

Bor Pál Fizikaverseny 2020/21. tanév 8. évfolyam, III. forduló

1. Téli a hóban (14 pont)

A magashegyekben a hó teteje télen megfagy, jeges lesz. A vékony jégréteg a hegymászó-csapat egyes tagjainak súlyát elbírja, másokét viszont nem. Sanyi tömege 95 kg, lábmérete 41-es, és a téli magashegyi túrán minden lépése alatt beszakad a fagyott hó. Tamás 75 kg-os, lábmérete 44-es, és a hó sosem szakad be alatta. (A cipőméret a talphosszúságot adja meg a mellékelt táblázat szerint, a talpszélesség a hosszának körülbelül a harmada.)

Cipőméret	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Talphossz (cm)	19,7	20,6	21,6	22	22,5	23,5	24	24,5	25,5	26	26,5	27,5	28

Értékelj az alábbi állításokat! A táblázat megfelelő cellájába tett X jellel jelöld, ha a kijelentés igazságtartama a fejlécben jelöltek szerinti! Válaszaidat számítással, illetve szövegesen indokold!

Állítás	Igaz	Hamis	Lehetséges
Marcika tömege 28 kg és a lába 32-es, alatta nem szakad be a hó.	X		
András tömege 50 kg és a lába 37-es, alatta beszakad a hó.		X	
Sanyinak kb. 64 kg-ra kellene lefogyni, hogy biztosan ne szakadjon be alatta a hó.	X		
Ha Tamás nyakába venné Marcikát, beszakadna alatta a hó.			X
Ha Sanyi Tamás cipőjét venné fel, nem szakadna be alatta a hó.			X

Megoldás: Annak a felismerése, hogy valamilyen tömeg/terület, vagy erő/terület segítségével összehasonlíthatóak a nyomások. (2 pont)

Sanyi esetében ez kg/talpterület mértékegységben: $\frac{95}{26 \cdot \frac{26}{3}} = 0,4216$. Biztos beszakadást

okoz. Tamásnál tudjuk, hogy biztosan nem szakad be, ennek nyomásjellegű mennyisége:

$\frac{75}{28 \cdot \frac{28}{3}} = 0,2869$. Ennél az értéknél nincs beszakadás. (2 p)

Marcikánál ez $\frac{28}{19,7 \cdot \frac{19,7}{3}} = 0,2164$, ami azt jelenti, hogy biztosan nem szakad be. (2 p)

András esetében $\frac{50}{23,5 \cdot \frac{23,5}{3}} = 0,2716$, emiatt nem szakad be. (2 p)

Sanyi akkor nem szakadna be, ha tömege $26 \cdot \frac{26}{3} \cdot 0,2869 = 64,65$ kg (2 p)

Tamás nyakában Marcikával $\frac{75+28}{28 \cdot \frac{28}{3}} = 0,3941$, így lehet, hogy beszakad (igen valószínű). (2 p)

Sanyi Tamás cipőjével $\frac{95}{28 \cdot \frac{28}{3}} = 0,3635$, így lehetséges, hogy beszakad. (2 p)

2. Teszteljük Arkhimédészt! (12 pont)

Döntsd el minden kérdés esetén, hogy melyik az egyetlen helyes válasz! A feladat végén található táblázatba csak a helyes válasz betűjelét írd be!

1) Két test (A és B) egyenlő tömegű, az A test sűrűsége 95%-a a B testének. Amikor vízbe dobjuk a két testet, azt tapasztaljuk, hogy mindkettő úszik. Melyik állítás igaz a testekre ható felhajtóerőkre nézve?

- A. Az A testre nagyobb felhajtóerő hat.
- B. A B testre nagyobb felhajtóerő hat.
- C. A két felhajtóerő egyenlő.
- D. A megadott adatokból ez nem állapítható meg.

2) Egy 50 cm^3 térfogatú fadarabot és egy 50 cm^3 térfogatú vasdarabot dobunk a vízbe. Melyikre hat nagyobb felhajtóerő? (A fa sűrűsége kisebb, a vasé nagyobb, mint a vízé.)

- A. A fadarabra.
- B. A vasdarabra.
- C. Mindkettőre ugyanakkora felhajtóerő hat.
- D. Nem dönthető el a megadott információk alapján.

3) Legalább mekkora tömegűnek kell lennie a 10 cm élhosszúságú kocka alakú testnek, hogy elsüllyedjen az 1200 kg/m^3 sűrűségű folyadékban?

- A. 1,2 kg
- B. 12 kg
- C. 0,012 kg
- D. 0,000012 kg

4) Hogyan alakul a hajóra ható felhajtóerő nagysága, amikor az édesvízű folyóból a sós tengervízbe áthalad?

- A. Csökken.
- B. Nő.
- C. Nem változik.

5) Egy kúp, egy henger és egy gömb alakú test lebeg a vízben.

Melyiknek a legnagyobb, illetve a legkisebb a sűrűsége?

A. Mivel a testeknek egyforma tömegűnek kell lenniük, és egyenlő tömegű testek közül a gömbnek a legkisebb, a kockának a legnagyobb a térfogata, így a gömb a legnagyobb, a kocka pedig a legkisebb sűrűségű.

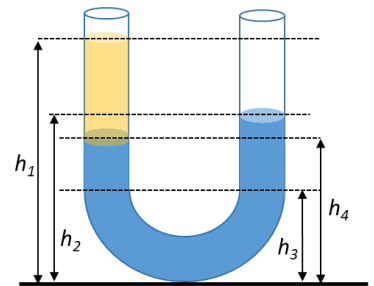
B. Mivel a testeknek egyforma térfogatúnak kell lenniük, a legkisebb tömegű egyben a legkisebb sűrűségű, illetve a legnagyobb tömegű a maximális sűrűségű. Viszont kevés az információ ahhoz, hogy választ adjunk a kérdésre.

C. Mindhárom testnek azonos a sűrűsége.

D. Mivel a testeknek egyforma tömegűnek kell lenniük, és egyenlő tömegű testek közül a kúpnak a legkisebb, a hengernek a legnagyobb a térfogata, így a kúp a legnagyobb, a henger pedig a legkisebb sűrűségű.



6) Közlekedőedénybe előbb higanyt, majd az egyik szárba a higany fölé vizet öntöttek. Az egyensúly kialakulása után a mellékelt ábra szerint helyezkedtek el a folyadékszintek az egyes szárakban. A szaggatott vonalakkal megjelölt szintek közül melyekre igaz, hogy az adott magasságban mindkét szárban ugyanakkora nyomás uralkodik?



A. Mind a négy szintre igaz, hogy a két szárban azonos nagyságú nyomás uralkodik.

B. Csak a h_3 és a h_4 szintre igaz, hogy a két szárban azonos nagyságú nyomás uralkodik.

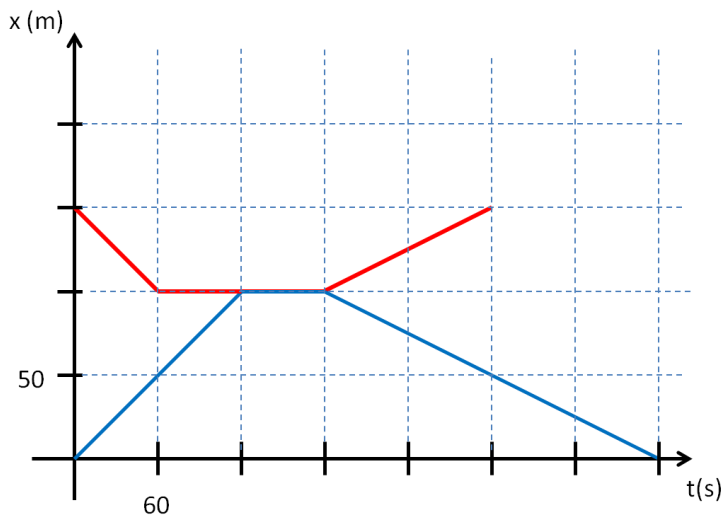
C. A h_1 , a h_3 és a h_4 szintre igaz, hogy a két szárban azonos nagyságú nyomás uralkodik.

D. A h_2 , a h_3 és a h_4 szintre igaz, hogy a két szárban azonos nagyságú nyomás uralkodik.

Kérdés sorszáma	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Helyes válasz betűjele	C	B	A	C	C	C

3. Vízi mentők (20 pont)

Miközben a tengerben úszkált, András túl messzire sodródott a parttól, és rosszul lett a vízben. Segélykiáltását meghallva egyszerre vetette vízbe magát a partról Péter, a vízimentő, és Géza, aki egy lehorgonyzott vitorlásból, horgászás közben vette észre a bajt. Péter és Géza is a part vonalára merőlegesen úszott András felé. Miután mindketten odaértek, és sikerült magához téríteniük a bajba került embert, Géza visszaúszott a vitorlásra, Péter pedig visszasegítette Andrást a partra. A mellékelt ábrán látható két grafikon Géza és Péter parttól mért távolságát mutatja az idő függvényében, a vízbe ugrás pillanatától kezdve. Tanulmányozd a grafikonokat, és válaszolj a feltett kérdésekre! Ahol szükséges, végezz számításokat!



a) Milyen távol volt András a vitorlástól, illetve a parttól, amikor rosszul lett?

A vitorlástól 50 m-re, a parttól 100 m-re volt András. (2p)

b) Mennyi idő alatt ért oda a két segítő Andrásához?

Géza 1 perc (60 s) alatt, Péter 2 perc (120 s) alatt ért oda Andrásához. (2p)

c) Milyen távol volt Péter és Géza egymástól, amikor Géza visszaért a vitorláshoz?

A két segítő távolsága 100 m volt a kérdéses pillanatban. (2p)

d) Melyik segítő úszott gyorsabban?

Géza és András is a parthoz viszonyítva $0,83 \frac{m}{s}$ sebességgel úszott. (2p)

e) Az indulástól számított 30., illetve 240. másodperc végén mekkora volt Péter és Géza egymáshoz viszonyított sebessége?

Az indulástól 30 s múlva egymással szemben haladtak, így egymáshoz viszonyított sebességük $1,667 \frac{m}{s}$ volt. (3p)

Az indulástól számítva 240 s múlva távolodtak, de Péter lassabban haladt, mint odafele, így az ő sebessége $0,417 \frac{m}{s}$ volt, így a relatív sebességük: $1,247 \frac{m}{s}$ volt. (3p)

f) András édesapja a parton napozott, és a vízimentő elindulása után 1,5 perccel vette csak észre az eseményeket. Azonnal ő is a fia megmentésére indult, de csak $0,5 \frac{m}{s}$ sebességgel tudott úszni.

Mennyi idő múlva, és a parttól milyen távol érkezett Andrásához?

2,5 perc, vagyis 150 s múlva ért oda Andrásához, akit ekkor már a vízimentő visszafele húzott a part fele. Ekkor a parttól 75 m távolságra voltak. (4p)

g) Ábrázold az adott koordinátarendszerben András édesapjának parttól mért távolságát, amíg odaér Andrásához! (2p)

4. A melegvíznek ára van! (20 pont)

Egy háromgyerekes család melegvíz szükségletét elektromos vízmelegítő berendezéssel, ún. bojlerrel biztosítják. A bojlerre a következő névleges adatok vannak ráírva: „230 V; 2300 W”, és éjszakai árammal melegíti fel a benne lévő vizet. Ez azt jelenti, hogy a vízmelegítő este 10 órakor kapcsol be, és hajnali 6 óráig használhat fel áramot. A bojler 240 liter vizet tud felmelegíteni a kívánt, kezelőgombbal beállítható hőmérsékletre.



A következő kérdésekre számítások alapján válaszolj!

- a) Legalább hány amperes biztosítékra van szükség a vízmelegítő működtetéséhez?
- b) Mennyi lenne a bojler elektromos energiafogyasztása, ha egész éjszaka működne?
- c) Legfeljebb mennyibe kerül a családnak a melegvíz biztosítása egy 30 napos hónapban, ha 1 kWh elektromos energiáért 32 Ft-ot kell fizetniük? (Feltételezzük, hogy minden nap egész éjszaka működik a bojler.)
- d) Este 10 órakor a teljesen megtöltött vízmelegítőben lévő víz hőmérséklete 30 °C-os volt. A hőmérséklet-szabályozón 85 °C-os értéket állítottak be. A bojler automatikusan kikapcsol, ha a benne lévő víz hőmérséklete a kívánt értéket eléri. Hány órakor kapcsol ki a szabályozó, ha a veszteségektől eltekinthetünk?
- e) Mennyi ideig tart az előző folyamatban a melegítés, ha a folyamat során a fűtőszálon keletkezett energia 15 %-a a környezetet melegíti?

A víz sűrűsége $1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$, fajhője $4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$.

Megoldás

$$\text{a) } P = U \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{2300 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 10 \text{ A}$$

Tehát **legalább 10 A-es** biztosítékot kell használni a működtetéshez. (3 pont)

$$\text{b) } W_{el} = P \cdot t = 2,3 \text{ kW} \cdot 8 \text{ h} = 18,4 \text{ kWh} (= 66240 \text{ kJ})$$

Tehát az elhasznált elektromos energia **18,4 kWh**. (2 pont)

$$\text{c) A 30 nap alatti költségek: } 30 \cdot 18,4 \text{ kWh} \cdot 32 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} = 17664 \text{ Ft}$$

Tehát a havi költség maximum **17664 Ft**. (3 pont)

$$\text{d) } m = \rho_{v\acute{z}} \cdot V = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 240 \text{ dm}^3 = 240 \text{ kg}$$

$$\Delta E_b = c_{v\acute{z}} \cdot m \cdot \Delta T = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 240 \text{ kg} \cdot 55 \text{ }^\circ\text{C} = 55440 \text{ kJ}$$

$$\Delta E_b = W_{el}$$

$$t = \frac{W_{el}}{P} = \frac{55440000 \text{ J}}{2300 \text{ W}} = 24104,35 \text{ s} \approx 6,7 \text{ h} = 6 \text{ h } 42 \text{ perc}$$

Tehát hajnali **4 óra 42 perckor** kapcsol ki. **(6 pont)**

e) $\eta = 0,85$

$$\Delta E'_b = c_{viz} \cdot m \cdot \Delta T = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 240 \text{ kg} \cdot 55^\circ\text{C} = 55440 \text{ kJ}$$

$$W'_{el} = \frac{\Delta E_b}{\eta} = \frac{55440 \text{ kJ}}{0,85} \approx 65223,5 \text{ kJ}$$

$$t' = \frac{W'_{el}}{P} = \frac{65223500 \text{ J}}{2300 \text{ W}} \approx 28358 \text{ s, azaz **kb. 7 óra 53 percig** tart a folyamat.}$$

(6 pont)