

Bor Pál Fizikaverseny II. forduló 2023/24

8. osztály

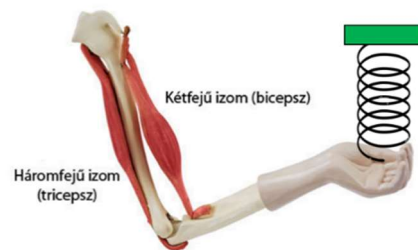
1. KERESD AZ IGAZSÁGOT! (12 PONT)

Az alábbiakban két, az egyszerű gépek elve alapján működő eszközt mutatunk be, és ezekre nézve fogalmazunk meg néhány állítást. Karikázd be az igaz állítás előtt található betűt!

Az ábrán az ember felső végtagjában lévő izmok (bicepsz, tricepsz) elhelyezkedését tanulmányozhatod. (Tételezzük fel, hogy a két izom tapadási pontja a forgástengelytől egyforma távolságban van!)

1. Melyik egyszerű gép elve alapján hajlítják, illetve feszítik az alkart az izmok?

- A) Mindkettő a kétoldalú emelő elve alapján működik.
- B) Mindkettő az egyoldalú emelő elve alapján működik.
- C) A bicepsz az egyoldalú, a tricepsz a kétoldalú emelő elve alapján működik.**
- D) A bicepsz a kétoldalú, a tricepsz az egyoldalú emelő elve alapján működik.



2. Melyik izom dolgozik emeléskor, illetve lefelé irányuló erő esetén?

- A) Emeléskor elsősorban a tricepsz, lefelé irányuló erő esetén a bicepsz dolgozik.
- B) Emeléskor elsősorban a bicepsz, lefelé irányuló erő esetén a tricepsz dolgozik.**
- C) Mindkét izom mindkét esetben egyformán dolgozik.

3. Ha az egyik esetben a kezünkkel ugyanakkora lefelé irányuló erőt akarunk kifejteni, mint amekkorát egy másik esetben fölfelé, akkor mit állíthatunk a két esetben a tricepsz, illetve a bicepsz által kifejtendő erő nagyságáról?

- A) Az egyik esetben a tricepsz által kifejtett erő kisebb, mint a másik esetben a bicepsz által kifejtett.
- B) Az egyik esetben a bicepsz által kifejtett erő kisebb, mint a másik esetben a tricepsz által kifejtett.
- C) A két esetben a két izom által kifejtett erő egyforma.**

A képen egy gémeskutat látsz. A vízszintes „gém” első végére vékonyabb rudat akasztanak, aminek az első végére kötik a vödört. A gém hátsó végére erősített nehezék az úgynevezett kolonc, aminek az a szerepe, hogy a gémet egyensúlyban tartsa, amikor a vödör tele van vízzel.

4. Melyik egyszerű gép működési elve alapján magyarázható a gémeskút működése?

- A) A gémeskút egyoldalú emelő.
- B) A gémeskút kétoldalú emelő.**
- C) A gémeskút egy lejtő.

5. Ha üres a vödör merre billen a gém?

- A) Hátrafelé billen.**
- B) Előre billen.
- C) A gém vízszintes helyzetben egyensúlyban van.

6. Mekkora erővel kell a vékony rudat felfelé húzni, amikor a vödör tele van vízzel?

- A) A vízzel telt vödör súlyával megegyező nagyságú erővel.
- B) A vízzel telt vödör súlyához képest annyszor kisebb erővel, ahányszor kisebb a kolonc oldali gémhossz a másik oldalihoz képest.
- C) A vödör víz igen kicsi erővel felhúzható.**



2. MELYIK A NAGYOBB? (12 PONT)

Tedd ki a leírt mennyiségek közé a megfelelő relációs jelet (<, >, =)! Állításodat minden esetben számítással indokold!

1. mennyiség	reláció	2. mennyiség
5 kg 0°C-os jég megolvasztásához szükséges hőmennyiség. $L_o = 340 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	>	0,5 kg 100°C-os víz elforrálásához szükséges hőmennyiség. $L_f = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
1700 kJ		1128 kJ
Egy 10 kg tömegű, $50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel haladó test lendülete.	<	100 N erő 2 s alatt legfeljebb ekkora lendületváltozást okozhat.
$139 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$		$200 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Egy 50 kg tömegű gyerekre ható nehézségi erő a felfelé $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ egyenletes sebességgel haladó liftben.	=	Ugyanennek a gyerekeknek a mérhető súlya, ha a lift most lefelé halad $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ egyenletes sebességgel.
500 N		500 N
Egy 0,5 dioptriás optikai lencse fókusz távolsága.	>	Egy 2 m görbületi sugarú homorú tükör fókusz távolsága.
2 m		1 m

3. LEGYÉL AKVARISTA! (18 PONT)

Egy akvárium alapja egy 30 cm x 70 cm oldalú téglalap, falai függőlegesek. Kezdetben nincs benne víz, az alján egy 10 cm oldalélű 0,5 kg tömegű fakocka található. Egy csapból $4 \frac{\text{liter}}{\text{perc}}$ sebességgel vízzel töltik fel. A víz sűrűsége $1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$.

a) Mennyi idő múlva emelkedik el a kocka az akvárium fenekétől? (A kocka felülete érdes, így a víz alá tud szivárogni.)

b) Mennyi idő múlva történik ez meg, ha a vízzel egyidejűleg percenként 0,5 kg tömegű, $2,5 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ sűrűségű só is szórunk a medencébe, amit folyamatos kevergetéssel fel is oldunk? Tételezzük fel, hogy az oldat készítésénél a két komponens tömege és térfogata is összeadódik.

Megoldás:

a) A kocka akkor emelkedik fel, ha a rá ható felhajtóerő és nehézségi erő egyenlő nagyságú. (1 p)

$$\rho_{\text{víz}} \cdot V_{\text{bemerülő}} \cdot g = \rho_{\text{kocka}} \cdot V_{\text{kocka}} \cdot g, \text{ amiből } V_{\text{bemerülő}} = \frac{1}{2} \cdot V_{\text{kocka}}. \text{ (2 pont)}$$

Vagyis amikor a víz szintje 0,5 dm magas. (1 pont)

A szabad alapterület: $3 \text{ dm} \cdot 7 \text{ dm} - 1 \text{ dm}^2 = 20 \text{ dm}^2$. (2 pont)

$V = 20 \text{ dm}^2 \cdot 0,5 \text{ dm} = 10 \text{ dm}^3$ vízre van szükség. (1 pont)

A kifolyáshoz szükséges idő: $t = \frac{V}{v} = \frac{10 \text{ liter}}{4 \frac{\text{liter}}{\text{perc}}} = \mathbf{2,5 \text{ perc}}$. (2 pont)

b) Ki kell számítani az oldat átlagsűrűségét. (1 pont)

$$\text{Egy percre számolva: } \rho_{\text{átlag}} = \frac{4 \text{ kg} + 0,5 \text{ kg}}{4 \text{ liter} + 2 \text{ liter}} = 1,0714 \frac{\text{kg}}{\text{liter}} \text{ (2 pont)}$$

Ebben az esetben a bemerülő rész térfogatára a megemelkedés pillanatában: $\frac{V_{\text{be}}}{V_{\text{kocka}}} = \frac{\rho_{\text{kocka}}}{\rho_{\text{oldat}}} = \frac{7}{15}$ (2)

Vagyis amikor az oldat szintje 4,67 cm magas. (1 pont)

Most $V = 9,33 \text{ dm}^3$ oldatra van szükség. (1 pont)

A kifolyáshoz szükséges idő: $t = \frac{V}{v} = \frac{9,33 \text{ liter}}{4,2 \frac{\text{liter}}{\text{perc}}} = \mathbf{2,22 \text{ perc}}$. (2 pont)

4. TÉLI AUTÓZÁS. (18 PONT)

Egy autó $0,4 \text{ m}^2$ területű hátsó ablakának fűtését 13 egyforma ellenállású, a 12 V feszültségű akkumulátorra egymással párhuzamosan rákapcsolt fűtőszál biztosítja. A kocsni műszaki adatait tartalmazó gépkönyv szerint az ablak felületét egyenletesen beborító, $0,15 \text{ mm}$ vastagságú, $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -os jégréteget az ablakfűtés 3 perc alatt tudja leolvasztani.

a) Legalább mekkora az ablakfűtés teljesítménye?

(Feltételezzük, hogy a leolvasztott jég $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -os vízzé alakul. A jég sűrűsége $900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, olvadáshője $333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.)

b) Ilyen teljesítmény mellett mekkora ellenállású egy-egy fűtőszál?

c) Ha az ablak belső felületét valami megkarcolja, előfordulhat, hogy néhány fűtőszál megszakad, nem tud rajtuk áram átfolyani. Számítsd ki, mekkora lenne az ablakfűtés teljesítménye, ha 5 fűtőszál megsérülne!



Megoldás:

a)

A leolvasztott jég térfogata

$$V = A \cdot d = 0,4 \text{ m}^2 \cdot 0,00015 \text{ m} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 0,00006 \text{ m}^3 \text{ (2 pont)}$$

tömege:

$$m = \rho \cdot V = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,00006 \text{ m}^3 = 0,054 \text{ kg} \text{ (2 pont)}$$

A jég elolvasztásához szükséges energia:

$$Q = L \cdot m = 333000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0,054 \text{ kg} = 17982 \text{ J} \text{ (2 pont)}$$

Ha feltételezzük, hogy a fűtőszál-rácsolat által 3 perc alatt átadott energia teljes egészében a jég leolvasztásának energiaszükségletét fedezte, megkaphatjuk a minimálisan szükséges teljesítmény értékét:

$$P_{\min} \cdot t = Q \rightarrow P_{\min} = \frac{Q}{t} = \frac{17982 \text{ J}}{180 \text{ s}} = 99,9 \text{ W} \text{ (2 pont)}$$

b)

Első megoldás: Az adott teljesítmény a fűtőszálak teljesítményeiből tevődik össze. Minden fűtőszál egyforma ellenállású és ugyanakkora feszültségre van kapcsolva, így teljesítményük is egyforma:

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1}$$

ahol

$$P_1 = \frac{P_{min}}{n} = \frac{P_{min}}{13} \approx 7,685 \text{ W}$$

Ezekből adódik, hogy

$$R_1 = \frac{U^2}{P_1} = \frac{n \cdot U^2}{P_{min}} = \frac{13 \cdot 12^2}{99,9} \Omega \approx 18,74 \Omega \text{ (6 pont)}$$

Második megoldás: A teljes fűtőszál-rácsozaton átfolyó áram erőssége

$$P_{min} = U \cdot I_f \rightarrow I_f = \frac{P_{min}}{U} = \frac{99,9 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 8,325 \text{ A}$$

Minden fűtőszál egyforma ellenállású, és párhuzamosan vannak kapcsolva, ezért mindegyiken ugyanakkora áram folyik át:

$$I_1 = \frac{U}{R_1}$$

ahol a mellékágakban folyó áramok összege kiadja a főágban folyó áramot, azaz

$$n \cdot I_1 = I_f \rightarrow I_1 = \frac{I_f}{n} = \frac{8,325 \text{ A}}{13} \approx 0,64 \text{ A}$$

Innen

$$R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{12 \text{ V}}{0,64 \text{ A}} \approx 18,75 \Omega$$

(Természetesen a párhuzamosan kapcsolt ellenállások eredőjének kiszámítását ismerő tanulók még egy harmadik megoldással is előállhatnak. Az eredő ellenállás

$$R_e = \frac{U^2}{P_{min}} \approx 1,44 \Omega$$

és mivel

$$R_e = \frac{R_1}{n} \rightarrow R_1 = n \cdot R_e = 13 \cdot 1,44 \Omega \approx 18,74 \Omega$$

ugyanúgy, mint az előbbieken.)

c)

Ha csak 8 fűtőszál működik, azok teljesítménye egyenként ugyanakkora marad, hiszen ellenállásuk nem változik, és továbbra is az akkumulátor feszültségére vannak kapcsolva. (2 pont)

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1}$$

Így az ablakfűtés teljesítménye

$$P' = 8 \cdot P_1 = \frac{8}{13} \cdot P_{min} = 61,48 \text{ W (2 pont)}$$

nagyságúra csökken.