

1. Mit mutat a mérleg? (14 pont)

Az 50 kg tömegű Peti szeret kísérletezni. Egy alkalommal magához vette a fürdőszoba mérleget, és beszállt a liftbe. A következő kísérletekben mit mutatott a mérleg, amikor Peti rajta áll? Minden esetben dönts el, hogy az állítás mindig igaz (I), biztosan hamis (H), vagy a leírtak alapján nem dönthető el egyértelműen (ND). Válaszodat az állítás melletti cellába írhatod.

- a) A mérleg valójában a felső lapjára ható nyomóerőt méri. (I)
- b) Ha Peti az egyik lábát felemelve tartja az álló liftben, akkor a mérleg 50 kg-nál többet mutat. (H)
- c) Ha a lift mozog, akkor a mérleg nem 50 kg-ot mutat. (ND)
- d) A lefelé induló liftben a mérleg 50 kg-nál kevesebbet mutat. (I)
- e) Ha a lift állandó sebességgel mozog felfelé, akkor a mérleg 50 kg-nál többet mutat. (H)

Peti olyan eseményeken is elgondolkodott, amit kísérletileg ugyan nem tudott előidézni, mégis érdekesnek tartotta. Például mutathatna-e a mérleg 100 kg-ot?

- f) Peti szerint ez akkor következhetne be, ha a lift felfelé indulna $2g$ gyorsulással. (H)

Illetve mi történne, ha a lift tartó kötele elszakadna?

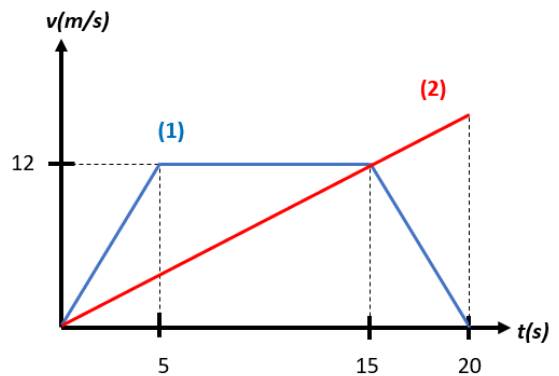
- g) Peti szerint a szabadon eső liftben a mérleg 0 kg-ot mutatna. (I)

Minden állítás megfelelő minősítése 2 pontot ér.

2. Mozgás! (14 pont)

A mellékelt grafikon két egymás mellől induló, azonos irányba haladó jármű mozgásának sebességét mutatja az eltelt idő függvényében. Az (1) jelű kismotor és a (2) jelű autó mozgását 20 s -ig vizsgáljuk.

Tanulmányozd a grafikonokat, és válaszolj a következő kérdésekre! Válaszaidat a pontozott helyekre írd, és minden esetben indokold! A kihagyott helyen számításokat is végezz!



- b) Milyen típusú mozgást végeztek a járművek?
- b) Mennyi volt az autó maximális sebessége?
- c) Mekkora volt a két jármű maximális gyorsulása?
- d) Melyik jármű tett meg több utat 20 s alatt, és mennyivel?

Megoldás:

- a) Az autó egyenletesen gyorsuló mozgást végzett. (1 pont)

A motor először egyenletesen gyorsuló, majd egyenletes, végül egyenletesen lassuló mozgást végzett. (2 pont)

b) Az autó sebessége egyenesen arányos az eltelt idővel, így a végsebessége $16 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. (2 pont)

c) A motor gyorsulása az első 5 s és az utolsó 5 s alatt egyforma: $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{s}} = 2,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Az autó gyorsulása: $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{16 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{20 \text{s}} = 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. (4 pont)

d) Az utakat vagy a görbe alatti területből, vagy az átlagsebességekből lehet kiszámolni.

$$s_1 = 2 \cdot \left(6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 5 \text{s} \right) + 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10 \text{s} = 180 \text{ m (2 pont)}$$

$$s_2 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 20 \text{s} = 160 \text{ m (2 pont)}$$

Tehát a motor 20 méterrel több utat tett meg, mint az autó. (1 pont)

3. Hangolódj rá! (19 pont)

Egy szimfonikus zenekarban a trombitások, kürtösök hangszerei sárgarézből készülnek, míg az ütős szekcióban használt cintányérok, gongok anyaga bronz. A hangszerek eltérő hangzásában kialakításuk és megszólaltatásuk módja mellett az anyaguk is fontos szerepet játszik. A sárgaréz fúvóhangszereket éles, csengő hangjukról, a bronzból készült ütőhangszereket mélyebb, telten zengő hangzásukról ismerhetjük fel.

a) A mellékelt képen látható cintányér B12-es bronzból készült, ami azt jelenti, hogy tömegének 12 %-a ón, 88 %-a réz. Milyen súlyú a két cintányér, ha elkészítésükhöz összesen 270 gramm ónt használtak fel? (A bőr kézpántok súlya a tányérok súlya mellett elhanyagolható.) Hány gramm rezet tartalmaz a két tányér összesen?



b) A sárgaréz réz és cink ötvözet: például a trombita 1,2 kg-os tömegének 80 %-a réz, a többi cink. Mekkora a trombita anyagául szolgáló sárgaréz átlagsűrűsége, ha a réz sűrűsége $8,96 \text{ g/cm}^3$, a cinké pedig 7140 kg/m^3 ?

Megoldás:

a) A két cintányér együttes tömege:

$$m_{\text{ón}} = 0,12 \cdot m_{\text{cintányér}} \rightarrow m_{\text{cintányér}} = \frac{m_{\text{ón}}}{0,12} = \frac{270 \text{ g}}{0,12} = 2250 \text{ g} = 2,25 \text{ kg}$$

A két cintányér súlya ezért

$$G_{\text{cintányér}} = m_{\text{cintányér}} \cdot g = 22,5 \text{ N}$$

(Elfogadjuk, ha a súlyerő kiszámítási formulájának feltüntetése nélkül a tömeg tízszeresét adja meg a végeredmény számértékeként, viszont a N mértékegységnek szerepelnie kell! Mértékegység hiánya pontvesztéssel jár!)

A tányérok elkészítéséhez felhasznált réz tömege:

$$m_{Cu} = 0,88 \cdot m_{cintányér} = 0,88 \cdot 2,25 \text{ kg} = 1,98 \text{ kg} = 1980 \text{ g}$$

azaz 1980 gramm rézet tartalmaznak együttesen a cintányérok. (9 pont)

b)

A trombita elkészítéséhez felhasznált réz tömege és térfogata:

$$m_{réz} = 0,8 \cdot 1,2 \text{ kg} = 0,96 \text{ kg}$$

$$V_{réz} = \frac{m_{réz}}{\rho_{réz}} = \frac{0,96 \text{ kg}}{8960 \text{ kg/m}^3} = \frac{960 \text{ g}}{8,96 \text{ g/cm}^3} = 107,14 \text{ cm}^3 = 0,00010714 \text{ m}^3$$

A trombita elkészítéséhez felhasznált cink tömege és térfogata:

$$m_{cink} = (1,2 - 0,96) \text{ kg} = 0,24 \text{ kg} = 240 \text{ g}$$

$$V_{cink} = \frac{m_{cink}}{\rho_{cink}} = \frac{0,24 \text{ kg}}{7140 \text{ kg/m}^3} = \frac{240 \text{ g}}{7,14 \text{ g/cm}^3} = 33,61 \text{ cm}^3 = 0,00003361 \text{ m}^3$$

Innen a trombita teljes térfogata:

$$V_{trombita} = V_{réz} + V_{cink} = 140,75 \text{ cm}^3$$

A trombita anyagául szolgáló sárgaréz átlagsűrűsége:

$$\rho_{sárgaréz} = \frac{m_{trombita}}{V_{trombita}} = \frac{1,2 \text{ kg}}{140,75 \text{ cm}^3} = \frac{1200 \text{ g}}{140,75 \text{ cm}^3} = 8,53 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 8525,75 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ (10 pont)}$$

4. Katasztrofális feladat (19 pont)

A Titanic 5892 tonna walesi feketeszénnel (antracittal) megrakodva indult el végzetes útjára 1912-ben az angliai Southamptonból.

a) A hajó útja New Yorkig összesen 5830 km lett volna, és hat nap volt a kihirdetett menetidő. Hány $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ volt a tervezett átlagsebesség?

b) A kazánokban elégetett szén energiájával táplálták a hajót meghajtó, összesen 37,5 MW maximális teljesítmény leadására képes gőzgépeket. Mekkora energiamennyiséget szolgáltatott óránként a kazánok, ha naponta átlagosan 600 tonna 30 MJ/kg fűtőértékű antracitot égettek el?

c) A szén elégetéséből nyert energia legfeljebb hány százalékát tudták a gőzgépek hasznosítani?

Megoldás:

a) A tervezett út átlagsebessége: $v = \frac{s}{t} = \frac{5830 \text{ km}}{6 \cdot 24 \text{ h}} = 40,5 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 11,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (5 pont)

b) A szén elégetéséből egy óra alatt felszabaduló energia:

$$Q(1 \text{ h}) = H \cdot m(1 \text{ h}) = 30 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{600000 \text{ kg}}{24} = 750000 \text{ MJ} \text{ (5 pont)}$$

c) Az előző pontbeli gondolatmenettel megkaphatjuk, hogy 1 másodperc alatt mekkora energiamennyiséget szolgáltatnak a szén elégető kazánok:

$$Q(1 \text{ s}) = \frac{Q(1 \text{ h})}{3600} = \frac{750000 \text{ MJ}}{3600} \approx 208,33 \text{ MJ} \text{ (4 pont)}$$

Mivel a gőzgépek maximális teljesítménye megmutatja, hogy 1 s alatt mekkora (hasznos) munkát képesek végezni, így tudjuk, hogy a hasznosított energiamennyiség

$$W(1 s) = P \cdot t = 37,5 \frac{\text{MJ}}{\text{s}} \cdot 1 s = 37,5 \text{ MJ} \text{ (4 pont)}$$

Ezek szerint

$$\frac{W(1 s)}{Q(1 s)} = \frac{37,5 \text{ MJ}}{208,33 \text{ MJ}} = 0,18 = 18 \% \text{ (4 pont)}$$

tehát a gőzgépek a szén elégetéséből származó energiának legfeljebb a 18 %-át tudták hasznosítani.