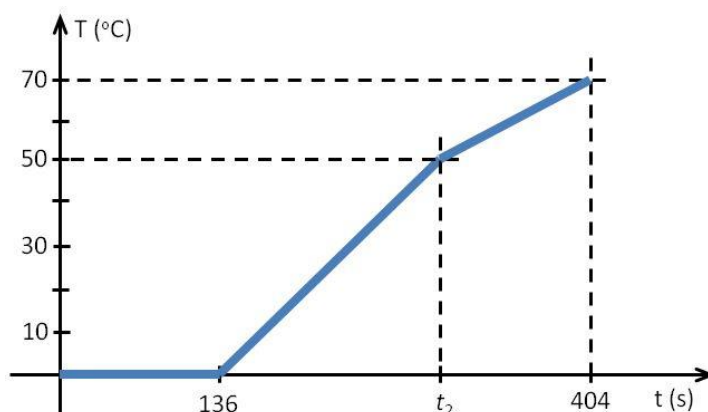


I. Mi mindenről árulkodik egy grafikon?

1. Két fűtőfokozatra beállítható vízforraló kancsó tartályában már hosszabb ideje azonos tömegű víz és jég keveréke volt. A forralót bekapcsolása után egy darabig 500 W-os teljesítménnyel üzemeltették, majd a t_2 időpillanattól a másik fűtőfokozatot beállítva folytatták a melegítést. A tartályban lévő keverék hőmérséklete a mellékelt grafikon szerint alakult a bekapcsolástól eltelt idő függvényében. (A forraló tartályának fala jó hőszigetelő, tehát a fűtőspirál által leadott hő teljes egészében a tartályban lévő keveréket melegítette.) A víz fajhője $4200 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$, a jég olvadáshője 340 kJ/kg (12 pont)



A. A melegítő bekapcsolása után miért csak 136 s elteltével kezdett el emelkedni a keverék hőmérséklete?

Ennyi idő kellett az összes jég megolvadásához. (2 pont)

B. Mekkora volt a melegítés megkezdése előtt a jég és a víz tömege külön-külön?

A 136 s alatt felvett hő: $Q = L_o \cdot m_{jég} = P \cdot t_1$, amiből $m_{jég} = \frac{P \cdot t_1}{L_o} = \frac{500 \cdot 136}{340000} = 0,2 \text{ kg}$.
 $m_{jég} = m_{víz} = 200 \text{ g}$ (3 pont)

C. A melegítés megkezdésétől számítva mennyi idő múlva állították át a forralót a másik fűtőfokozatra, azaz, mekkora a t_2 ?

$t_2 - 136 \text{ s} = \Delta t_2$ idő alatt a 400 g víz 50 fokkal felmelegszik: $P \cdot \Delta t_2 = c_{víz} \cdot m_{víz} \cdot \Delta T_2$, amiből $\Delta t_2 = \frac{c_{víz} \cdot m_{víz} \cdot \Delta T_2}{P} = \frac{4200 \cdot 0,4 \cdot 50}{500} = 168 \text{ s}$, így $t_2 = 304 \text{ s}$. (4 pont)

D. Mekkora teljesítménnyel üzemelt a melegítő készülék a $t_2 - 404 \text{ s}$ közötti időtartamban?

$\Delta t_3 = 100 \text{ s}$. $P' \cdot \Delta t_3 = c_{víz} \cdot m_{víz} \cdot \Delta T_3$, amiből $P' = \frac{c_{víz} \cdot m_{víz} \cdot \Delta T_3}{\Delta t_3} = \frac{4200 \cdot 0,4 \cdot 20}{100} = 336 \text{ W}$. (3 pont)

II. Igaz-hamis feladatok

Döntsd el és válaszolj, hogy az alábbiakban *dőlt betűvel szedett* állítások közül melyik igaz, és melyik hamis! A döntésedet írd a megfelelő pontozott vonal elé! Ha szükséges, a rendelkezésedre álló területen végezz számításokat! Mindig indokold a döntésedet!

2. „Aki nem dolgozik, ne is egyék?”

Ha a közmondást szó szerint értelmeznénk, nagy baj lenne! Egy 14 éves gyermek szervezetének fenntartásához minimálisan szükséges energiát, amit táplálékkal kell magához vennie, a következő módon lehet kiszámítani:

$$E_{\text{minimális}} = (15 \times \text{a testtömeg kilogrammban} + 496) \text{ kalória}$$

(1 kilokalória=1 kcal= 4187 J, az energia régebbi mértékegysége, ma már az SI által nem megengedett a használata.) (10 pont)

A. Ha egy 45 kg tömegű, 14 éves gyermek egész nap nem csinál semmit, szervezete pusztán az életben maradáshoz (kerekítve) 4903 kJ energiát igényel.

B. Minden ember naponta a lélegzése során átlagosan 400 ml vizet párologtat el a tüdőben, és ez bizony - amellet, hogy a kilélegzett folyadékot pótolni kell - energiavesztést jelent a szervezet számára.

Mivel a víz párolgáshője a 36 °C-os testhőmérsékleten 2415 kJ/kg, a 45 kg tömegű gyermek napi minimális energia-felvételének körülbelül 2 százaléka fordítódik a légzéshez kapcsolódó párologtatás energiaigényének fedezésére.

C. A 45 kg tömegű gyermek a napi minimális energiaszükségletének megfelelő energia árán egy 50 kg tömegű súlyzót több, mint 6500-szor tudna egyenletesen 1,5 m magasságba felemelni.

D. Egy 40 tonna össztömegű kamionra csúszva fékezés esetén 320000 N nagyságú súrlódási erőt fejt ki a száraz aszfalt útfelület.

A 45 kg tömegű gyermek napi minimális energiaszükségletének megfelelő energia árán 17 m távolságon lehetne egyenletesen vontatni a befékezett kerekekkel csúszó, 40 tonnás kamiont.

E. Ha úgy tekintjük, hogy a 45 kg tömegű gyermek a minimális szükségletének fedezetét felvett energiát a nap folyamán teljes egészében hő formájában leadja, akkor átlagos hőleadási teljesítménye körülbelül 56,75 W.

Megoldás:

A. **Igaz**, mert $(15 \times 45 \text{ kg} + 496) \text{ kalória} = 1171 \text{ kalória} = 4902977 \text{ J} = 4903 \text{ kJ}$ **2 pont**

B. **Hamis**. A 0,4 kg tömegű (400 ml) víz elpárologtatásának energiaszükséglete: $Q_p = L_p \cdot m = 966 \text{ kJ}$. A 45 kg tömegű gyermek minimális energia-felvétele $E_{\text{minimális}} = 4903 \text{ kJ}$. Vagyis $Q_p/E = 0,197$, azaz kb. 20 %-a fordítódik a felvett tápanyag energiájának a tüdőben végbemenő párologtatás energiaigényének fedezésére. **2 pont**

C. **Igaz**. Egy felemelés során végzett munka: $W = m \cdot g \cdot h = 500 \text{ N} \cdot 1,5 \text{ m} = 750 \text{ J}$, ezért $E_{\text{minimális}}/W = 6537,3$. **2 pont**

D. **Hamis**. A kamion 17 m-en keresztül történő egyenletes vontatásához szükséges munka, mivel a húzóerőnek egyenlő nagyságúnak kell lennie a súrlódási erővel: $W = F_s \cdot s = 5440 \text{ kJ}$. A kamiont csak $E_{\text{minimális}}/F_s = 15,3 \text{ m}$ távolságon lehetne vontatni a rendelkezésre álló energia felhasználásával. **2 pont**

E. **Igaz**. $P_{\text{átlagos}} = E_{\text{minimális}}/\Delta t$, ahol $\Delta t = 24 \cdot 60 \cdot 60 = 86400 \text{ s}$. Ezért $P_{\text{átlagos}} = 56,75 \text{ W}$. **2 pont**

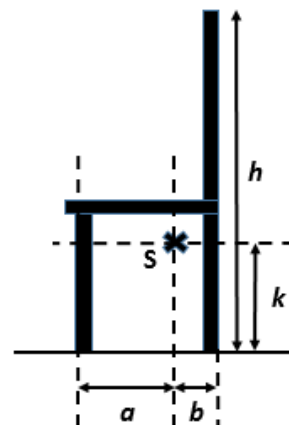
3. Az ábrán egy négylábú szék oldalnézeti képe látható. A szék tömege 8 kg, súlypontja (tömegközéppontja, ami a nehézségi erő támadáspontja) S. Minden székláb egy-egy 2 cm oldalhosszúságú négyzetes felületen érintkezik a talajjal. Az ábrán jelölt távolságok: $a = 30 \text{ cm}$, $b = 10 \text{ cm}$, $k = 40 \text{ cm}$, $h = 1 \text{ m}$. (12 pont)

A. Mindegyik székláb alatt egyforma a talajra nehezedő nyomás. (Hamis)

A hátsók alatt nagyobb, az elsők alatt kisebb. (3 pont)

B. A szék súlyából származó átlagos nyomás 5 Pa. (Hamis)

$$p = \frac{m \cdot g}{4 \cdot x^2} = \frac{80}{4 \cdot 0,02^2} = 50 \text{ kPa. (3 pont)}$$



A széket vízszintes irányú, a támla felső pontjában ható erővel akarjuk felbillenteni először hátrafelé, majd előre.

C. A hátrafelé billentéshez kisebb erő szükséges. (Igaz)

A hátsó alsó pontra nézve kisebb a nehézségi erő karja, így kisebb a forgató hatása. (2 pont)

D. A hátrafelé, illetve előre történő felbillentéshez szükséges két erő nagyságának különbsége 16 N. (Igaz)

Először a forgatónyomatékok egyensúlya: $80(\text{N}) \cdot 10(\text{cm}) = F_1 \cdot 100(\text{cm})$, amiből $F_1 = 8 \text{ N}$.

Hasonlóan adódik, hogy előre billentéskor $F_2 = 24 \text{ N}$, különbségük 16 N. (4 pont)

III. Számításos feladatok

4. Legyen világosság!

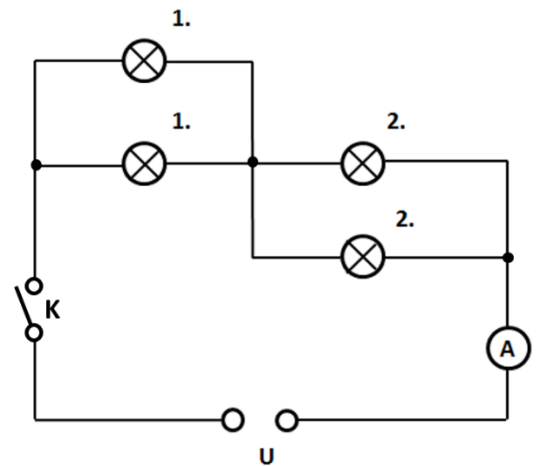
Az $U = 24 \text{ V}$ feszültséget szolgáltató áramforrásra négy izzólámpát kapcsoltunk a mellékelt ábra szerint. A 2. számmal jelölt két egyforma izzó üzemi feszültségéről tudjuk, hogy 6 V .

a) Mekkora lehet az 1. számmal jelzett két, ugyancsak egyforma izzó üzemi feszültsége, ha a K kapcsoló zárása után az áramkörben lévő izzók mindegyike üzemszerűen (ideális teljesítménnyel, fényerővel) világít?

b) Számítsd ki a kétféle izzó elektromos ellenállását, ha az áramkörben levő áramerősség-mérő műszer 500 mA erősségű áramot mutat!

c) Öt perces működés alatt hány kJ elektromos munkát végez az áramforrás?

d) Mi történne a többi izzóval, ha az 1. számmal jelölt izzók közül az egyik kiégne? (15 pont)



Megoldás:

a) 18 V (2 pont)

b) $I_2 = I_1 = 0,25 \text{ A}$, ezért $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 72 \Omega$, illetve $R_2 = \frac{U_2}{I_2} = 24 \Omega$. (5 pont)

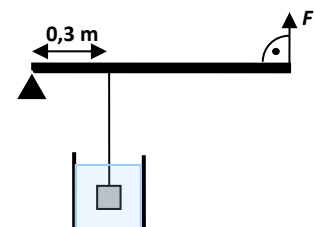
c) $P_{\text{összes}} = 2 \cdot P_1 + 2 \cdot P_2 = 12 \text{ W}$, így $W(5 \text{ min}) = P_{\text{összes}} \cdot t = 3,6 \text{ kJ}$. (4 pont)

d) A másik 1. számú izzóra a teljes U feszültség $\frac{72}{12+72} = \frac{6}{7}$ -ed része jut, ami $20,57 \text{ V}$, míg a 2. számú izzókra a maradék $3,43 \text{ V}$ jut. Ezért ezek elhalványulnak, míg a maradék 1. számú az üzemszerűnél erősebben világít, de valószínűleg hamar kiég, így megszakad az áramkör. (4 pont)

5. Maradjunk egyensúlyban!

A 3 kg tömegű, 1 m hosszú, homogén tömegeloszlású, állandó keresztmetszetű rúd egyik végét alátámasztjuk. A rúdra, az ábrának megfelelően, egy 27 kg töme-

gű, $\rho_{\text{Al}} = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ sűrűségű alumíniumhasábot akasztunk fonál segítségével. A



hasábot, az alatta elhelyezett edényben lévő víz teljesen ellepi ($\rho_{\text{víz}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$).

- a) Mekkora erő feszíti a hasábot tartó fonalat?
b) Mekkora annak az F erőnek a nagysága, amellyel a rudat vízszintes helyzetben, egyensúlyban tarthatjuk?
c) Mekkora és milyen irányú erő hat az alátámasztásra? (15 pont)

Megoldás:

a) A hasábra a $G_{\text{Al}} = m_{\text{Al}} \cdot g = 27 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 270 \text{ N}$ gravitációs erő, a víz által rá kifejtett

$$F_{\text{fel}} = \rho_{\text{víz}} \cdot V \cdot g = \rho_{\text{víz}} \cdot \frac{m_{\text{Al}}}{\rho_{\text{Al}}} \cdot g = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{27 \text{ kg}}{2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 100 \text{ N}$$
 nagyságú felhajtóerő és a fonalat feszítő K

erő hat. Mivel a hasáb egyensúlyban van, így a ráható erők eredője zérus. Tehát a K fonálerő nagysága:

$$K = G_{\text{Al}} - F_{\text{fel}} = 270 \text{ N} - 100 \text{ N} = 170 \text{ N} . (6 \text{ pont})$$

b) A rúdra négy erő hat. A rúd középpontjában támadó $G_{\text{rúd}} = m_{\text{rúd}} \cdot g = 3 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 30 \text{ N}$ nagyságú gravitációs

erő, a fonál által kifejtett $K = 170 \text{ N}$ nagyságú fonálerő, az F erő és az alátámasztásnál támadó $F_{\text{alá}}$ erő. Az alátá-

masztáson átmenő tengelyre felírt forgatónyomatékokra fennáll, hogy $K \cdot 0,3 \text{ m} + G_{\text{rúd}} \cdot 0,5 \text{ m} = F \cdot 1 \text{ m}$. Tehát a

keresett erő nagysága: $F = 170 \text{ N} \cdot 0,3 + 30 \text{ N} \cdot 0,5 = 66 \text{ N}$. (6 pont)

c) Az alátámasztásra ható $F_{\text{alá}}$ erő függőlegesen lefelé mutat és a nagysága:

$$F_{\text{alá}} = G_{\text{rúd}} + K - F = 30 \text{ N} + 170 \text{ N} - 66 \text{ N} = 134 \text{ N} . (3 \text{ pont})$$