Bor Pál Fizikaverseny 2023/24, döntő, 8. évfolyam

1. Ez nem békalencse! (10 pont)

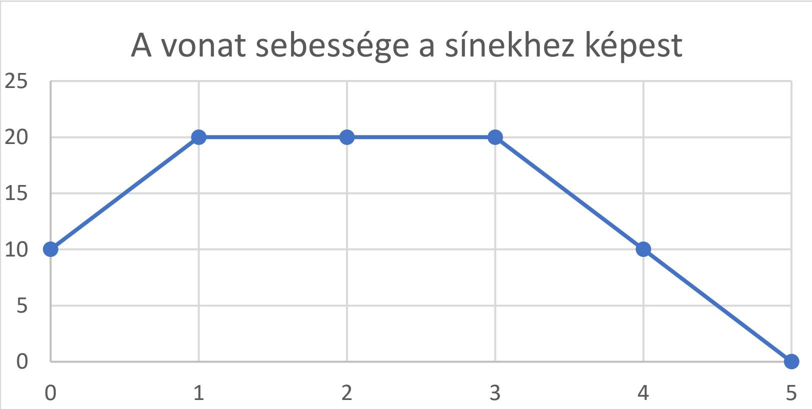
Döntsd el minden állításról, hogy igaz vagy hamis! Válaszodat az állítás melletti cellába írhatod!

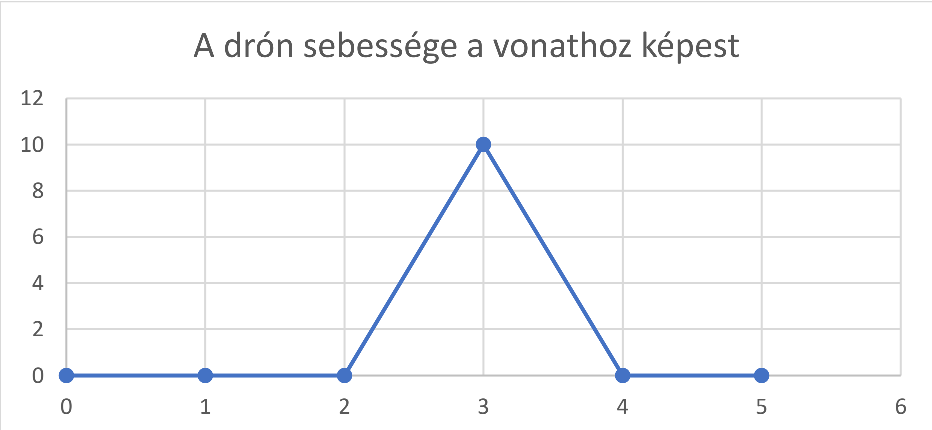
1. A Nap elsődleges, a Hold másodlagos fényforrás. I
2. A síktükör látszólagos képet alkot. I
3. A legenda szerint Arkhimédész homorú üveglencséket felhasználva a Nap fényével fel tudta gyújtani az ellenség hadihajóit. H
4. Prizmával a Nap fényét fel lehet bontani összetevőire. I
5. A síktükör felcseréli a bal és jobboldalt, valamint a fent és lent látványát is. H
6. Ha a gyűjtőlencse fókuszpontjába egy papírlapot állítok, akkor az biztosan meggyullad. H
7. A fény közeghatáron megtörik, vagy visszaverődik. I
8. A -2 dioptriás lencse gyűjtőlencse. H
9. A fényképezőgépekben gyűjtőlencse található. I
10. Az első távcsövet Galilei állította a tudomány szolgálatába. I

Minden helyes válasz 1 pontot ér.

2. Drónok a MÁV szolgálatában. (20 pont)

Vasúti karbantartókat szállító vonat óvatosan halad az egyenes sínpályán. Azt az információt kapták, hogy fák dőlhettek a sínekre. A vonaton utazik egy technikus, aki egy drónt használ a vonat előtti veszélyes pályaszakasz felderítésére. A technikus számítógépe 5 percen keresztül az eltelt idő függvényében rögzíti a vonat sebességadatait a sínekhez képest, és a drón vonathoz viszonyított sebeségadatait $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ egységben mérve.





a) A vizsgált 5 perc alatt milyen hosszú utat tett meg a vonat?
b) Írd le, hogy 1 percenként vizsgálva milyen mozgást végzett a drón a sínekhez képest (egyenletes, egyenletesen gyorsuló, vagy egyenletesen lassuló)!
c) Azokban a percekben, amikor gyorsulva mozog a drón, számítsd ki a gyorsulását a sínpályához képest!

Megoldás:

a) A görbe alatti területtel, vagy átlagsebességekkel számolva:
$s_{\mathrm{vonat}} = s_1 + s_{2,3} + s_{4,5} = 15\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \cdot \frac{1}{60}\mathrm{h} + 20\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \cdot \frac{2}{60}\mathrm{h} + 10\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} \cdot \frac{2}{60}\mathrm{h} = 1{,}25\ \mathrm{km}$ (6 pont)

b)-c) A gyorsulást az $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ összefüggésből számolhatjuk. (1 pont)

A sebességeket át kell váltani $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ egységbe. (1 pont)

Az 1. percben egyenletesen gyorsul. (1 pont)

A drón együtt gyorsul a vonattal: $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2{,}78\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{60\mathrm{s}} = 0{,}046\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ (2 pont)

A 2. percben egyenletesen mozog. (1 pont)

3. percben egyenletesen gyorsul. (1 pont)

Itt a talajhoz képesti gyorsulása megegyezik a vonathoz képesti gyorsulásával:

$a_3 = \frac{2{,}78\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{60\mathrm{s}} = 0{,}046\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ (2 pont)

4. percben egyenletesen lassul. (1 pont)

A sínhez képest a perc elején 30 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$, a végén 10 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ a drón sebessége, így gyorsulása:

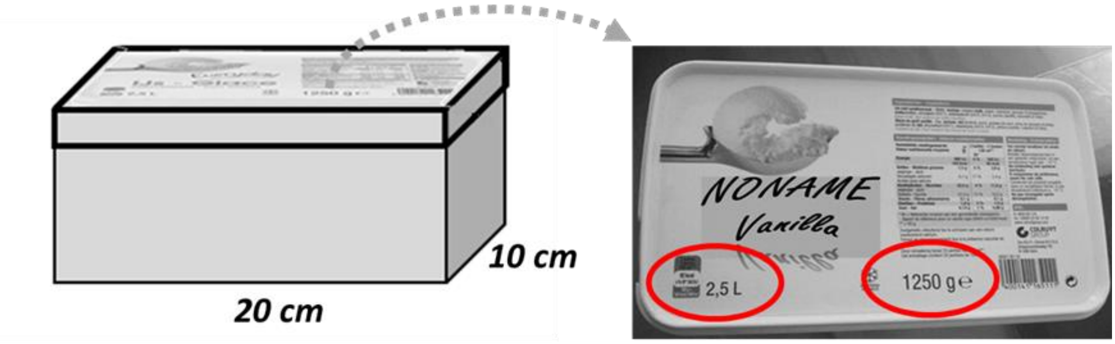
$a_4 = \frac{2 \cdot 2{,}78\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{60\mathrm{s}} = 0{,}092\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ (2 pont)

5. percben egyenletesen lassul. (1 pont) Gyorsulásának nagysága a vonat gyorsulásával egyezik meg, az első gyorsulással egyenlő: $a_5 = \frac{2{,}78\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{60\mathrm{s}} = 0{,}046\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ (2 pont)

3. Jaj de finom! (19 pont)

Peti szerette volna megkínálni a barátait, ezért vásárolt egy doboz jégkrémet 1500 forintért. A téglatest alakú, vékonyfalú műanyagdoboz fedeléről a benne lévő édességre vonatkozóan a következő adatokat olvasta le: 2,5 liter, 1250 g (lásd az ábrát!). Mikor felnyitotta a dobozt, örömmel látta, hogy színültig van jégkrémmel. „Jó vásárt csináltam – gondolta – hiszen 600 forintért 1 liter jégkrémet kaptam, a cukrászdában pedig csak egy gömb fagylaltot adnak ennyiért! Gyorsan beteszem a mélyhűtőbe, míg megjönnek a többiek!”

a) Befér-e Petiék mélyhűtőjének 14 cm mélységű fiókjába 10 cm x 20 cm területű alaplapjára fektetve a jégkrémes doboz?



b) Amikor megérkeztek a barátai, Peti úgy gondolta, rövid időre beleteszi a jégkrémes dobozt a csapvízzel háromnegyedéig megtöltött mosogatóba, hogy lágyabbá, könnyebben kanalazhatóvá váljon a keményre fagyott finomság. Mikor a dobozt a vízbe tette, meglepődve látta, hogy az úszik, körülbelül magasságának feléig bemerülve. Miért nem kellett volna ezen meglepődnie Petinek?

c) Számítsd ki, hogy a jégkrémmel töltött doboz térfogatának hány százaléka lesz a vízszint felett, ha üresen a doboz tömege 90 gramm!

d) A jégkrémet fagyasztás közben – a tejszínhab felveréséhez hasonlóan – folyamatosan keverik, levegővel „felhabosítva” a kezdetben 1115 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ sűrűségű, folyadék halmazállapotú alapkeveréket. Az eljárást térfogatnövelésnek nevezik: ennek köszönhető az édesség krémes állaga, ami miatt sokkal élvezhetőbb, mint ha egyszerűen jéggé fagyasztották volna a folyadékot. Sajnálatos módon néhány gyártó a szükségesnél jóval több levegőt juttat a jégkrémbe. Amennyiben a forgalmazás és az előállítás egyéb költségeit nem számítjuk, hány forint nyereség képződik 1 liter Peti által vásárolt jégkrémen, ha az alapkeverék 1 literje 200 forintba kerül?

Megoldás:

a) Mivel a doboz vékonyfalú, és színültig van jégkrémmel, melynek térfogata *V*=2,5 liter, így a doboz *h* magasságára teljesülnie kell, hogy

$$a \cdot b \cdot h = V \quad \rightarrow \quad 2\ \text{dm} \cdot 1\ \text{dm} \cdot h = 2{,}5\ \text{dm}^3$$

azaz

$$h = 1{,}25\ \text{dm} = 12{,}5\ \text{cm} < 14\ \text{cm}$$

Tehát a jégkrémes doboz belefér a fiókba. (3 pont)

b) A doboz tetejéről leolvasható adatokból kiszámítható a jégkrém sűrűsége

$\rho_{\text{jégkrém}} = \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{V}} = \frac{1250\ \mathrm{g}}{2{,}5\ \mathrm{dm}^3} = \frac{1{,}250\ \mathrm{kg}}{0{,}0025\ \mathrm{m}^3} = 500\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$ (2 pont)

A műanyag doboz tömege becsülhetően nem olyan nagy, hogy az átlagsűrűséget jelentősen megnövelné, annak értéke továbbra is a víz $1000\ \mathrm{kg/m^3}$-es értéke alatt marad. Márpedig, ha egy test sűrűsége kisebb a vízénél, akkor az a vízen úszni fog. (1 pont)

c) A test össztömege eszerint

$m_{\text{össz}} = m_{\text{doboz}} + m_{\text{jégkrém}} = 1340\ \mathrm{g} = 1{,}34\ \mathrm{kg}$ (1 pont)

A vízen úszó doboz vízbe merülő térfogatának nagysága legyen $V_{\text{bemerülő}}$. Akkor Arkhimédész törvénye értelmében a rá ható felhajtóerő nagysága

$$F_{\text{fel}} = \rho_{\text{víz}} \cdot V_{\text{bemerülő}} \cdot g$$

Ha a doboz úszik, akkor ez a felhajtóerő egyenlő nagyságú a rá ható nehézségi erővel, azaz

$$F_{\text{fel}} = m_{\text{össz}} \cdot g$$

$$\rho_{\text{víz}} \cdot V_{\text{bemerülő}} \cdot g = m_{\text{össz}} \cdot g$$

$$V_{\text{bemerülő}} = \frac{m_{\text{össz}}}{\rho_{\text{víz}}} = 0{,}00134\ \mathrm{m}^3 = 1{,}34\ \mathrm{dm}^3 \text{ (3 pont)}$$

A vízből kiálló térrész térfogata eszerint:

$$V_{\text{ki}} = V - V_{\text{bemerülő}} = 2{,}5\ \mathrm{dm}^3 - 1{,}34\ \mathrm{dm}^3 = 1{,}16\ \mathrm{dm}^3$$

ami a teljes térfogatnak

$$\frac{V_{ki}}{V} \cdot 100\% = 46{,}4\ \%$$

azaz 46,4 %-a. (2 pont)

d) A Peti által vásárolt jégkrém 1 literjében

$m_1 = \frac{V_1}{V} \cdot m\left(= \rho_{\text{jégkrém}} \cdot V_1\right) = \frac{1\ \mathrm{l}}{2{,}5\ \mathrm{l}} \cdot 1250\ \mathrm{g} = 500\ \mathrm{g} = 0{,}5\ \mathrm{kg}$

tömegű fagylalt (ill. megfagyott alapkeverék) található, a többi levegő. (2 pont)

Ilyen tömegű alapkeverék térfogata

$V_{\text{alapkeverék}} = \frac{m_1}{\rho_{\text{alapkeverék}}} = \frac{0{,}5\ \mathrm{kg}}{1115\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}} = \frac{0{,}5\ \mathrm{kg}}{1{,}115\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{dm}^3}} = 0{,}44843\ \mathrm{dm}^3 \approx 0{,}45\ \mathrm{dm}^3 = 0{,}45\ \mathrm{l}$ (2 pont)

Tudjuk, hogy az alapkeverék 1 literje 200 forintba kerül, ezért ennek a térfogatnak az ára

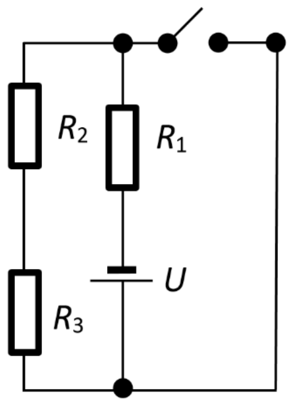
$Ár = \frac{V_{\text{alapkeverék}}}{V_1} \cdot egységár = \frac{0{,}45\ \mathrm{l}}{1\ \mathrm{l}} \cdot 200\ \mathrm{Ft} = 89{,}686\ \mathrm{Ft} \approx 90\ \mathrm{Ft}$ (2 pont)

Eszerint a Peti által 600 Ft-ért megvásárolt 1 liter jégkrémhez felhasznált alapanyag körülbelül 90 forintba került, így – az egyéb költségek figyelembe vétele nélkül – a nyereség:

$Nyereség = 600\ \mathrm{Ft} - 90\ \mathrm{Ft} = 510\ \mathrm{Ft}$ (1 pont)

4. Mire jó egy áramkör? (17 pont)

a) Számítsd ki az ábrán látható áramkörben a feszültségforráson áthaladó áram erősségét a kapcsoló zárása előtt, és a kapcsoló zárását követően!
b) A kétféle kapcsolóállás esetén mennyi idő alatt lehetne az R_1 ellenálláson fejlődő hőmennyiség felhasználásával fél liter 20 °C hőmérsékletű vizet 50 °C-ra melegíteni, ha 15 %-os veszteséggel kell számolnunk a melegítés során?



(R_1 = 60 Ω, R_2= 100 Ω, R_3 = 140 Ω, U = 300 V, $c_{víz} = 4{,}18\,\frac{\text{kJ}}{\text{kg°C}}$, a vezetékek és a kapcsoló ideális.)

Megoldás:

Adatok: R_1 = 60 Ω, R_2= 100 Ω, R_3 = 140 Ω, U = 300 V.

a) A nyitott kapcsolóállás esetén mindegyik ellenállás sorba van kapcsolva. Ohm törvénye szerint:

$I = \frac{U}{R_1+R_2+R_3} = 1$ A. (4 pont)

A zárt kapcsolóállás esetében az R_2 és R_3 ellenálláson nem folyik áram (velük párhuzamosan ideális vezetéket kapcsoltunk be az áramkörbe). Ohm törvénye szerint:

$I' = \frac{U}{R_1} = 5$ A. (4 pont)

b) Fél liter víz tömege m = 0,5 kg, hőmérsékletváltozása ΔT = 30 °C. (2 pont)

Az ellenálláson t idő alatt leadott hőmennyiség: $Q_{le} = I^2 \cdot R \cdot t$ (1 pont)

A hőátadás hatásfoka 85 %. Vagyis a leadott hőmennyiség 0,85-szorosa növeli a víz belső energiáját.

$Q_{fel} = \eta \cdot Q_{le} = c_{víz} \cdot m \cdot \Delta T = 62700$ J (2 pont)

Ezekből a melegítés időtartama: $t = \frac{c_{víz} \cdot m \cdot \Delta T}{\eta \cdot I^2 \cdot R}$ (2 pont)

A két esetben behelyettesítve az adatokat: t_1 =1229,4 s≈1230 s, t_2 =49,18 s≈49 s. (2 pont)