló közt? *Megjegyzés: Az átlagsebesség meghatározásakor csak azt az időt vegyék figyelembe, amikor az autóbusz mozgásban volt!*
e) Szerkesszék meg milliméterpapíron az autóbusz által megtett s út grafikonját a t idő függvényében az egész útszakaszra ($x = t$ idő, $y = s$ út). Válasszák meg a t és s tengelyek megfelelő értéktartományát!
f) Szerkesszék meg milliméterpapíron az autóbusz v sebességének grafikonját a t idő függvényében az egész útszakaszra ($x = t$ idő, $y = v$ sebesség). Válasszák meg a t és v tengelyek megfelelő értéktartományát!

Jelöljék meg a grafikonok azon részét az e) és f) részfeladatokban, amelyek ábrázolják az autóbusz mozgását az első megálló és a vasútátkelőhely között; az autóbusz átkelőhely előtti várakozását; az átkelőhely és a második megálló közti mozgását!
Megjegyzés: A feladat az autóbusz indulását és megállását az útszakaszon ne vegyék figyelembe megoldásában!

2. A felderítőcsónak

Egy hajókból álló konvoj úszik a tengeren $v_1 = 15\ \mathrm{km/h}$ sebességgel. A konvoj első hajójától elindult egy gyors felderítőcsónak a konvoj haladási irányába $v_2 = 25\ \mathrm{km/h}$ sebességgel. A felderítőcsónak $t_0 = 3{,}0\ \mathrm{h}$ múlva visszatért.

A feladatot oldják meg először a tenger vonatkozási rendszerében (A), majd a konvoj vonatkozási rendszerében (B).
a) Az indulásától számított mekkora t_1 idő elteltével fordult vissza a felderítőcsónak?
b) Mekkora legnagyobb d_1 távolságra került a felderítőcsónak a konvoj elejétől?

3. Biztonsági szelep

Biztonsági szelep biztosítja, hogy a kazánban a túlnyomás ne lépje túl a megengedett $\Delta p_\mathrm{m} = 1{,}0\ \mathrm{MPa}$ értéket. A biztonsági szelep kúp alakú szeleptányérját a gőzkazánból kivezető $S = 4{,}0\ \mathrm{cm}^2$ belső keresztmetszetű csövére (szelepülésre) egy ellensúllyal ellátott egykarú emelő szorítja rá, lásd az E-1 ábrát. A szeleptányér függőleges tengelye $d = 6{,}0\ \mathrm{cm}$ távolságban az O forgástengelyétől támasztja alá az egykarú emelőt. Az emelő egy $m_1 = 2{,}0\ \mathrm{kg}$ tömegű és $D = 20$ cm hosszúságú homogén rúd, és az O tengelytől x távolságban függ rajta az $m_2 = 5{,}0$ kg tömegű eltolhatón mozgatható ellensúly.

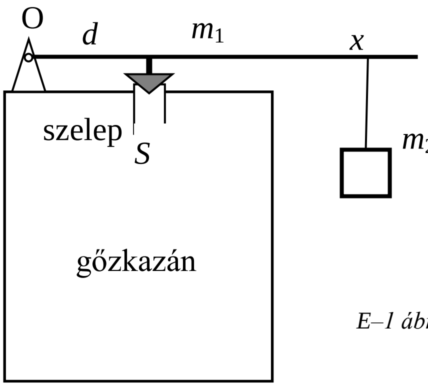
a) Írják le tömören a biztonsági szelep szerepét! Készítsenek rajzot, amelyen ábrázolják az egykarú emelőre és szeleptányérra ható összes erőt!

b) Mekkora x_m távolságban kell az O tengelytől felfüggeszteni az ellensúlyt, hogy a kazánban levő túlnyomás ne lépje túl a megengedett Δp_m értékét?

c) Határozzák meg az O tengelyre ható $\boldsymbol{F_O}$ erő irányát és nagyságát, ha az ellensúly x_m távolságban van az O tengelytől!

d) Határozzák meg mekkora erővel (F) hat a szeleptányér a szelepülésre, ha az ellensúly az egykarú emelő végén van, a kazánban levő nyomás pedig egyenlő a légköri nyomással ($p_0 = 100$ kPa)!

A Δp túlnyomás a kazánban fellépő p nyomás és a környezetben uralkodó p_0 légköri nyomás $\Delta p = p - p_0$ különbsége. A gravitációs állandó $g = 10$ N/kg.



E–1 ábra

4. Közlekedőedények

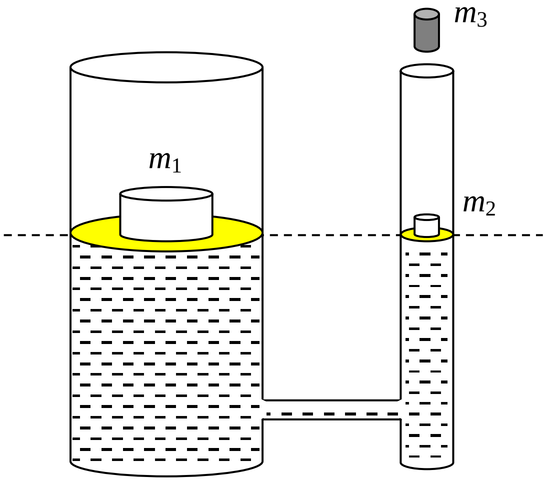
A közlekedőedény két henger alakú edényből áll, amelyekben $\rho = 1\,000\ \mathrm{kg/m^3}$ sűrűségű víz van. A nagyobb edény sugara $R = 10$ cm a kisebbé $r = 3{,}0$ cm. Mindkét hengerben a víz szabad felszínén vékony és könnyű lapokon m_1 és m_2 tömegű nehezékek vannak, és ekkor a víz szintje a két hengerben azonos szinten van, lásd az E-2 ábrát.

a) Határozzák meg a nehezékek $p = m_1/m_2$ arányát erre az esetre!

A szűkebb hengerben levő lapra elhelyezünk még egy, $m_3 = 100$ g tömegű harmadik nehezéket.

b) Határozzák meg a vízszintek h különbségét a harmadik nehezék elhelyezése után!

c) Határozzák meg a vízszint h_2 függőleges elmozdulását ebben az esetben!



E-2 ábra

Tételezzék fel a vízről, hogy összenyomhatatlan folyadék!

5. A diákmunkás munkája a Föld gravitációs terében

A diákmunkás (köznyelven brigádos) $m = 30$ kg tömegű cementes zsákokat rakodott le egy teherautó rakteréből, amely $h = 1{,}50$ m magasságban volt a talaj felett. A zsákok függőlegesen voltak felállítva a rakodótérben, és a talajra is függőleges helyzetben rakta le őket. Minden cementes zsák súlypontja a $h_0 = 60$ cm-es magasságának a közepén volt.

a) Mekkora W_1 munkát végzett a diákmunkás, ha a rakodótérből $n = 5$ cementes zsákot rakodott le egyenletes mozgással a padlóra?

A diákmunkás ezután újabb feladatot kapott, a cementes zsákokat 20 méterrel odébb kellett vinnie a vízszintes talajon. Minden zsákot függőlegesen emelt fel úgy, hogy a cementes zsák súlypontját $h_1 = 30$ cm-rel megemelte, majd átvitte a megjelölt helyre, ahol újból függőleges helyzetben letette a talajra.

b) Mekkora W_2 munkát végzett a diákmunkás ennek a feladatnak a teljesítésekor?

Megjegyzés:
*A W munka, amelyet egy külső **F** erő végez egyenlő a külső erőnek a mozgatás irányában ható nagyságának és a mozgatás által megtett út s hosszának szorzatával, $W = \boldsymbol{F} \cdot \boldsymbol{s}$. Ha az **F** külső erő a mozgatás irányában hat, a végzett munka pozitív ($W > 0$); ha az ellenkező irányban hat, akkor negatív ($W < 0$). Ha az **F** külső erő merőleges a mozgatás s útjára, akkor a végzett munka nulla ($W = 0$).*

c) Mekkora munkát végeztek a tevékenység folyamán a diákmunkás izmai? A válaszukat indokolják meg!

6. Elektromos áramkör

Az $R_1 = 1{,}0\ \Omega$ és $R_2 = 2{,}0\ \Omega$ ellenállású; $R_3 = 2{,}0\ \Omega$ és $R_4 = 3{,}0\ \Omega$ ellenállású; $R_5 = 7{,}0\ \Omega$ és $R_6 = 8{,}0\ \Omega$ ellenállású rezisztorok párokat alkotnak és sorosan csatlakoznak egymáshoz. Ezek a rezisztor párok, mint áramkörágak párhozamosan csatlakoznak egymáshoz, majd a rendszer sorosan csatlakozik az $R_7 = (1/3)\ \Omega$ ellenállású rezisztorhoz és az $U = 12$ V feszültségű áramforráshoz.

a) Rajzolják le az áramkör kapcsolási rajzát!
b) Határozzák meg a rezisztor párosok R_{12}, R_{34} és R_{56} eredő ellenállását a párhuzamos áramkörágakban, majd a három párhuzamos áramkörág eredő R ellenállását!
c) Határozzák meg az áramforráson átfolyó I áramerősséget, és a párhuzamos áramkörágakban folyó $I_1,\ I_2,\ I_3$ áramerősségeket!

7. A g gravitációs állandó meghatározása – kísérleti feladat

A kísérleti feladat célja meghatározni a g gravitációs állandót matematikai inga segítségével.

Elmélet:

A matematikai inga egy hosszú vékony fonálra felakasztott kicsi, de nagy sűrűségű test ($\rho > 1\mathrm{g/cm^3}$, pl. vasgolyó, kis kő, stb.), ahol a fonál l hosszúsága jóval nagyobb, mint a kis test méretei. Az inga, kis szöggel ($\varphi < 5°$) kitérítve a függőleges egyensúlyi helyzetéből, majd elengedve, lengeni kezd az egyensúlyi helyzete körül. A lengési idő (periódus)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}\,, \qquad (1)$$

Ahol g a gravitációs állandó.

Ha bevezetjük az

$$x = \frac{T^2}{4\pi^2} \quad \text{és} \quad y = l$$

új változókat, az (1) kifejezés az $y = gx$ alakot ölti. Ez egy egyenes egyenlete, amely áthalad az x, y koordinátarendszer kezdőpontján (origóján). Az $y = gx$ egyenes iránytangense (meredeksége) g ($g = \Delta y/\Delta x$).

Eljárás:

1. Függesszenek egy kis tárgyat egy fonálra, majd mérjék meg a lehető legpontosabban a fonál felfüggesztési pontja és a tárgy súlypontja közti l távolságot! Mérjék meg egy stopperóra segítségével az inga T lengésidejét (a pontosság kedvéért 20 egymást követő lengés T_{20} lengésidejét mérjék, majd osszák el 20-szal)! A mérést ismételjék meg 10 különböző fonálhosszra!
2. A mért értékeket írják táblázatba! A táblázatba minden méréshez tüntessék fel x értékét is!
3. Ábrázolják milliméterpapíron az y mennyiség grafikonját x függvényében, és vigyék fel az egyes méréseknek megfelelő x_n, y_n koordinátájú pontokat! Szerkesszék meg a grafikonban azt az origón áthaladó egyenest, amely a legjobban megfelel a mért pontoknak (az optimális egyenest)!
4. Határozzák meg a g gravitációs állandó értékét az optimális egyenesen megválasztott M pont $x_\mathrm{M}, y_\mathrm{M}$ koordinátái segítségével (a pontosság érdekében az M pontot válasszák a lehető legnagyobb távolságban az origótól)!
5. Értékeljék ki a gravitációs állandó meghatározásának pontosságát! A kapott értéket hasonlítsák össze a Szlovákiára érvényes $g_0 = 9{,}81\ \mathrm{N/kg}$ értékkel, majd soroljanak fel néhányat a mérési eredmények pontatlanságát okozó lehetséges tényezőkből!

(ďalšie informácie na http://fo.uniza.sk a www.olympiady.sk)

56. ročník Fyzikálnej olympiády – *Úlohy domáceho kola kategórie E*

Autori úloh:	Ľubomír Konrád (1, 2, 3), Mária Kladivová (4), Daniel Kluvanec (5), Kamil Bystrický (6), Ivo Čáp (7)
Recenzia a úprava úloh:	Daniel Kluvanec, Ivo Čáp
Preklad:	Aba Teleki
Redakcia:	Ľubomír Konrád Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal:	IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2014