57. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2015/2016
Kategória F – domáce kolo
Text úloh

1. A hétvégi ház víztárolójának feltöltése

A hétvégi ház $V_0 = 0{,}500\ \mathrm{m}^3$ térfogatú víztárolóját egy csövön át töltik fel vízzel a közeli forrásból. A nyári időszakban a $d \approx 2{,}00\ \mathrm{cm}$ átmérőjű cső állandó $Q = 0{,}520\ \mathrm{l/min}$ térfogati vízhozamot biztosít a forrásból. A forrás vizének egy része a patakba jut.

a) Mennyi idő (t) alatt telik meg az üres víztároló a forrásvízből?

b) Elegendő a leírt körülmények között a forrásvízből származó vízhozam, ha a hétvégi ház lakóinak napi vízfogyasztása V =260 l? Válaszodat indokold meg!

c) Határozd meg a víz v áramlási sebességét a csőben az adott feltételek mellett!

2. A mozgás sebességének egységei, részei és arányai

Írd a táblázat üres mezőibe, mint a keresztrejtvényeknél, a v_1 és v_2 sebességek $\frac{v_1}{v_2}$ arányát, ahol v_1 az 1. sorszámú sorban feltüntetett sebesség, v_2 pedig a 1. sorszámú oszlopban feltüntetett sebesség! Példaként feltüntettük a 4. sor és 5. oszlophoz tartozó mezőbe írandó S_{45} sebességarányt, amely $\frac{1\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{h}}}{1\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{h}}} = 100$.

oszlop → sor ↓	1	2	3	4	5	6	7
1	$\frac{v_1}{v_2}$	$1\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$	$1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	$1\ \frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{h}}$	$1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{h}}$	$1\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{min}}$	$1\ \frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}}$
2	$1\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$						
3	$1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$						
4	$1\ \frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{h}}$				100		
5	$1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{h}}$						
6	$1\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{min}}$						
7	$1\ \frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}}$						

Értékelés: a helyes megoldások száma 7–2 pont, 14–4 pont, 21–6 pont, 28–8 pont, 35–10 pont.

3. A kerékpározó

Az utóbbi években kedvelt mozgási aktivitás lett a kerékpározás, és a szlovák élsportolóknak köszönhetően Szlovákiában gyakran közvetített sportággá vált. Képzeljünk el egy átlagos kerékpárt! A lánckerék (első fogaskerék) átmérője $d_1 = 20$ cm, és a két fokozatnak megfelelő hátsó lánckerék átmérője $d_2 = 5{,}0$ cm és $d_3 = 4{,}0$ cm. A kerekek gumiabroncsának átmérője $d_4 = 80$ cm. Az $s = 13{,}8$ km hosszúságú enyhén emelkedő síkszakaszon rendezett időfutamot a kerékpározó 14 perc 56 másodperc, tehát $t = 14{,}9$ min alatt tette meg.[1]

a) Számítsd ki a kerékpározó v_0 sebességét az időfutam szakaszon! A sebességet add meg km/min, km/h, és m/s egységekben!

b) Hány fordulatot ($n_1$illetve n_2) tesz a kerékpár hátsókereke az első fogaskerék egyszeri megfordulására a hátsó lánckerék első, illetve második fokozatának használatakor?

c) Határozd meg a kerékpáros által megtett s_1 ill. s_2 úthosszt az első fogaskerék egyszeri megfordulására a hátsó lánckerék első, ill. második fokozatának használatakor!

d) Hányszor (n) fordította körbe az első fogaskereket a pedálozó kerékpározó, ha a szakasz 3/5 részét a magasabb (d_3), a 2/5-ét pedig az alacsonyabb (d_2) sebességi fokozatban tette meg?

e) Határozd meg az első fogaskerék fordulatainak f átlagos frekvenciáját, ha feltételezzük, hogy egyenletesen forgott az egész szakaszon!

Tételezzük fel, az egyszerűség kedvéért, hogy a kerékpározó a szakaszon egyenletesen mozgott és egyenletesen pedálozott!

4. A homok sűrűsége

Jancsi azt a feladatot kapta apukájától, hogy határozza meg, mekkora V_0 térfogatú homok rakható az $m_0 = 5{,}0$ t teherbírású teherautó rakfelületére. Nem állt rendelkezésére sem megfelelő mérleg, sem súlymérő. Volt azonban egy könnyű henger alakú műanyagpohara, egy nagyobb edénye vízzel és egy milliméter beosztású vonalzója. Szólt az apukájának, hogy nemsokára, a méréseiből kapott eredményekből, meghatározza a szükséges V_0 térfogatot.

Megmérte a pohár magasságát ($h_1 = 155$ mm). A poharat részben megtöltötte homokkal, a homok felszínét elegyengette, majd megmérte a homokréteg h_2 vastagságát ($h_2 = 47$ mm). A poharat a homokréteggel óvatosan a vízzel teli edénybe merítette, és megmérte mennyire emelkedik ki a vízből az egyensúlyban úszó pohár a víz színe fölé ($h_3 = 73$ mm).

a) Készíts vázlatot a vízzel teli edénybe merített homokkal töltött pohárról!

b) Határozd meg a mért adatokból a homok ρ sűrűségét, valamint a teherautó rakterére rakható homok V_0 térfogatát!

c) Mekkora h_m vastagságban lehet a pohárba homokot tölteni, hogy a vízbe merítéskor ne kerüljön víz a pohárba?

A víz sűrűsége $\rho_\mathrm{v} = 1000 \mathrm{kg/m^3}$. A pohár tömegéről tételezd fel, hogy elhanyagolhatóan kicsi!

[1] Az ausztrál Dennis Rohan egyéni időfutam győztes ideje a Tour de France első szakaszán. Dennis Rohan, természetesen, a fent leírt változattól fejlettebb versenykerékpárral versenyzett az időfutamon.

5. Hajókirándulás a Martin és Prešov hajókon

A nyári időszakban a Martin hajó 10:00-kor hajózik ki a pozsonyi (Bratislava) kikötőből, és 11:30-kor érkezik a dévényi (Devín) kikötőbe. Dévényből 13:30-kor indul vissza, és 14:00-kor érkezik a pozsonyi kikötőbe. A hajóút hossza $s = 11{,}3$ km, és a Duna térfogati hozama az adott szakaszon $Q = 4\,000\ \mathrm{m^3/s}$. A Prešov hajó 13:00-kor indul Dévénybe. A Martin és Prešov hajók műszakilag azonosak, és ugyanazzal a sebességgel haladnak a hajózott vízhez viszonyítva.

Megjegyzés: A Duna Q térfogati hozama függ a csapadék mennyiségétől és a mellékágak hozamától, így az évszaktól is.

a) Készíts szemléltetéses rajzot a Duna Pozsony és Dévény közti szakaszáról!
b) Határozd meg a Martin hajó v_1 haladási sebességét a parthoz, mint vonatkoztatási rendszerhez viszonyítva, a Pozsonyból Dévénybe tartó útján, majd a v_2 sebességét Dévényből Pozsonyba!
c) Határozd meg a hajó v sebességét a vízhez viszonyítva, valamint a víz folyásának v_0 sebességét a Dunában a Dévény-Pozsony szakaszon!
d) A Prešov hajó 13:00-kor indul Pozsonyból Dévénybe. A hajóút melyik pontján találkozik a két hajó és hány órakor?
e) Készíts grafikont a Martin hajó helyzetéről az idő függvényében, mely magába foglalja az egész oda-vissza útját! Ábrázold ugyanebben a grafikonban a Prešov hajó útját is! Győződj meg, a grafikon segítségével, a kiszámított találkozási pont és időpont helyességéről!
f) Határozd meg a Duna S_0 átfolyási keresztmetszetét az adott körülmények között, ha feltételezed, hogy a víz folyásának sebessége a keresztmetszet minden pontjában azonos!

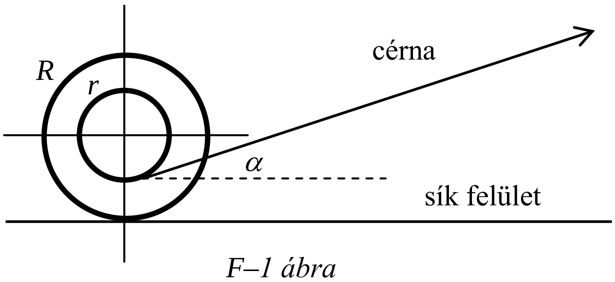
6. Leleményes esküvői ajándék

A 7. FYZ osztály diákjai megtudták, hogy kedvenc tanáraik, fizikatanáruk és tanárnőjük összeházasodnak. Eredeti ajándékkal lepték meg őket: bizonyos mennyiségű 2 eurós érmét fagyasztottak egy tégla alakú $a = 10{,}0$ cm, $b = 10{,}0$ cm és $c = 8{,}00$ cm élhosszúságú jégtömbbe. Az ajándékot egy hungarocell (poliészter habszivacs) dobozba tették, és díszes szalaggal átkötötték. A jégtömb tömege $m = 882{,}3$ g volt, a jég sűrűsége $\rho_{\mathrm{L}} = 0{,}9167\ \mathrm{g/cm^3}$, a kéteurós érmék sűrűsége $\rho_{\mathrm{M}} = 7{,}423\ \mathrm{g/cm^3}$, egy kéteurós érme tömege $m_{\mathrm{M}} = 8{,}50$ g , az érme tömegi hőkapacitása $c_{\mathrm{M}} = 0{,}395\ \mathrm{J/(g \cdot {}^\circ C)}$, a jég tömegi olvadáshője $l_{\mathrm{t}} = 334\ \mathrm{J/g}$ és a jég tömegi hőkapacitása $c_{\mathrm{t}} = 2{,}10\ \mathrm{J/(g \cdot {}^\circ C)}$.

a) Mekkora volt a jégtömbbe fagyasztott érmék m_0 tömege?
b) A diákok az ifjú párnak előbb egy feladatot adtak. Meg kellett határozniuk a jégtömbben levő érmék n számát, amit 7 perc alatt sikerült is megoldaniuk. A teljesítményükkel nem csak az esküvői ajándékot, de a diákjaik elismerését is kiérdemelték. Számítsd ki hány érme (n) volt a jégtömbben!
c) Mekkora térfogatot (V_{M}) töltöttek ki az érmék a jégtömbben, és mekkora térfogatot (V_{L}) töltött ki a jég?
d) Határozd meg mekkora Q hőt kellett felvennie a $t_1 = -12$ °C kezdeti hőmérsékletű egész jégtömbnek, hogy a jég elolvadjon és 0,0 °C hőmérsékletű víz legyen a jégből?

7. A henger görgő mozgása – *kísérleti feladat*

A kísérlethez, amelyet leírunk, igen alkalmas a jellegzetes fa- vagy műanyagorsó, amelyre cérnát szoktak csévélni. Ha nincs ilyen orsód, készíthetsz kemény kartonpapírból, rajzlapból. Az orsó két oldalsó R sugarú kör alakú oldallapból, korongból áll, ezeket köti össze a kisebb r sugarú (pl. $R/2$ sugarú) középső henger – F–1 ábra.



F–1 ábra

Az orsóra csévélünk többtíz centiméternyi cérnát. A cérna finom húzásával (nem rántásával) fogjuk görgetni az orsót a vízszintes sík felületen, pl. asztalon. Jelöljük α-val a szöget, amelyet a cérna zár a vízszintes síkkal!

a) Határozd meg a cérna α_1 dőlésszögét, amelynél az orsó a cérna húzásával megegyező irányban fog görögni!

b) Határozd meg a cérna α_2 dőlésszögét, amelynél az orsó a cérna húzásával ellenkező irányban fog görögni!

c) Határozd meg a cérna α_0 dőlésszögét, amelynél az orsó nem fog görögni, de a cérna húzásával megegyező irányban fog csúszni a felületen!

Mind a három esethez (a, b, c) készíts vázlatot, és magyarázd meg fizikai indokokkal a megfigyelt eredményeidet!

57. ročník Fyzikálnej olympiády – *Úlohy domáceho kola kategórie F*

Autori úloh:	Daniel Kluvanec (1–5), Monika Hanáková (6) Ivo Čáp (7)
Recenzia a úprava úloh:	Ivo Čáp
Úlohy posúdil:	Milan Ivaška. učiteľ fyziky ZŠ, ul. Energetikov, Prievidza
Preklad:	Aba Teleki
Redakcia:	Daniel Kluvanec Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal:	IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2015