ELFT • HAJDÚ-BIHAR MEGYE • 30. HATVANI ISTVÁN FIZIKAVERSENY 2012/2013.

MEGOLDÁSOK

4. forduló

4.1. feladat

$v_1 = 12\ \frac{m}{s}$ $\qquad v_2 = 18\ \frac{m}{s}$ $\qquad \Delta s = 30\ m$

a) $\underline{a = ? = 3\ \frac{m}{s^2}}$ A nulla kezdősebességű egyenes vonalú egyenletes mozgásra érvényes egyik,

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

alakú összefüggés alkalmazásával:

$$\Delta s = s_2 - s_1 = \frac{v_2^2}{2a} - \frac{v_1^2}{2a} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} \longrightarrow a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2(s_2 - s_1)}\ .$$

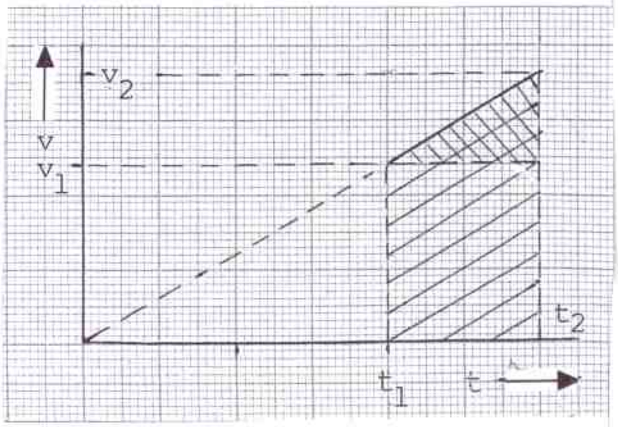
Az ismert értékekkel:

$$a = \frac{18^2\ \frac{m^2}{s^2} - 12^2\ \frac{m^2}{s^2}}{2.30\ m} = 3\ \frac{m}{s^2}\ .$$

Tehát a gépkocsi gyorsulása $3\ \frac{m}{s^2}$.

b) $\underline{\Delta t = ? = 2\ s}$ Ha arra törekszünk, hogy a megadott mennyiségekkel számítsuk ki a keresett adatot (és nem egy már korábban kiszámított mennyiséggel), akkor célszerű egy grafikus megoldást alkalmazni.

Rajzoljuk meg a mozgás v - t-diagramját!



A besatírozott terület Δs értékével egyezik meg. Ez egy derékszögű négyszög és egy derékszögű háromszög területeinek összegeként kapható:

$$\Delta s = v_1(t_2 - t_1) + \frac{v_2 - v_1}{2}(t_2 - t_1).$$

A $\Delta t = t_2 - t_1$ helyettesítéssel:

$$\Delta s = v_1 . \Delta t + \frac{v_2 - v_1}{2}\Delta t =$$

$$= \frac{v_1 + v_2}{2}\Delta t \longrightarrow \Delta t = \frac{2.\Delta s}{v_1 + v_2}\ .$$

A megadott mennyiségekkel:

$$\Delta t = \frac{2.30\ \mathrm{m}}{12\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} + 18\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 2\ \mathrm{s}\ .$$

Tehát a sebesség-növekedés 2 másodperc alatt következett be.

c) $m = 1{,}2\ \mathrm{t} = 1{,}2.10^3\ \mathrm{kg}$ $\qquad \Delta E_m = ? = 0{,}108\ \mathrm{MJ}$

A mozgási energia kiszámítására alkalmas

$$E_m = \frac{1}{2} m v^2$$

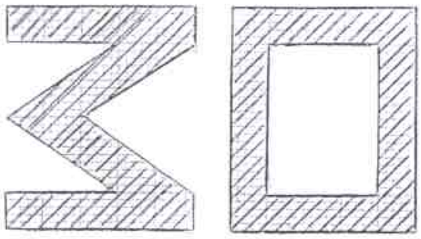
összefüggés segítségével:

$$\Delta E_m = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)\ .$$

A megadott mennyiségekkel:

$$\Delta E_m = \frac{1}{2}.1{,}2.10^3\ \mathrm{kg}(18^2\ \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2} - 12^2\ \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}) = 1{,}08.10^5\ \frac{\mathrm{kg.m}^2}{\mathrm{s}^2}(\mathrm{J})\ .$$

Tehát a mozgási energia 108 kJ-lal növekedett.



4.2.A) feladat

$h = 30\ \mathrm{m}$ $\qquad m = 100\ \mathrm{g} = 0{,}1\ \mathrm{kg}$

a) $\frac{E_m}{E_h} = 2$ $\qquad t = ? = 2\ \mathrm{s}$

t ideig tartó szabadesés után a test sebessége g.t, mozgási energiája

$$E_m = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m (g.t)^2\ .$$

Ekkor a test helyzeti energiája a mechanikai energiák megmaradási tétele alapján:

$$E_h = m g h - E_m.$$

A kezdeti feltétel figyelembe vételével:

$$\frac{E_m}{2} = m g h - E_m \longrightarrow \frac{3}{2} E_m = m g h \qquad \frac{3}{2}\cdot\frac{1}{2} m (g.t)^2 = m g h \longrightarrow t = \sqrt{\frac{4}{3}\frac{h}{g}}.$$

h ismert értékével:

$$t = \sqrt{\frac{4.30\ \mathrm{m}}{3.10\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}} = 2\ \mathrm{s}\ .$$

Tehát 2 másodperc időnek kell eltelnie.

b) $t'' = \frac{t'}{3}$

A t' esési idő:

$$h = \frac{g}{2}(t')^2 \longrightarrow t' = \sqrt{\frac{2h}{g}}\ .$$

Ismét h segítségével:

30

$$t' = \sqrt{\frac{2.30\ \text{m}}{10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 2{,}449\ \text{s}\ .$$

A test impulzusa(lendülete):

$$I = mv = mgt'' = mg\frac{t'}{3}\ .$$

Az ismert mennyiségekkel:

$$I = 0{,}1\ \text{kg}.10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.\frac{2{,}449\ \text{s}}{3} = 0{,}8163\ \frac{\text{kg.m}}{\text{s}}\ .$$

<u>Tehát a test impulzusa $816{,}3\ \frac{\text{g.m}}{\text{s}}$ vagy $81{,}63\ \frac{\text{kg.cm}}{\text{s}}$.</u>

<u>4.2.B) feladat</u>

$m_1 = 500\ \text{g} = 0{,}5\ \text{kg}$ $\qquad t_1 = 20\ ^\circ\text{C}$ $\qquad m_2 = 1{,}5\ \text{kg}$ $\qquad t_2 = 40\ ^\circ\text{C}$

$$c = 4{,}183\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg.}^\circ\text{C}} = 4{,}183.10^3\ \frac{\text{J}}{\text{kg.}^\circ\text{C}}$$

a) $\quad C = 0 \qquad \underline{\underline{t' = ? = 35\ ^\circ\text{C}}}$

A hőmérsékleti egyensúly beálltához az edényben lévő víz

$$Q_1 = cm_1(t' - t_1)$$

hőmennyiséget vesz fel, a hozzáadott víz pedig

$$Q_2 = cm_2(t_2 - t')$$

hőmennyiséget ad le. A hőmennyiségek azonos nagyságúak, ha az edény hőkapacitásától eltekinthetünk:

$$cm_1(t' - t_1) = cm_2(t_2 - t') \qquad m_1t' - m_1t_1 = m_2t_2 - m_2t' \longrightarrow t' = \frac{m_1t_1 + m_2t_2}{m_1 + m_2}\ .$$

A megadott mennyiségekkel:

$$t' = \frac{0{,}5\ \text{kg}.20\ ^\circ\text{C} + 1{,}5\ \text{kg}.40\ ^\circ\text{C}}{0{,}5\ \text{kg} + 1{,}5\ \text{kg}} = 35\ ^\circ\text{C}\ .$$

<u>Tehát a víz hőmérséklete 35 $^\circ$C fok lesz.</u>

b) $\quad C = 120\ \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}} \qquad \underline{\underline{t'' = ? = 34{,}79\ ^\circ\text{C}}}$

Az a) részhez képest annyit változik a helyzet, hogy most

$$Q_1 = (cm_1 + C)(t'' - t_1)\ .$$

Ezzel $\quad (cm_1 + C)(t'' - t_1) = cm_2(t_2 - t'')$

$$(cm_1 + C)t'' - (cm_1 + C)t_1 = cm_2t_2 - cm_2t''$$

$$(cm_1 + C + cm_2)t'' = (cm_1 + C)t_1 + cm_2t_2$$

$$t'' = \frac{c(m_1t_1 + m_2t_2) + Ct_1}{c(m_1 + m_2) + C}\ .$$

Behelyettesítéssel:

$$t'' = \frac{4,183.10^3 \frac{J}{kg.^oC}(0,5\ kg.20\ ^oC + 1,5\ kg.40\ ^oC) + 120 \frac{J}{^oC}.20\ ^oC}{4,183.10^3 \frac{J}{kg.^oC}(0,5\ kg + 1,5\ kg) + 120 \frac{J}{^oC}} = 34,79\ ^oC\ .$$

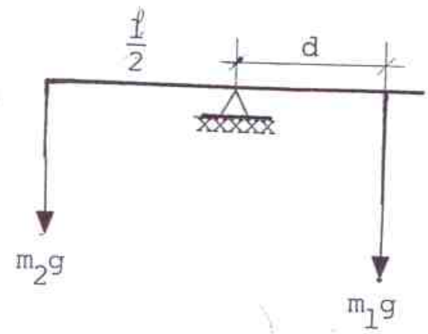
Tehát most 34,79 ^oC hőmérséklet alakul ki.

Az a) és b) feladatrész megoldásánál kapott eredményekből arra következtethetünk, hogy csak 0,6 százalékos (vagyis elhanyagolható) hibát követünk el akkor, ha a berendezés hőkapacitását nem vesszük figyelembe.

4.3.A) feladat

$\ell = 5$ m $\quad m_1 = 25$ kg $\longrightarrow$ $m_1 g = 250$ N

$d = ? = 2$ m $\quad m_2 = 20$ kg $\longrightarrow$ $m_2 g = 200$ N



a) Csak abban az esetben lehet egyensúlyban a hinta, ha Szandi ül az egyik végén. Ekkor Pista az alátámasztástól d távolságban ül, mert egyensúlyban a

$$\Sigma M = 0$$

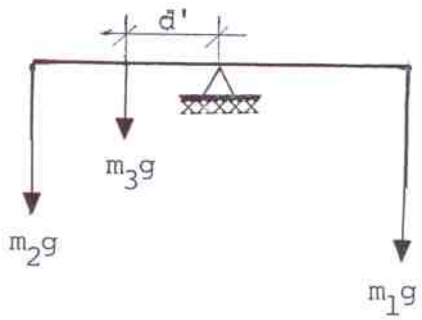
feltételnek kell teljesülnie. Az ábra segítségével:

$$m_2 g \frac{\ell}{2} - m_1 g\, d = 0 \longrightarrow d = \frac{m_2 \ell}{2 m_1} \qquad d = \frac{200\ N.5\ m}{2.250\ N} = 2\ m\ .$$

Tehát Pistának az alátámasztástól 2 méterre kell ülnie.

b) $m_3 = 10$ kg $\longrightarrow$ $m_3 g = 100$ N

$d' = ? = 1,25$ m



A megadott feltételek miatt csak az ábrán vázolt megoldás lehetséges. Ebben az esetben a

$$\Sigma M = 0$$

alapján:

$$m_2 g \frac{\ell}{2} + m_3 g\, d' - m_1 g \frac{\ell}{2} = 0$$

$$m_2 \ell + 2 m_3 d' = m_1 \ell \longrightarrow d' = \frac{(m_1 - m_2)\ell}{2 m_3}.$$

Az ismert értékekkel:

$$d' = \frac{(25\ kg - 20\ kg)5\ m}{2.10\ kg} = 1,25\ m\ .$$

Tehát Botinak a hinta Szandi-oldali részére, az alátámasztástól 1,25 méterre kell ülnie.

4.3.B) feladat

$t_1 = 18\ ^oC$ $\qquad \rho_1 = 789\ \frac{kg}{m^3}$ $\qquad \beta = 1{,}1.10^{-3}\ \frac{1}{^oC}$

$\Delta\rho\ \% = -5\ \% \longrightarrow \Delta\rho = -0{,}05\,\rho_1 \qquad \underline{\underline{\Delta t = ? = -47{,}85\ ^oC}}$

Az etilalkohol(etanol) sűrűsége a két hőmérsékleten :

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} \quad \text{és} \quad \rho_2 = \frac{m}{V_2}.$$

A térfogati hőtágulásra vonatkozó „egyszerűbb" összefüggés:

$$\Delta V = V_2 - V_1 = \beta V_1.\Delta t.$$

Δt értékét az alábbiak szerint számítjuk ki.

$\rho_2 = \rho_1 - 0{,}05\rho_1 = 0{,}95\rho_1$

$$\frac{m}{\rho_2} - \frac{m}{\rho_1} = \beta\frac{m}{\rho_1}.\Delta t \qquad \frac{1}{0{,}95\,\rho_1} - \frac{1}{\rho_1} = \beta\frac{\Delta t}{\rho_1} \qquad \frac{1}{0{,}95} - 1 = \beta.\Delta t \longrightarrow$$

$$\Delta t = \frac{0{,}05}{0{,}95\,\beta} \longrightarrow \Delta t = \frac{0{,}05}{0{,}95.1{,}1.10^{-3}\ \frac{1}{^oC}} = 47{,}85\ ^oC$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 \longrightarrow t_2 = 47{,}85\ ^oC + 18\ ^oC = 65{,}85\ ^oC.$$

<u>Tehát az etilalkohol hőmérsékletét 47,85 ^oC-kal (- 29,85 ^oC-ra) kell csökkenteni.</u>

<u>Mivel az etanol forráspontja 78,4 ^oC, ezért a melegítés során folyékony állapotban marad.</u>

3.4. feladat

a) A Nemzetközi Mértékegységrendszer (SI) igen hosszú ideig tartó tanácskozások/viták/megalkuvások eredménye. Az egész világon elhatározták alkalmazását annak ellenére, hogy igen sok országban nagyon nehéz „megszabadulni" az évszázadok során kialakult és használt egységektől. (Gondoljunk például az angol nyelvterületeken elterjedt - számunkra szokatlan és elfogadhatatlan - mértékegységekre.

Nálunk közel 40 évnek kellett eltelnie ahhoz, hogy majdnem elfelejtsük régen használt mértékrendszereinket (CGS, Műszaki és MKSA) és az azok alkalmazásakor felmerülő gondokat. Ez egyrészt a múlthoz való „görcsös" ragaszkodásunknak, másrészt talán annak is tulajdonítható, hogy az SI még nem „tökéletes". Ugyanis hiába állapít meg szabályokat (ajánl követhető utakat), maga sem tud maradéktalanul eleget tenni azoknak. A megoldás ígérete ellenére sem érthetjük meg például a tömeg gramm mértékegysége tízszeresét megadó „dag" vagy „dkg" jelöléseket. Miért jelent **öngól**-t ezen többszöröst jelölő prefixum alkalmazása?

Az SI tiltja a többszörös prefixumok (előtagok) alkalmazását! Ugyanis a dagot lehet „deci-atto-gramm"-nak, a dkg-t pedig „deci-kilo-gramm"-nak is olvasni. Vagyis a tiltás ezeknél a prefixumoknál nem teljesül!

Más a helyzet a 10^{48}-szoros, a 10^{45}-szeres, ..., a 10^{30}-szoros és a 10^{27}-szeres, valamint a 10^{-27}-szeres, a 10^{-30}-szoros, ... , a 10^{-45}-szeres, valamint a 10^{-48}-szoros alapmértékegységek prefixálására bevezetett Ya, Za, ..., Ma, Ka, valamint mo, mo(!), ... , za és ya jelű prefixumokkal. Ezek „logikája" ugyanis magyarázható „betűhiány"-nyal. Különben is nehezen hihető, hogy mindennapi alkalmazásukra sor kerül az eljövendő néhány évtizedben. Jobban tudjuk „kezelni" például a Nap tömegét $1,989.10^{30}$ kg-ként, mint 1,989 Gag (gigottagramm) alakban.

b) Az alap és kiegészítő fizikai mennyiségek mértékegységei prefixum nélküliek. Kivétel a tömeg kg mértékegysége. Hosszabb ideje próbálkoznak az 1 kg tömegértéket valahogyan elnevezni, de ez eddig nem sikerült.

c) A prefixumok (előtagok) alkalmazásával kapcsolatos előírások/ajánlások:

1. Nem lehet többszörös prefixumot alkalmazni.
2. A prefixált mértékegységek hatványkitevői az egész mértékegységre vonatkoznak.
   Például a téglalap területénél:
   $A = a.b \qquad A = 20\ \mathrm{mm}.10\ \mathrm{mm} = 200\ \mathrm{mm}^2\ [200\ (\mathrm{mm})^2$ helyett$]$.
3. Prefixummal nem lehet egyszerűsíteni.
4. Prefixálni kell a mértékegységet, ha a fizikai mennyiség számértéke 0,1-nél kisebb vagy 1000-nél nagyobb.
5. Vannak olyan mértékegységek, amelyeket nem lehet prefixálni. Az ismertebbek közül például: ^{o}C, perc, nap, fényév, hektár stb.
6. Megadhatók azon SI-beli, illetve azon SI-n kívüli mértékegységek, amelyek esetében alkalmazhatók a centi(c), deci(d), deka (da vagy dk) és hektár (ha) prefixumok. Ezek közül néhány: cℓ, cg, cm, dℓ, dm, dag (vagy dkg), hPa, valamint hℓ.
7. Folyó szövegben az alap vagy külön nevű mértékegység nevét ki kell írni! A prefixált mértékegységek nevét azonban nem. Például: „... 3 másodperc ..." (és nem „... 3 s ..."), „... 12 newton ..." (és nem „... 12 N ..."), „... 12 méter ..." (és nem „... 12 m ..."), „...35 km ..." (és nem „... 35 kilométer ..."), „... 0,1 kWh ..." (és nem „... 2 kilowattóra ..."), „... 0,1 MPa ..." (és nem „... 0,1 megapascal ..."), stb.

Megjegyzés! Az SI-vel és alkalmazásával a Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok című kiadványban találkozhatunk.

4.5. feladat

a) **Frederik Soddy** a keresett kémikus neve. Eastbourne-ben született és Brighton-ban halt meg.

b) Munkájának irányítói **Lord Ernest RUTHERFORD** és **Sir William RAMSAY** voltak.

c) A beírandó szavak: **izotóp** és **izotópia**.

Izotópoknak nevezzük az azonos Z rendszámú és eltérő A tömegszámú atomokat. Ezek a periódusos rendszer ugyanazon helyéhez tartoznak. Vannak stabil és radioaktív izotópok.

Például a hidrogén izotópjai: $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H(^{2}_{1}D)$ és $^{3}_{1}H(^{3}_{1}T)$.

Az urán izotópjai közül nagyon fontos kettő: a $^{235}_{92}U$ (ez maghasadásra képes) a $^{238}_{92}U$ (ez a természetben megtalálható egyik bomláscsalád anyaeleme).

d) **F. FAJANS** és **F. SODDY** azonos felfedezése alapján: a **Fajans-Soddy-féle eltolódási szabály** szerint a radioaktív atomok, illetve magreakciók során

- az α-részecskével bomló atommagok rendszáma 2-vel, tömegszáma 4-gyel kisebb lesz (az új atom a periódusos rendszerben 2-vel balra tolódik);
- a β^--részecskével bomló atommagok rendszáma 1-gyel nagyobb lesz, tömegszáma változatlan marad (az új atom a periódusos rendszerben 1-gyel jobbra tolódik).

Az 1932-ben felfedezett pozitron-nal (ez az elektron antirészecskéje!) bomló atommag rendszáma 1-gyel csökken, miközben rendszáma változatlan marad.

c) Eltökélt szándéka volt, hogy „iskolát" teremt! Ennek érdekében az 1920-as években még a kísérletező munkáját is abbahagyta. Elképzelése azonban nem valósulhatott meg. Talán amiatt, hogy nagyon zárkózott ember volt. Nemcsak kémiával, hanem közgazdaságtannal is foglalkozott, sőt még politizált is. (Ilyen témájú könyvei is megjelentek.) Munka- és kutatótársait nem tudta meggyőzni elképzeléseiről, így jobbnak látta, ha visszavonul.

d) **IMRE Lajos**-ról, az egykori Kossuth Lajos Tudományegyetem Fizikai-Kémiai Tanszékének professzoráról és az Izotóplaboratórium vezetőjéről van szó. Radiokémikusként az oldatokban rendkívül kis mennyiségben (koncentrációban) előforduló radioaktív izotópok adszorpcióval történő kinyerésével és elválasztásával foglalkozott. Kiemelkedő munkát végzett a standardizálás területén. Elég nehéz körülmények között sikerült Magyarországon az első radiokémiai iskolát megteremtenie.

4.6. feladat

a) Az elektromos energia továbbítása távvezetékeken történik. Téves szóhasználat ebben az esetben a „szállítás"!

b) $Q = 1{,}8.10^6\,\mathrm{kWh} = 1{,}8.10^6\,\mathrm{kWh}.10^3\,\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{kW}}.3{,}6.10^3\,\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{h}} = 6{,}48.10^{12}\,\mathrm{Ws(J)}$

$L_o = 335\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg}} = 3{,}35.10^5\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}}$ $\quad$ $\underline{\underline{m = ? = 1{,}934.10^7\,\mathrm{kg}}}$

A $Q = mL_o$ összefüggés felhasználásával:

$$m = \frac{Q}{L_o} \longrightarrow m = \frac{6{,}48.10^{12}\,\mathrm{J}}{3{,}35.10^5\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}}} = 1{,}934.10^7\,\mathrm{kg}\,.$$

Tehát a jelzett villamos energia 19,34 Gg jeget olvasztana meg.

c) $A = 1\,\mathrm{ha} = 1.10^4\,\mathrm{m}^2$ $\quad \rho = 0{,}92\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} = 920\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$ $\quad$ $\underline{\underline{h = ? = 2{,}103\,\mathrm{m}}}$

Mivel $m = \rho V$ és $V = A.h$, ezért

$$h = \frac{m}{\rho A} \longrightarrow h = \frac{1{,}934.10^7\,\mathrm{kg}}{920\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}.10^4\,\mathrm{m}^2} = 2{,}103\,\mathrm{m}\,.$$

Tehát a jégtömb 2,103 méter magas oszlop lenne.

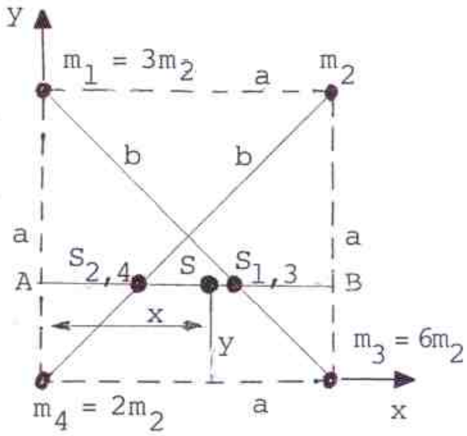
4.7.A) feladat

$a = 30\ \text{cm} = 0{,}3\ \text{m}$ $\quad m_1 = 0{,}3\ \text{kg}$ $\quad m_2 = 0{,}1\ \text{kg}$ $\quad m_3 = 0{,}6\ \text{kg}$

$m_4 = 0{,}4\ \text{kg}$ $\quad \underline{S(x;y) = ? = S(17{,}5\ \text{cm};10\ \text{cm})}$

A megoldás során támaszkodhatunk korábbi feladataink megoldásainál ajánlott lehetőségek valamelyikére!

Célszerű előbb két-két tömegpont alkotta egyszerűbb rendszer tömegközéppontjait meghatározni. Több lehetőség közül leginkább az m_1 és m_3, valamint az m_2 és m_4 párokkal érdemes foglalkozni. Az újabb tömegközéppontok a négyzet átlóit éppen harmadolják, az alsó két tömegtől $b = \frac{\sqrt{2}}{3}a$ távolságra vannak. Mivel az $S_{1,3}$ pontban 0,9 kg és az $S_{2,4}$ pontban 0,3 kg tömeg van, ezért közös tömegközéppontjuk (az eredeti tömegeloszlás S tömegközéppontja) az őket összekötő egyenes szakaszt $\frac{1}{4}$ és $\frac{3}{4}$ részre tagolja.



Az ábra alapján a következőket kapjuk.

$$\overline{AS_{2,4}} = \frac{a}{3} \qquad \overline{BS_{1,3}} = \frac{a}{3} \longrightarrow \overline{S_{1,3}S_{2,4}} = \frac{a}{3} \qquad x = \overline{AS_{2,4}} + \frac{3}{4}\cdot\overline{S_{1,3}S_{2,4}} =$$

$$= \frac{a}{3} + \frac{3}{4}\cdot\frac{a}{3} = \frac{7}{12}a \longrightarrow x = \frac{7}{12}\cdot 0{,}3\ \text{m} = 0{,}175\ \text{m}\ .$$

Az y koordináta a párhuzamos szelők tétele alapján:

$$y = \frac{a}{3} \longrightarrow y = \frac{0{,}3\ \text{m}}{3} = 0{,}1\ \text{m}\ .$$

Tehát a tömegközéppont koordinátái 17,5 cm és 10 cm nagyságúak.

4.7.B) feladat

Izotermikus állapotváltozás:

$$\Delta U = 0 \qquad 0 = Q + W \qquad Q = -W \quad \text{vagy} \quad -Q = W \qquad \frac{W}{Q} = \pm 1\ .$$

Ekkor a felvett vagy a leadott hőmennyiség megegyezik a rendszer által a környezeten végzett munkával, vagy a környezet által a rendszeren végzett munkával.

Izochor állapotváltozás:

Ebben az esetben $\Delta V = 0$ miatt $W = 0$ és $\frac{W}{Q} = 0$.

Adiabatikus állapotváltozás:

Mivel ekkor $Q = 0$, ezért $\frac{W}{Q} \longrightarrow \infty$.

Izobár állapotváltozás:

A $W = nR.\Delta T$ és $Q = \frac{f+2}{2}nR.\Delta T$ összefüggések felhasználásával:

$$\frac{W}{Q} = \frac{2}{f+2}\ .$$

Mivel $f > 0$, ezért

$$\frac{W}{Q} < 1\ .$$

<u>Tehát izotermikus állapotváltozás során végez legnagyobb munkát a gáz a felvett hőmennyiség rovására.</u>

Megjegyzés. Adiabatikus állapotváltozáskor értelmetlen a $\frac{W}{Q}$ hányadosról beszélni, mivel ebben a folyamatban nincs hőcsere a gáz és a környezete között.

Hasonló a helyzet az izochor állapotváltozásnál, mivel térfogatváltozás hiányában nincs térfogati munkavégzés.

<u>4.8.A) feladat</u>

$D_1 = 150\ \frac{N}{m}$ $\quad D_2 = 300\ \frac{N}{m}$ $\quad D_3 = 900\ \frac{N}{m}$ $\quad m = 6\ kg \longrightarrow mg = 60\ N$

$\Delta l = 20\ cm = 0{,}2\ m$

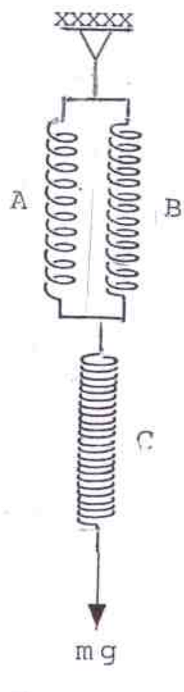
Az összekapcsolt csavarrugók eredő direkciós erejét az összekapcsolt elektromos kapacitások eredő kapacitása kiszámításához hasonlóan kapjuk!

A csavarrugók olyan kapcsolását kell alkalmaznunk, amelyhez

$$D = \frac{mg}{\Delta l} \longrightarrow D = \frac{60\ N}{0{,}2\ m} = 300\ \frac{N}{m}$$

eredő direkciós erő tartozik. (A feladat szövegezése alapján „összekapcsolt"-ak a csavarrugók, így nem lehet megoldás csak a 2. rugó alkalmazása!)

Nem megoldás a <u>párhuzamos kapcsolás</u>, mert



$$D = D_1 + D_2 + D_3 = 1350\ \frac{N}{m}\ .$$

Hasonlóan nem jó a <u>soros kapcsolás</u> sem, mert

$$D = D_1 \times D_2 \times D_3 < 150\ \frac{N}{m}\ .$$

Vagyis <u>vegyesen</u> kell a csavarrugókat kapcsolni!

Három lehetőség kínálkozik. Közülük azt a lehetőséget kizárhatjuk, amelynél C helyzetben az 1. csavarrugó található. Ekkor ugyanis $D \leqslant 150\ \frac{N}{m}$). Emiatt két lehetőség marad.

Az egyik lehetőség: $D' = (D_1 + D_3) \times D_2$

$$D' = 1050\ \frac{N}{m} \times 300\ \frac{N}{m} = \frac{1}{1350\ \frac{N}{m}}\left(1050\ \frac{N}{m} . 300\ \frac{N}{m}\right) < 300\ \frac{N}{m}\ .$$

Ez a „lehetőség" nem megoldás!

A másik lehetőség: $D'' = (D_1 + D_2) \times D_3$

$$D'' = \left(150\ \frac{N}{m} + 300\ \frac{N}{m}\right) \times 900\ \frac{N}{m} = 450\ \frac{N}{m} \times 900\ \frac{N}{m} = \frac{450\ \frac{N}{m} . 900\ \frac{N}{m}}{450\ \frac{N}{m} + 900\ \frac{N}{m}} = 300\ \frac{N}{m}\ .$$

Ez a megoldás!

<u>Tehát az 1. és a 2. csavarrugót párhuzamosan, ehhez pedig a 3. csavarrugót sorosan kell kapcsolni.</u>