

Bor Pál Fizikaverseny 2024/25. tanév döntő, 7. évfolyam**1. Veled van az erő! (14 pont)**

Dönts el minden állításról, hogy minden esetben igaz (I), biztosan hamis (H), vagy a leírtak alapján ez nem dönthető el egyértelműen (ND)! Válaszodat az állítás melletti cellába írhatod!

Sanyitól kérek cellákat!

- a) A Karcsi asztalán nyugvó fizikakönyvre nem hat erő. H
- b) Péter kerékpárjával a Kis utca végére érve nagy ívben balra bekanyarodott a Nagy utcába. Közben a sebességmérője mindvégig $10 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ nagyságú sebességet mutatott. Péter ebből arra következtetett, hogy a rá ható erők kanyarodás közben kiegyenlítették egymást. H
- c) Két autó az autópályán azonos, $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ nagyságú sebességgel halad. Eszerint egyforma a lendületük is. ND
- d) Péter egy nagyobb csónakban, Gábor egy könnyű kajakban szállt vízre a Balatonon. Péter észrevette, hogy Gábornak nem megy valami jól az evezés, ezért segítségképpen odanyújtotta neki az evezőlapátját, és maga felé húzta a barátját. Ennek következtében mindketten egymás felé közelítettek. I
- e) A Föld körül keringő űrhajóban azért van súlytalansági állapot, mert a kabinban lévő testekre csak a gravitációs erő hat. I
- f) Egy autó indulás után 10 s alatt éri el a $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességet. A gyorsításhoz szükséges erőt a motor fejtette ki az autóra. H
- g) Jancsi és Pisti kötelet húznak. Ha mindketten 100 N erővel húzzák a kötél két végét, akkor a kötelet 200 N erő feszíti. H

2. Az energia megmarad! (14 pont)

Egy test vagy közeg sokféleképpen tárolhat energiát. Néhány ilyen energiatípus például a belső energia (A), a mozgási energia (B), a rugalmas energia (C) vagy a helyzeti energia (D). Az alábbiakban felsorolunk néhány energiaátalakulással járó folyamatot. A kipontozott részre írd be betűjelekkel, hogy melyik energiatípusból melyik keletkezett!

Segítségképpen egy sort előre kitöltöttünk!

- a) A rugós játékpuskával kilőnek egy műanyag lövedéket. C → B
- b) A trambulín lefékezi a rajta ugráló gyereket. B → C (esetleg D → C)
- c) A motortérben felrobbanó benzin-levegő keverék kilöki a dugattyút. A → B
- d) A függőlegesen feldobott labda lelassul. B → D
- e) A szél megforgatja a szélkereket. B → B
- f) A tűzhely gázlángja felmelegíti a ráhelyezett edényt. A → A
- g) A magasból lezúduló víz megforgatja a vízimalom kerekét. D → B (esetleg B → B)
- h) A vízszintes sebességű labdát lefékezi a betonfal. B → C

3. Bátraké a szerencse! (19 pont)

A felszerelésével együtt 100 kg tömegű ejtőernyős kiugrott a magasan lebegő helikopterből, és mindvégig függőlegesen mozgott a Föld felé. Válaszolj az ugrására vonatkozó alábbi kérdésekre!



- Közvetlenül a kiugrás után mekkora gyorsulással mozgott az ejtőernyős? Körülbelül mennyi utat tett meg a zuhanás első másodpercében?
- Ahogy az ugró sebessége növekedett, egyre jelentősebbé vált a levegő által kifejtett közegellenállási erő. Milyen irányú, és mekkora nagyságú volt ez az erő abban a pillanatban, amikor az ejtőernyős gyorsulása éppen $4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ volt?
- A kiugrástól számított 10 másodpercen keresztül tartó zuhanás után az ejtőernyős elérte maximális, $198 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ nagyságú sebességét. Ezzel a sebességgel esett lefelé 1650 méteren keresztül, míg végre kinyitotta az ernyőjét. A maximális sebességgel történő esés során másodpercenként mennyivel csökkent az ugró talajszinttől mért magassága? Mekkora közegellenállási erő hatott rá ez idő alatt?
- Az ernyő kinyitása után 2,5 s alatt az ejtőernyős sebessége $18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ -ra csökkent, majd a továbbiakban ezzel az állandó sebességgel tette meg a hátralévő 300 métert. Mekkora volt a gyorsulása a hirtelen sebességcsökkenés alatt? Mennyi ideig tartott összesen a kalandos ugrás?

Megoldás:

A mozgás négy szakaszra bontható. Kezdetben gyorsul, majd maximális sebességgel egyenletesen mozog, harmadjára lelassul, végül kis sebességgel egyenletesen leereszkedik.

- Kezdetben szabadon esett, így $a_0 = g \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. (1 pont)

Az első másodperc végén a sebessége $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ volt, az átlagsebessége az első másodpercben $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Így az első másodpercben megtett útja: $s_1 = v_{1, \text{átlag}} \cdot t_1 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ s} = 5 \text{ méter}$. (3 pont)

- A közegellenállási elő függőlegesen felfelé mutat, mindvégig akadályozza a mozgást. (1 p)

Az eredő erő a kérdéses pillanatban: $F_e = m \cdot a = 100 \text{ kg} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 400 \text{ N}$. (2 p)

Figyelembe véve az erők irányát: $F_e = m \cdot g - F_{\text{közeg}}$,

amiből $F_{\text{közeg}} = m \cdot g - F_e = 1000 \text{ N} - 400 \text{ N} = 600 \text{ N}$. (2 pont)

- A maximális sebesség: $v_m = 198 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 55 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (1 p)

Vagyis másodpercenként 55 méterrel csökkent a magasság. (1 p)

A test ilyenkor nem gyorsul, így a rá ható erők eredője nulla! (1 p)

Vagyis $F_{\text{közeg},2} = m \cdot g = 1000 \text{ N}$. (1 p)

d) A lecsökkent sebesség: $v_4 = 18 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (1 p)

A gyorsulás definíciója szerint: $a_3 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 55 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2,5 \text{ s}} = -20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. (A negatív előjel nem szükséges. A kiszámított gyorsulás átlagos érték.) (2p)

Az első és a harmadik mozgásszakasz ideje adva van.

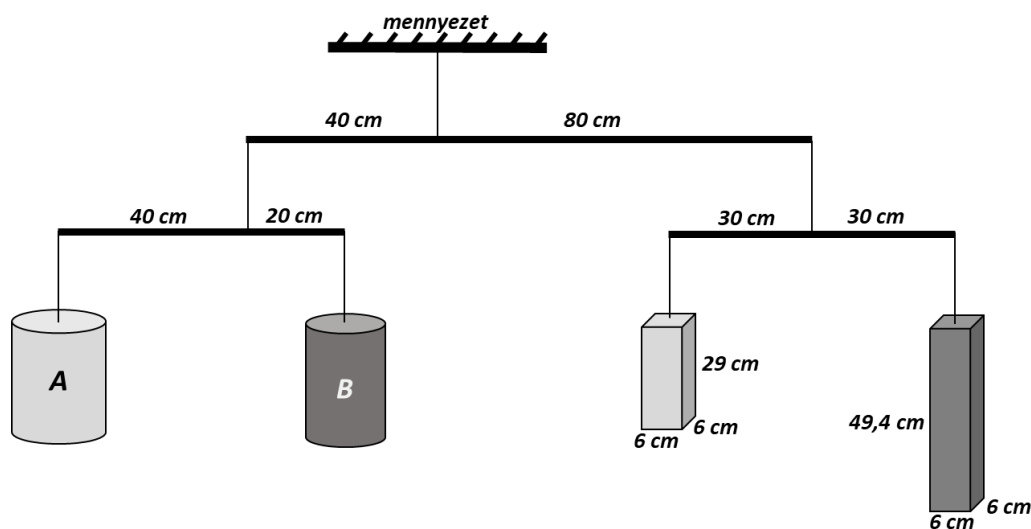
A másodikban: $t_2 = \frac{s_2}{v_m} = \frac{1650 \text{ m}}{55 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 30 \text{ s}$, a negyedik szakaszra: $t_4 = \frac{s_4}{v_4} = \frac{300 \text{ m}}{5 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 60 \text{ s}$. (2 p)

Így az ugrás teljes időtartama: $t_{\text{összes}} = 10 \text{ s} + 30 \text{ s} + 2,5 \text{ s} + 60 \text{ s} = 102,5 \text{ s}$. (1 p)

4. Indiana Jones és a piramis kincse. (19 pont)

Indiana Jones a megfakult pergamen hieroglifáit helyesen értelmezve végre bejutott II. Balasz piramisának titkos kamrájába, ahol a fáraó legendás, 201 dkg tömegű, négyzetes oszlop alakú aranytömbjét őrizték. „Gondoltam, hogy nem lesz egyszerű!” – mormogta, amikor meglátta, hogy a fáraó agyafűrt mérnökei vékony kötelekre függesztett könnyű, de erős rudakkal megvalósított összeállításba építették be a kincset. (Lásd a mellékelt ábrát!)

Indiana tudta, hogy a fáraó átkát csak akkor kerülheti el, ha nem borítja fel a berendezés egyensúlyát, ezért a hátizsákjában hozott magával egy 25 kg-os homokzsákot, hogy abból megfelelő mennyiséget az aranytömb helyére akaszthasson. Igen ám, de vajon melyik az aranytömb?



a) Indy ismerte az arany sűrűségének $19253 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ -es nagyságát, ezért a négyzetes oszlop alakú testeken, valamint a rudakon néhány hosszmerést végezve már el tudta dönteni, melyik az aranytömb. (Hosszméréseinek eredményei az ábráról leolvashatók.)

Melyik hasáb helyére kellett akasztania Indiana Jonesnak a homokzsákot? Mekkora a másik négyzetes oszlop alakú test sűrűsége? (Egész számra kerekítsd az eredményedet!)

b) Hány kilogramm a bal oldalon lévő 60 cm hosszúságú rúdra függesztett henger alakú, A-val, illetve B-vel jelölt nehezékek tömege külön-külön?

A szabadesés gyorsulását tekintsd $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ nagyságúnak!

Megoldás:

a)

A bal oldali négyzetes oszlop alakú test térfogata:

$$V_{bal} = 6 \text{ cm} \cdot 6 \text{ cm} \cdot 29 \text{ cm} = 1044 \text{ cm}^3 = 0,001044 \text{ m}^3 \text{ (1 p)}$$

a jobb oldali négyzetes oszlop alakú test térfogata:

$$V_{jobb} = 6 \text{ cm} \cdot 6 \text{ cm} \cdot 49,4 \text{ cm} = 1778,4 \text{ cm}^3 = 0,0017784 \text{ m}^3 \text{ (1 p)}$$

Az egyes négyzetes oszlop alakú testek tömege, ha aranyból készültek volna

$$m_{bal,arany} = \rho_{arany} \cdot V_{bal} = 19253 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,001044 \text{ m}^3 \approx 20,1 \text{ kg} \text{ (1 p)}$$

$$m_{jobb,arany} = \rho_{arany} \cdot V_{jobb} = 19253 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,0017784 \text{ m}^3 \approx 34,24 \text{ kg} \text{ (1 p)}$$

lenne. Láthatóan a jobb oldali négyzetes oszlop nem készülhetett aranyból, mert 342,4 dkg lenne a tömege, nem pedig 201 dkg, viszont a bal oldali test tömege éppen 201 dkg.

Tehát a két négyzetes oszlop alakú test közül a bal oldali készült aranyból, annak a helyére kell akasztania Indiana Jonesnak a homokzsákot. (1 p)

A bal oldali négyzetes oszlop alakú test tömege egyenlő a jobb oldali négyzetes oszlop alakú test tömegével, mivel egy egyenlő karú mérleget alkotó rúd két végére vannak felfüggesztve.

(A felfüggesztési pontra nézve a két hasáb súlyának forgatónyomatéka egyenlő nagyságú kell, hogy legyen, azaz

$$m_{bal} \cdot g \cdot 30 \text{ cm} = m_{jobb} \cdot g \cdot 30 \text{ cm}$$

ahonnan

$$m_{bal} = m_{jobb}$$

Nem követelmény ennek a gondolatmenetnek a lejegyzése.)

Tehát

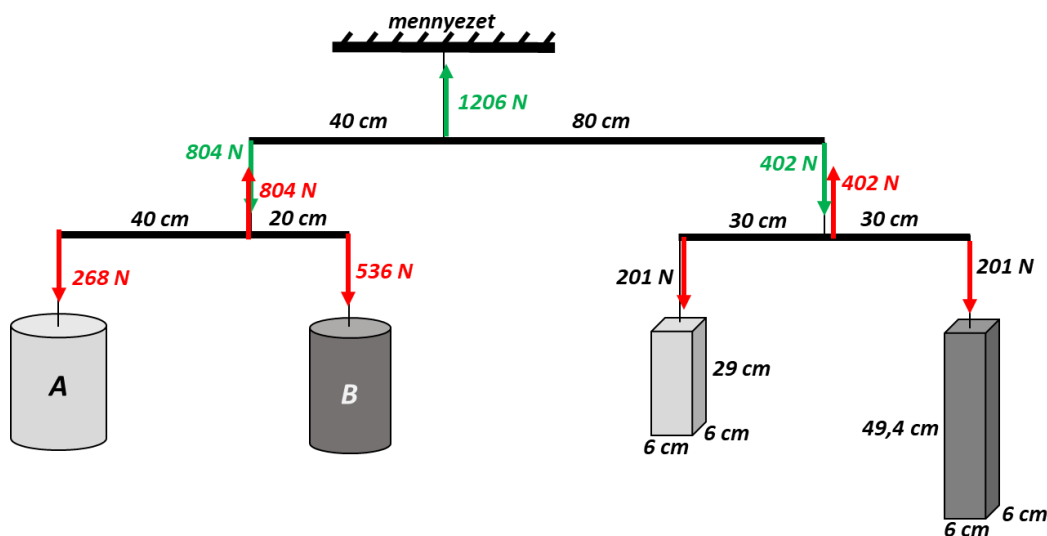
$$m_{bal} = m_{jobb} = 20,1 \text{ kg} \text{ (2 p)}$$

Ebből következően a jobb oldali négyzetes oszlop alakú test sűrűsége:

$$\rho_{jobb} = \frac{m_{jobb}}{V_{jobb}} = \frac{20,1 \text{ kg}}{0,0017784 \text{ m}^3} \approx 11302,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ (2 p)}$$

Egész számra kerekítve 11302 kg/m³ a másik négyzetes oszlop alakú test sűrűsége.

b)



A jobb oldali 60 cm hosszúságú rudat lefelé

$$m_{bal} \cdot g + m_{jobb} \cdot g = 2 \cdot 201 \text{ N} = 402 \text{ N} \text{ (2 p)}$$

nagyságú erő húzza, ezért a tartókötélnek ugyanekkora erővel kell felfelé húznia. Akkor viszont a kötelet 402 N nagyságú erő húzza lefelé, ekkora erővel húzza a kötel a 120 cm hosszúságú középső rúd jobb oldali végét lefelé. (Elfogadható, ha a versenyző azt írja, hogy a két 20,1 kg tömegű test súlya húzza lefelé a 120 cm hosszúságú középső rúd jobb oldali végét.)

A középső rúd egy kétoldalú emelőnek tekinthető: a mennyezettel összekötő kötélnak a rúdon lévő rögzítési pontjára vonatkoztatva a rúd két végére ható erők forgatónyomatékainak meg kell egyeznie.

Eszerint

$$K_{bal \text{ vég}} \cdot 40 \text{ cm} = 402 \text{ N} \cdot 80 \text{ cm}$$

vagyis

$$K_{bal \text{ vég}} = 804 \text{ N} \text{ (2 p)}$$

nagyságú erőnek kell lefelé húzni a 120 cm-es középső rúd bal oldali végét.

Ez az erő nagyságra nézve megegyezik a felfüggesztő kötélt által a bal oldalon lévő 60 cm hosszúságú rúdra kifejtett, felfelé irányuló erővel. Ez az erő viszont egyensúlyban tartja azt a rudat, amelyet a két henger alakú nehezék súlya húz lefelé. Emiatt

$$804 \text{ N} = m_A \cdot g + m_B \cdot g$$

illetve

$$80,4 \text{ kg} = m_A + m_B \text{ (2 p)}$$

Azt is tudjuk, hogy a bal oldali 60 cm hosszúságú rúd is olyan kétoldalú emelőnek tekinthető, melynek végeire ható erők forgatónyomatékai a felfüggesztő kötélt rögzítési pontjára nézve kiegyenlítik egymást. Ebből következik, hogy

$$m_A \cdot g \cdot 40 \text{ cm} = m_B \cdot g \cdot 20 \text{ cm}$$

azaz

$$2 \cdot m_A = m_B \text{ (2 p)}$$

A két összefüggésből adódik, hogy

$$80,4 \text{ kg} = m_A + 2 \cdot m_A \rightarrow m_A = \frac{80,4 \text{ kg}}{3} = 26,8 \text{ kg}$$

és

$$m_B = 2 \cdot m_A = 53,6 \text{ kg}$$

Tehát az A-val jelölt henger alakú test tömege 26,8 kg, a B-vel jelölt nehezéké pedig 53,6 kg. (2 p)

(El kell fogadni azokat a megoldásokat is, amelyek szöveges indoklás mellett a megfelelő arányokra utalva állapítják meg a helyes eredményeket.)