1. Egyik végén zárt, 1 dm^2 keresztmetszetű hengerben lévő, jól záró dugattyú 7 dm hosszúságú levegőoszlopot zár el. A dugattyút benyomjuk annyira, hogy a nyomó- erő elérje a 400 N értéket. Az összenyomás során a gáz hőmérséklete nem változik meg, a külső légnyomás 10^5 Pa.
a) Mekkora nyomást fejtünk ki a gázra?
b) Mekkora ekkor a gáz nyomása?
c) Mekkora lesz a gáz térfogata?
(Összesen :5 pont +7 pont +6 pont= 18 pont)
(2005. május)

Megoldás:

***a)** A nyomóerőből adódó nyomás meghatározása*

Átváltás — ***1 pont***

$A = 1\ \mathrm{dm}^2 = 0{,}01\ \mathrm{m}^2$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{400\ \mathrm{N}}{0{,}01\ \mathrm{m}^2} = 4\cdot 10^4\ \mathrm{Pa}$$ ***2+1+1 pont***

***b)** A nyomás meghatározása*

A kezdeti nyomás megegyezik a légnyomással. — ***2 pont***

$p_1 = 10^5$ Pa

(Ha egyértelmű, hogy a vizsgázó kezdeti nyomásként a légnyomás értékét használja, a 2 pont megadható.)

A gáz új nyomása:

$p_2 = p_1 + p$ — ***2 pont***

$p_2 = 10^5\ \mathrm{Pa} + 4\cdot 10^4\ \mathrm{Pa} =$ — ***1 pont***

$= 1{,}4\cdot 10^5$ Pa vagy $14\cdot 10^4$ Pa — ***2 pont***

(A mértékegység elhagyásáért 1 pontot le kell vonni.)

***c)** A térfogat meghatározása*

T = áll. miatt használható a Boyle-Mariotte-törvény. — ***1 pont***

(Ha a vizsgázó a későbbiekben a Boyle-Mariotte-törvényt használja, az 1 pont megadható „T = áll." felírása nélkül is.)

$V_1 = 7\ \mathrm{dm}^3$ — ***1 pont***

$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ — ***1 pont***

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{10^5\cdot 7}{14\cdot 10^4} = 5\ \mathrm{dm}^3$$ ***1+1+1 pont***

(Ha a vizsgázó új nyomásként a nyomóerőből eredő nyomást használja, a behelyettesítésre és az eredményre nem adható pont.)

Összesen — **18 pont**

2. **Egy termoszban 0,5 liter 25 °C-os üdítő van. Hány gramm –10 °C-os jeget tegyünk az üdítőbe, ha azt szeretnénk, hogy a közös hőmérséklet kialakulása után 10 °C-os folyadékot kapjunk? (A hőveszteségek és a termosz hőfelvétele elhanyagolható. A jég fajhője 2,1 kJ/kg·°C, olvadáshője 335 kJ/kg, a víz és az üdítő fajhője 4,2 kJ/kg·°C, az üdítő sűrűsége 1000 kg/m³ .)** (2005. május)

Megoldás:

Adatok: $V_ü = 0{,}5\ \text{dm}^3$, $t_ü = 25\ °\text{C}$, $t_j = -10\ °\text{C}$, $t_k = 10\ °\text{C}$, $c_j = 2{,}1\ \text{kJ/kg}\cdot °\text{C}$, $L_o = 335\ \text{kJ/kg}$, $c_v = c_ü = 4{,}2\ \text{kJ/kg}\cdot °\text{C}$, $\rho_ü = 1000\ \text{kg/m}^3$.

Az üdítő tömegének megadása:

1 pont

$$m_ü = \rho_ü V_ü = 1000\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\cdot 0{,}5\cdot 10^{-3}\,\text{m}^3 = 0{,}5\,\text{kg}$$

Az üdítő energiaváltozásának meghatározása:

$$\Delta E_ü = c_ü m_ü (t_k - t_ü)$$

2 pont

$$\Delta E_ü = 4{,}2\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot °\text{C}}\cdot 0{,}5\,\text{kg}\cdot(10\ °\text{C} - 25\ °\text{C}) = -31{,}5\,\text{kJ}$$

1 pont

($Q_{le} = 31{,}5\ \text{kJ}$ válasz is elfogadható)

Az energiamegmaradás megfogalmazása az üdítő-jég rendszerre:

$\Delta E_j + \Delta E_ü = 0$, vagy $Q_{le} = Q_{fel}$ stb.

3 pont

A jég energiaváltozásának meghatározása:

$$\Delta E_j = -\Delta E_ü = 31{,}5\,\text{kJ}$$

1 pont

A jég energiaváltozásának felírása a hőmérséklet-változások segítségével:

3x2 pont

$\Delta E_j = c_j m_j (t_o - t_j) + L_o m_j + c_v m_j (t_k - t_o)$, ahol $t_o = 0\ °\text{C}$ a jég olvadáspontja. (Tagonként 2 pont adható.)

A jég tömegének meghatározása:

$$m_j = \frac{\Delta E_j}{c_j(t_o - t_j) + L_o + c_v(t_k - t_o)}$$

2 pont

$$m_j = \frac{31{,}5\,\text{kJ}}{2{,}1\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot{}^\circ\text{C}}\cdot\left[0\,{}^\circ\text{C}-(-10\,{}^\circ\text{C})\right]+335\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}+4{,}2\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot{}^\circ\text{C}}\cdot\left[10\,{}^\circ\text{C}-0\,{}^\circ\text{C})\right]} = 0{,}0791\,\text{kg} = 79{,}1\,\text{g}$$

2 pont

Összesen **18 pont**

3. Egy PB-gázzal működő átfolyós vízmelegítő óránként 66 liter 15 °C-os vizet 40 °C-ra melegít fel. Ehhez 0,79 m^3 gázt használ fel. A PB-gáz égéshője 49,6 kg MJ , sűrűsége 2,17 kg/m^3 . A víz fajhője 4200 J/ kg ·° C .
Számolja ki a készülék hatásfokát!
(Befektetett hőnek a gáz égetéséből nyert hőt tekintjük.)
(2007. október)

Megoldás:

A hatásfok meghatározása:

2 pont

$\eta = \frac{Q_{hasznos}}{Q_{befektetett}}$, ahol $Q_{hasznos}$ a víz melegítéséhez szükséges hőt jelenti.
(Ha $Q_{hasznos}$ meghatározása hiányzik, de a megoldásból egyértelműen kiderül a jelentése, akkor a 2 pont megadandó.)

A választott időegység (pl. 1 óra) alatt felhasznált $Q_{hasznos}$ kiszámítása:

Az 1 óra alatt felmelegített víz tömege $m = 66$ kg

1 pont

$Q_h = c \cdot m \cdot \Delta t$

2 pont

$$Q_h = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}} \cdot 66\,\text{kg} \cdot 25\,°\text{C} = 6{,}93\,\text{MJ}$$

3 pont (bontható)

A választott időegység alatt befektetett hő kiszámítása:

Az 1 óra alatt elégetett gáz tömege $m = \rho \cdot V$

2 pont

$$m = 2{,}17 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0{,}79\,\text{m}^3 = 1{,}71\,\text{kg}$$

1 pont

$Q_b = L \cdot m$

2 pont

$$Q_b = 49{,}6 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot 1{,}71\,\text{kg} = 85\,\text{MJ}$$

1 pont

A hatásfok kiszámítása:

2 pont

$\eta = 0{,}082 = 8{,}2\,\% \approx 8\%$

(A százalékos alak nem szükséges. A menet közben alkalmazott helyes kerekítésekből adódó végeredmény-eltérés nem tekinthető hibának.)

Összesen: 16 pont

4. Egy hőszigetelt edénybe 5 kg tömegű, 20 °C hőmérsékletű vizet, valamint 1 kg tömegű, 0 °C hőmérsékletű jeget helyezünk. Az edény hőkapacitása elhanyagolható. a) Mekkora lesz a közös hőmérséklet az egyensúly beállta után? b) Mennyit változott az edényben lévő anyag (jég és víz) össztérfogata a folyamat során? (A víz sűrűségének hőmérsékletfüggését hanyagoljuk el!) c) Mekkora tömegű jeget kellett volna a 20 fokos vízbe tenni kezdetben, hogy a hőmérsékleti egyensúly beállta után csak nulla fokos vizünk legyen?

Adatok:

$$\rho_{jég} = 920\,\frac{kg}{m^3},\ \rho_{víz} = 1000\,\frac{kg}{m^3},\ c_{víz} = 4200\,\frac{J}{kg\,°C},\ L_o = 334\,000\,\frac{J}{kg}$$

(2008. május)

Megoldás:

Adatok: $m_{víz} = 5\ kg$, $m_{jég} = 1\ kg$, $\rho_{jég} = 920\,\frac{kg}{m^3}$, $\rho_{víz} = 1000\,\frac{kg}{m^3}$, $c_{víz} = 4200\,\frac{J}{kg\,°C}$,

$L_o = 334000\,\frac{J}{kg}$, $t_{jég} = 0\ °C$, $t_{víz} = 20\ °C$

a) A hőátadás egyenletének felírása:

4 pont

$$m_{jég} \cdot L_o + m_{jég} \cdot c_{víz} \cdot t_{közös} = m_{víz} \cdot c_{víz} \cdot (t_{víz} - t_{közös})$$

Rendezés és a keresett hőmérséklet kiszámítása:

2 + 1 pont

$$t_{közös} = \frac{m_{víz} \cdot c_{víz} \cdot t_{víz} - m_{jég} \cdot L_o}{(m_{jég} + m_{víz}) \cdot c_{víz}} \Rightarrow t_{közös} = 3{,}4\ °C$$

b) Az edényben lévő anyag kiinduló térfogatának felírása és kiszámítása:

1 + 1 pont

$$V_0 = \frac{m_{víz}}{\rho_{víz}} + \frac{m_{jég}}{\rho_{jég}} = 6087\ cm^3$$

Az edényben lévő anyag végső térfogatának felírása és kiszámítása:

1 + 1 pont

$$V = \frac{m_{víz} + m_{jég}}{\rho_{víz}} = 6000\ cm^3$$

A térfogatváltozás kiszámítása:

1 pont

$\Delta V = -87\,\text{cm}^3 \approx -90\,\text{cm}^3$

(Előjeltől függetlenül az 1 pont megadható.)

c) *A hőátadás egyenletének felírása a második esetben:*

2 pont

$m_{2\,\text{jég}} \cdot L_o = m_{\text{víz}} \cdot c_{\text{víz}} \cdot t_{\text{víz}}$

A jég tömegének kiszámítása:

2 pont

$m_{2\,\text{jég}} = 1{,}25\,\text{kg}$

Összesen 16 pont

5. **Egy 800 W teljesítményű melegítő eszköz 13 perc alatt melegít fel 1,5 liter vizet 20 ^{o}C- ról 90 ^{o}C-ra.**
a) Mennyi hőt vesz fel a víz?
b) Határozza meg a melegítés hatásfokát! (A víz fajhője c = 4,2 kJ/kg·K, sűrűsége ρ = 1000 kg/m^3 .) (2006. május id.)

Megoldás:

1. feladat

Adatok: $P = 800$ W , $t = 13$ perc, $V = 1{,}5$ dm^3, $T_1 = 20$ °C, $T_2 = 90$ °C, $c = 4{,}2$ kJ/kg·°C, $\rho = 1000$ kg/m^3.

a)

A víz tömegének meghatározása:

$$m = \rho V = 1000\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\cdot 1{,}5\cdot 10^{-3}\,\text{m}^3 = 1{,}5\,\text{kg}$$

1 pont

(Az egy pont a számítás leírása nélkül is megadható.)

A víz által felvett hő meghatározása:

$$Q = cm\Delta T = cm(T_2 - T_1)$$

2 pont

$$Q = 4200\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot{}^{\circ}\text{C}}\cdot 1{,}5\,\text{kg}\cdot(90\,{}^{\circ}\text{C} - 20\,{}^{\circ}\text{C}) = 441\,000\,\text{J}$$

2 pont

b)

A melegítő eszköz által leadott hő meghatározása:

$$Q_a = Pt$$

2 pont

$$Q_a = 800\,\text{W}\cdot 13\cdot 60\,\text{s} = 624000\,\text{J}$$

2 pont

A melegítés hatásfokának meghatározása:

$$\eta = \frac{Q}{Q_a}\cdot 100\,\%$$

2 pont

$$\eta = \frac{441000\,\text{J}}{624000\,\text{J}}\cdot 100\,\% = 70{,}7\,\%$$

1 pont

(Az előző két alkérdésben a maximális pontszám akkor is megadható, ha a vizsgázó a százalék helyett tizedes törtet használ.)

Összesen **12 pont**

6. **Egy l = 30 cm hosszú, A = 0,5 cm^2 keresztmetszetű alumínium rúddal Q = 5 kJ energiát közlünk. Hány fokos lesz a rúd hőmérséklete, ha kezdetben t = 18 ºC volt? Mennyit változik a melegítés során a rúd belső energiája? Az alumínium fajhője: c = 900 J/kg·ºC; az alumínium sűrűsége 2700 kg/m^3.** (2008. október)

Megoldás:

Adatok: $l = 30\,\text{cm}$, $A = 0{,}5\,\text{cm}^2$, $Q = 5\,\text{kJ}$, $c = 900\,\text{J/kg K}$, $\rho = 2700\,\text{kg/m}^3$

A hőfelvételre vonatkozó összefüggés felírása:

2 pont

$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$

A rúd tömegének felírása a rúd jellemző adataival:

1 pont

$m = \rho \cdot l \cdot A$

A mértékegységek helyes használata, a tömeg kiszámítása:

2+1 pont

$m = \rho \cdot l \cdot A = 0{,}04\,\text{kg}$

A hőmérsékletváltozás megadása, egyenletrendezés és számítás:

1+1+1 pont

$$\Delta t = \frac{Q}{C \cdot m} = 137\ °\text{C}$$

A rúd végső hőmérsékletének megadása a hőmérséklet-változás alapján:

1 pont

$T_v = T_0 + \Delta T = 155\ °\text{C}$

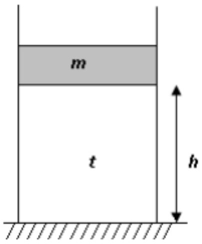
A belső energia megváltozásának megadása:

1+1 pont

$\Delta E = Q = 5\,\text{kJ}$

Összesen: 12 pont

7. **Az ábrán látható függőleges hengerben egy súrlódás nélkül mozgó dugattyú levegőt zár be. A dugattyú tömege m =10 kg , felülete A = 20 cm^2 , a levegőoszlop magassága h =10 cm , hőmérséklete t =20 ^{o}C , a külső légnyomás 10^5 Pa. Mekkora a bezárt levegő sűrűsége és tömege? (A megoldás során akár a levegő normálállapothoz tartozó sűrűsége ρ_0=1,29kg/m^3 , akár a levegő átlagos moláris tömege M = 29 g/mol felhasználható.)**



(2009. május)

Megoldás:

Adatok: $m = 10\,\mathrm{kg}$, $A = 20\,\mathrm{cm}^2$, $h = 10\,\mathrm{cm}$, $t = 20\,^\circ\mathrm{C}$, $\rho_0 = 1{,}29\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$

A bezárt gáz térfogatának felírása és kiszámítása:

1 + 1 pont

$V = h \cdot A = 200\,\mathrm{cm}^3$

A bezárt gáz nyomásának felírása és kiszámítása:

4 + 1 pont

$$p = p_{külső} + \frac{m \cdot g}{A} = 1{,}5 \cdot 10^5\,\mathrm{Pa}$$

(Ha a vizsgázó a külső légnyomással nem számol, két pontot kell levonni.)

I. változat

Az egyesített gáztörvény alkalmazása:

3 pont

$$\frac{p \cdot V}{T} = \frac{p_0 \cdot V_0}{T_0}$$

(A teljes pontszám csak akkor adható meg, ha a megoldásból (itt, vagy később) egyértelműen kiderül, hogy a normál állapothoz viszonyít a vizsgázó. Ha csak általánosságban írja fel a törvényt, akkor két pont adható.)

A normál állapothoz tartozó értékek felírása:

1 + 1 pont

$p_0 = 10\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}^2}$, $T_0 = 273\,\mathrm{K}$

V_0 meghatározása:

2 pont

$V_0 = 280\,\mathrm{cm}^3$

m meghatározása:

2 pont

$m = V_0 \cdot \rho_0 = 0{,}36\,\mathrm{g}$

ρ meghatározása:

2 pont

$$\rho = \frac{m}{V} = 1{,}8\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$$

II. változat

Az állapotegyenlet felírása:

5 pont

$$PV = \frac{m}{M}RT$$

A tömegre vonatkozó egyenlet rendezése, a tömeg kiszámítása:

2 + 2 pont

$$m = \frac{PVM}{RT} = 0{,}36g$$

ρ meghatározása:

2 pont

$$\rho = \frac{m}{V} = 1{,}8\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$$

Összesen 18 pont

8. **Egy 1200 W névleges (elektromos) teljesítményű mikrohullámú sütőben 1 kg tömegű, –10 ºC-os jeget, valamint 1 kg tömegű, 20 ºC-os vizet melegítünk. A jég és víz külön edényben van. A melegítés során a sugárzás 20%-át nyeli el a jég, 80%-át pedig a víz. A mikrohullámú sütő hatásfoka 60%.**
a) Mennyi ideig tart, amíg a jég olvadásnak indul?
b) Hány fokos lesz ekkor a víz?

$(c_{víz} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C},\ c_{jég} = 2100 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})$

(2009. október)

Megoldás:

Adatok: $m_{jég} = m_{víz} = 1\,kg$, $t_{jég} = -10^\circ C$, $t_{víz} = 20^\circ C$, $C_{víz} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$, $C_{jég} = 2100 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$, $P_{el} = 1200\,W$, $\eta = 60\%$

a) *A hasznos teljesítmény felírása és kiszámítása:*

1 + 1 pont

$P_{hasznos} = \eta \cdot P_{el} = 720\,W$

A jeget, illetve a vizet melegítő teljesítmény kiszámítása:

1 + 1 pont

A hasznos teljesítmény 80%-a a vizet, 20%-a pedig a jeget melegíti.
$P_{víz} = 0{,}8 \cdot P_{hasznos} = 576\,W$, $P_{jég} = 0{,}2 \cdot P_{hasznos} = 144\,W$

A jég hőmérséklet-változásának felírása:

2 pont

A jeget az olvadáspontig kell felmelegíteni, azaz $t'_{jég} = 0\ ^\circ C$.
(Amennyiben ez explicit módon nincs felírva, de később az energiaátadás egyenletéből egyértelműen kiderül, a teljes pontszám jár!)

Az energiaátadás felírása:

3 pont
(bontható)

$Q_{jég} = W_{el}$ (1 pont)
(A jég melegítéséhez szükséges hőt a jégre jutó elektromos munka fedezi.)
$C_{jég} \cdot m_{jég} \cdot (t'_{jég} - t_{jég}) = P_{jég} \cdot \Delta t$ (1 + 1 pont)
(Ez az alak magában foglalja az energiamérleget is, ezért, ha csak ez szerepel, a 3 pont megadandó.)

A melegítéshez szükséges idő kiszámítása:

3 pont
(bontható)

$$\Delta t = \frac{C_{jég} \cdot m_{jég} \cdot (t'_{jég} - t_{jég})}{P_{jég}} = 146\,s$$

(A keresett mennyiség kifejezése képlettel nem követelmény, amennyiben a számítás és az abból következő számszerű érték helyes, a teljes pontszám jár.)

b) *Az energiaátadás felírása és a víz végső hőmérsékletének kiszámítása:*

2 + 3 pont
(bontható)

Energiamérleg felírása: $C_{víz} \cdot m_{víz} \cdot (t'_{víz} - t_{víz}) = P_{víz} \cdot \Delta t$ (1 + 1 pont)

rendezés, számítás: $t'_{víz} = t_{víz} + \frac{P_{víz} \cdot \Delta t}{C_{víz} \cdot m_{víz}} = 40\ ^\circ C$ (2 + 1 pont)

(Ha a vizsgázó az a) pontban hibás értéket kap, és ezzel számol, de további hibát nem követ el, a 3 pont megadandó.)

Összesen 17 pont

9. Egy 300 gramm súlyú, 20 °C hőmérsékletű cumisüvegbe 200 gramm 10 °C-os tejet öntünk és a cumisüveget betesszük egy elektromos bébiétel-melegítőbe. A cumisüveget és a tejet a melegítő 38 °C-ra melegíti.
a) Mennyi hőt közölt a melegítő a cumisüveggel és a tejjel összesen?
b) Mennyi ideig tartott a tejet fölmelegíteni, ha a melegítő hasznos teljesítménye 90 W?
c) Mekkora lesz a hőveszteség a melegítés során, ha a melegítő névleges teljesítménye 120 W?

Adatok: a tej fajhője $c_{tej} = 4000\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot°\mathrm{C}}$, az üveg fajhője $c_{üveg} = 840\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot°\mathrm{C}}$

(2012. május id)

Megoldás:

Adatok: $m_{üveg} = 300$ g, $T_{üveg} = 20$ °C, $m_{tej} = 200$ g, $T_{tej} = 10$ °C, $T_{közös} = 38$ °C,

$c_{tej} = 4000\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot°\mathrm{C}}$, $c_{üveg} = 840\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot°\mathrm{C}}$, $P_{hasznos} = 90$ W, $P_{névleges} = 120$ W.

a) *A tej, illetve a cumisüveg hőmérsékletváltozásának megadása:*

1 + 1 pont

$\Delta T_{tej} = T_{közös} - T_{tej} = 28\,°\mathrm{C}$, $\Delta T_{üveg} = T_{közös} - T_{üveg} = 18\,°\mathrm{C}$ (A hőmérséklet-változásokat nem szükséges külön felírni, amennyiben a vizsgázó később a hőátadás számításánál helyes értékekkel számol, a teljes pontszám jár.)

A melegítő hőátadásának felírása és kiszámítása:

4 + 2 pont (bontható)

$Q = m_{tej}\cdot c_{tej}\cdot \Delta T_{tej} + m_{üveg}\cdot c_{üveg}\cdot \Delta T_{üveg}$ (a két tag felírása 1 + 1 pont),

amiből $Q = 27$ kJ (behelyettesítés a két tagba: 1 + 1 pont, számítás: 2 pont).

b) *A melegítés idejének felírása és kiszámítása:*

3 + 2 pont (bontható)

Mivel az átadott hő $Q = P_{hasznos}\cdot t$ (2 pont), ezért

$t = \frac{Q}{P_{hasznos}} = 300\ s = 5\ perc$ (rendezés + számítás: 1 + 2 pont).

c) *A hőveszteség felírása és kiszámítása:*

2 + 2 pont (bontható)

Mivel a melegítő névleges teljesítménye $P_{névleges} = P_{hasznos} + P_{veszteség}$ (1 pont),

a hőveszteség $Q_{veszteség} = P_{veszteség}\cdot t = 9\ kJ$ (felírás és számítás: 1 + 2 pont)

<u>vagy:</u>

Mivel a melegítő névleges teljesítménye 120 W, a teljes energiafelhasználás

$Q_{teljes} = P_{névleges}\cdot t = 36\ kJ$ (felírás és számítás: 1 + 1 pont),

amiből $Q_{veszteség} = Q_{teljes} - Q = 9$ kJ (felírás és számítás: 1 + 1 pont).

Összesen 17 pont

10. Egy parabolatükrös napkályhában szeretnénk teát főzni. A napkályhánk egy 1,4 m átmérőjű parabolatükör, amely, ha a Nap felé fordítjuk, a felületére eső napsugarakat egy, a fókuszpontjába helyezett, feketére festett, a ráeső sugárzást jól elnyelő, 0,3 kg tömegű alumínium lábosra tükrözi. A napsugárzás intenzitása merőleges besugárzás esetén 750 W/m^2 . A lábos hűlésétől eltekinthetünk! Mennyi idő alatt forr fel a kezdetben 15 °C hőmérsékletű 1,2 liter forrásvíz, ha a napkályha hatásfoka 85%?

A víz fajhője 4200 $\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot{}^\circ\text{C}}$, az alumínium fajhője 900 $\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot{}^\circ\text{C}}$.

(2012. október)

Megoldás:

Adatok: $C_{víz} = 4200\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot{}^\circ\text{C}}$, $C_{Al} = 900\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot{}^\circ\text{C}}$, $m_{lábos} = 0{,}3$ kg, $V_{víz} = 1{,}2$ liter, $T_{víz} = 15$°C,
$d = 1{,}4$ m , $P_{Nap} = 750$ W/m^2, $\eta = 85$ %

A víz felforralásához szükséges hőmérséklet-változás megadása:

1 pont

$\Delta T = 85\,{}^\circ C$

A víz felmelegítéséhez szükséges hőmennyiség felírása és kiszámítása:

2 + 1 pont

$Q_{víz} = c_{víz}\cdot\Delta T\cdot m_{víz} = 428400\ \text{J}$

A lábos felmelegítéséhez szükséges hőmennyiség felírása és kiszámítása:

2 + 1 pont

$Q_{Al} = c_{Al}\cdot\Delta T\cdot m_{lábos} = 22950\ \text{J}$

A kályha felvett teljesítményének kiszámítása:

7 pont
(bontható)

A tükör felülete: $A_{tükör} = \left(\frac{d}{2}\right)^2\cdot\pi = 1{,}54\ \text{m}^2$ (1 pont)

A kályha felvett teljesítménye: $P_{felvett} = A_{tükör}\cdot P_{Nap} = 1{,}54\ m^2\cdot 750\frac{W}{m^2} = 1155\ W$
(képlet és számítás 3 + 1 pont)

A kályha hasznos teljesítményének kiszámítása:
$P_{hasznos} = P_{felvett}\cdot\eta = 1155\ \text{W}\cdot 0{,}85 = 981{,}75\ \text{W}$ (képlet és számítás 1+1 pont)

A víz felmelegítéséhez szükséges idő megadása:

3 pont
(bontható)

$t = \frac{Q_{víz}+Q_{lábos}}{P_{hasznos}} = \frac{451350\ \text{J}}{981{,}75\ \text{W}} = 459{,}7\ \text{s} \approx 460\text{s} = 7$ perc 40 másodperc
(Képlet és számítás 2 + 1 pont. A percekre való áttérés nélkül is teljes pontszám jár.)

Összesen 17 pont

11. Egy 78 kg tömegű jégtábla leszakad egy 0 °C hőmérsékletű gleccserről, és egy fjord szintén 0 °C hőmérsékletű vizében úszik. A víz fölött lévő részét a nappali órákban átlagosan 400 W/m^2 teljesítménnyel süti a Nap. Körülbelül hány nap alatt olvad el az úszó jégtábla fele, ha a víz feletti részének felülete végig 0,5 m^2 , a jég a ráeső napsugárzás 25%-át nyeli el, és naponta közelítőleg 12 órán keresztül süt a Nap?

(A folyamat során végig derült időt, 0 °C hőmérsékletű levegőt feltételezzünk. A jég olvadáshője 334 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.)

(2013. május id.)

Megoldás:

Adatok: $m = 78$ kg, $A_{jég} = 0{,}5$ m^2, $L = 334$ kJ/kg, $P_{Nap} = 400$ W/m^2, $\eta = 25\%$

A jégtábla felének megolvasztásához szükséges energiamennyiség felírása és kiszámítása:

2 + 2 pont

$E = \frac{m}{2} \cdot L = 13\,206\ \text{kJ}$ (képlet + számítás, 2 + 2 pont)

Annak felírása és kiszámítása, hogy a Nap átlagosan mekkora teljesítménnyel melegíti a jégtáblát:

6 pont
(bontható)

A jégtábla felületére beeső átlagos teljesítmény:
$P_{beeső} = P_{Nap} \cdot A_{jég} = 200\ \text{W}$ (képlet + számítás, 2 + 1 pont)

Tehát a jégtáblát melegítő átlagos teljesítmény:
$P_{melegítés} = P_{beeső} \cdot \eta = 50\ \text{W}$ (képlet + számítás, 2 + 1 pont)

A jég felének megolvasztásához szükséges idő felírása és kiszámítása:

5 pont
(bontható)

$t = \frac{E}{P_{melegítés}} = 260\,520\ \text{s}$ (képlet + számítás, 2 + 1 pont)

Tekintve hogy a Nap csak 12 órán át süt naponta, ez az idő:

$t = 260\,520\ \text{s} \cdot \frac{1\ \text{nap}}{12 \cdot 3600\ \text{s}} = 6{,}03\ \text{nap} \approx 6\ \text{nap}$ alatt olvad el a jégtábla fele. (2 pont)

Összesen 15 pont

12. Az utasszállító repülők utasterében a külső légnyomástól függetlenül biztosítani kell a megfelelő légnyomást a repülés alatt. Egy Boeing 747 felszállásakor a repülőtéren $1{,}01 \cdot 10^5$ Pa nyomás uralkodott, a külső és a belső hőmérséklet egyaránt 25 °C volt. Repülés közben 11 000 méter magasságban a külső légnyomás már csak $2{,}5 \cdot 10^4$ Pa, a külső hőmérséklet −60 °C. Az utastérben a hőmérsékletet 25 °C értéken tartják, a légnyomást pedig $0{,}76 \cdot 10^5$ Pa értékre állítják be.

a) Hány kg levegő távozik a 875 m³ térfogatú utastérből, mire a repülőgép eléri a 11 000 méteres utazómagasságot?

b) Mekkora erő terheli 11 km magasságban a 25 cm széles, 40 cm magas ablakokat?

$R = 8{,}31 \dfrac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol \cdot K}}$, a levegő moláris tömege 29 g/mol, az ablakokat tekintsük téglalap alakúnak.

(2013. október)

Megoldás:

Adatok: $p_0 = 1{,}01 \cdot 10^5$ Pa, $p_1 = 0{,}76 \cdot 10^5$ Pa, $p_{külső} = 2{,}5 \cdot 10^4$ Pa, $V = 875\ \mathrm{m}^3$, $m_{ablak} = 50$ cm, $sz_{ablak} = 30$ cm, $t = 25$ °C, $R = 8{,}31 \dfrac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol \cdot K}}$, $M = 29$ g/mol.

a) A repülőtéren lévő repülőgép utasterében található levegő tömegének kiszámítása:

6 pont (bontható)

Az általános gáztörvényt felírva: $p \cdot V = \dfrac{m}{M} R \cdot T$ (2 pont), amiből

$m = \dfrac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot T}$ (rendezés 1 pont), tehát

$m_0 = \dfrac{p_0 \cdot V \cdot M}{R \cdot T} = \dfrac{1{,}01 \cdot 10^5 \cdot 875 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot 298}\ \mathrm{kg} = 1035\ \mathrm{kg}$ (behelyettesítés és számítás, 1 + 2 pont)

Az utazómagasságban lévő repülőgép utasterében található levegő tömegének kiszámítása:

3 pont (bontható)

$m_1 = \dfrac{p_1 \cdot V \cdot M}{R \cdot T} = \dfrac{0{,}76 \cdot 10^5 \cdot 875 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot 298}\ \mathrm{kg} = 779\ \mathrm{kg}$

(behelyettesítés és számítás, 1 + 2 pont)

Az utastérből eltávozott levegő tömegének meghatározása:

1 pont

$m_{ki} = 256$ kg.

b) Az ablakot terhelő erő felírása és kiszámítása:

5 pont (bontható)

$F = A \cdot p$ (1 pont)

A nyomáskülönbség miatt $F_e = A \cdot (p_1 - p_{külső})$ (2 pont),

amiből $F = 0{,}25\mathrm{m} \cdot 0{,}4\mathrm{m} \cdot (0{,}76 - 0{,}25) \cdot 10^5\ \mathrm{Pa} = 5100\ \mathrm{N}$

(behelyettesítés és számítás, 1 + 1 pont)

Összesen 15 pont

13. Egy száraz levegőjű szaunában a levegő 100 °C-os. Az izzadás segítségével azonban szervezetünk belső hőmérsékletét gyakorlatilag állandó, 37 °C-os értéken tudjuk tartani. Egy hosszabb szaunázás közben egy 80 kg tömegű ember teste kb. 200 g 37 °C-os vizet párologtatott el.
a) Mennyivel emelkedne a fent említett szaunázó ember átlagos testhőmérséklete, ha nem izzadna? Sokszor úgy növelik a hőérzetet, hogy emelik a levegő páratartalmát. Ehhez vizet locsolnak forró lávakövekre.
b) Tegyük fel, hogy egy edényben 5 kg 500 °C-os lávakő van. Átlagosan mennyivel hűl le a kő, ha negyed liter 40 °C-os vizet öntünk rá, ami mind elforr? (A kőre öntött víz nagyon gyorsan felmelegszik és elforr, a melegedés közbeni párolgása elhanyagolható. A levegőt tekintsük eközben végig 100 °C hőmérsékletűnek.)

Számításainkhoz használjuk a következő kerekített értékeket: Az emberi test átlagos fajhője $3000\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}$, a testhőmérsékletű víz párolgáshője 2420 kJ/kg, a víz forráshője 100 °C-on 2260 kJ/kg.

A lávakő fajhője $870\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}$, a víz fajhője $4180\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}$, a víz sűrűsége $1\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{liter}}$.

(2014. május)

Megoldás:

Adatok: $m_1 = 200$ g, $m_2 = 80$ kg, $m_{kő} = 5$ kg, $T_{víz} = 40$ °C, $T_{kő} = 500$ °C, $c_{test} = 3000\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}$, $c_{kő} = 870\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}$, $c_{víz} = 4180\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{K}}$, $L_f = 2260$ kJ/kg, $L_p = 2420$ kJ/kg, $\rho_{víz} = 1$ kg/liter, $V = 0{,}25$ l.

a) Az izzadság elpárologtatáshoz szükséges hőmennyiség felírása és kiszámítása:

2 + 1 pont

$$Q_1 = m_1 \cdot L_p = 484\ \mathrm{kJ}.$$

Annak megadása, hogy ennyi hő mennyivel emelné az emberi test hőmérsékletét:

4 pont
(bontható)

$\Delta T = \frac{Q_1}{m_2 \cdot c_{test}} \approx 2\ °\mathrm{C}$ (képlet + számítás, 2 + 2 pont).

b) A víz felmelegítéséhez és elforralásához szükséges hőmennyiség megadása:

6 pont
(bontható)

$$Q_2 = \rho_{víz} \cdot V \cdot c_{víz} \cdot (100\ °\mathrm{C} - 40\ °\mathrm{C}) + \rho_{víz} \cdot V \cdot L_f = 62{,}7\ \mathrm{kJ} + 565\ \mathrm{kJ} = 627{,}7\ \mathrm{kJ}$$

(képlet + számítás, 4 + 2 pont. Amennyiben a vizsgázó a víz száz fokra melegítéséhez szükséges energiával nem számol, két pontot kell levonni.)

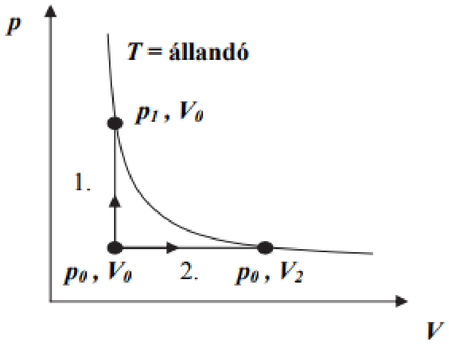
A lávakő átlagos hőmérséklet-csökkenésének felírása és kiszámítása:

1 + 1 pont

$$\Delta T' = \frac{Q_2}{m_{kő} \cdot c_{kő}} = 144\ °\mathrm{C}.$$

Összesen 15 pont

14. Egy bezárt gázt azonos kezdőállapotból kétféle végállapotba juttattunk el. Tudjuk, hogy az első (1-es számú) állapotváltozás során Q_1 = 900 J hőt közöltünk a gázzal. $p_0 = 2 \cdot 10^5$ Pa, $V_0 = 2$ dm^3, $V_2 = 5$ dm^3



a) Mennyivel változott meg a gáz belső energiája az 1. és a 2. folyamatban?
b) Mennyi hőt vett fel a gáz a 2. folyamatban?
(2014. május id.)
Megoldás:

Adatok: $p_0 = 2 \cdot 10^5$ Pa, $V_0 = 2$ dm^3, $V_2 = 5$ dm^3, $Q_1 = 900$ J.

a) *Az 1. folyamat elemzése és az energiaváltozás meghatározása:* ***1 + 1 + 1 pont***

Az 1. folyamat izochor, tehát $W_1 = 0$, így $\Delta E_1 = Q_1 = 900$ J

Az energiaváltozás meghatározása a 2. folyamatban:

$\Delta T_1 = \Delta T_2$ ***1 pont***

$\Delta E_1 = \Delta E_2$ ***2 pont***

Indoklás: ***1 pont***

A belső energia változása csak a kezdeti és végső hőmérséklettől függ.
(A pontszám megadható akkor is, ha a vizsgázó az azonos hőmérsékletváltozással **indokolja** az azonos energiaváltozást részletesebb kifejtés nélkül, azaz legalább egy kötőszóval jelzi, hogy az első állítás következménye a második.)

b) *A 2. folyamat elemzése:* ***1 + 2 pont***

Az 2. folyamat izobar, így $\Delta E_2 = Q_2 + W_2$

A munkavégzés felírása és kiszámítása: ***2 + 1 pont***

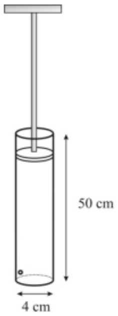
$W_2 = -p \cdot \Delta V = -p_0 \cdot (V_2 - V_1) = -600$ J
(Hibás előjel-értelmezés esetén csak 1 pont adható! A „600 J munkát végzett a gáz" megfogalmazást helyes előjel-értelmezésnek kell tekinteni. Ha a következő lépésben a számolás helyes előjellel történik, a pontszám visszamenőleg megadható.)

A hőközlés kiszámítása: ***2 pont***

$Q_2 = \Delta E_2 - W_2 = Q_1 - W_2 = 1500$ J

Összesen 15 pont

15. **Egy pumpa hengerének magassága 50 cm, átmérője 4 cm. Pumpálás közben a dugattyút felhúzva kívülről 20 °C hőmérsékletű, 10^5 Pa nyomású levegőt szívunk a kezdetben üres hengerbe. A dugattyút lefelé mozgatva a hengerben hirtelen összepréseljük a levegőt, ennek következtében az felmelegszik. A henger alján a szelep akkor nyit ki, amikor a bezárt levegő nyomása eléri a $2{,}75\cdot10^5$ Pa értéket. Ekkor a pumpában lévő levegő hőmérséklete 60 °C. Milyen magasan áll a dugattyú a hengerben, amikor a szelep kinyit?**



(2014. október)

Megoldás:

Adatok: h = 50 cm, D = 4 cm, T_1 = 20 °C, T_2 = 60 °C, $p_1 = 10^5$ Pa, $p_2 = 2{,}75\cdot10^5$ Pa

Az eredeti térfogat felírása és meghatározása:

2 + 1 pont

$$V_1 = A\cdot h = \pi\left(\frac{D}{2}\right)^2\cdot h = 628\ \text{cm}^3$$

A Kelvinben mért kezdeti és véghőmérséklet megadása:

1 + 1 pont

$T_1 = 293\ \text{K}$ $T_2 = 333\ \text{K}$

Az általános gáztörvény felírása az állapotváltozásra:

3 pont

$$\frac{p_1\cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2\cdot V_2}{T_2}$$

A gáz térfogatának meghatározása abban az időpillanatban, amikor kinyit a szelep:

4 pont
(bontható)

$$V_2 = \frac{p_1\cdot V_1}{T_1}\cdot\frac{T_2}{p_2} = \frac{10^5\ \text{Pa}\cdot 333\ \text{K}\cdot 628\ \text{cm}^3}{2{,}75\cdot10^5\ \text{Pa}\cdot 293\ \text{K}} = 260\ \text{cm}^3$$

(rendezés + behelyettesítés + számítás, 2 + 1 + 1 pont)

A dugattyú helyzetének felírása és kiszámítása:

2 + 1 pont

$$h' = \frac{V_2}{A} = 20{,}7\ \text{cm}$$

(A feladat a V_1 és V_2 térfogatok kiszámítása nélkül is megoldható, a D kiesik a paraméteres megoldásból. Helyes megoldás esetén természetesen ezen térfogatok megadása nélkül is megadandó a teljes pontszám.)

Összesen 15 pont

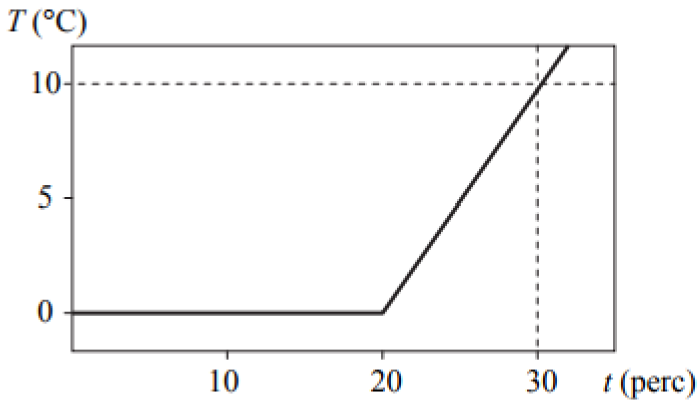
16. Egy hőszigetelt edényben (kaloriméterben) jég és víz keveréke található. A jég-víz keverék össztömege 1 kg. A t = 0 időpillanatban egy elektromos fűtőszállal melegíteni kezdjük az edényben található keveréket. Az alábbi grafikon mutatja az edény tartalmának hőmérsékletét az eltelt idő függvényében.

a) A grafikon segítségével határozza meg azt az időpontot, amikor a kaloriméterben lévő jég teljes egészében elolvadt! Állítását indokolja!

b) A grafikon t = 20 perc és t = 30 perc közötti szakaszának felhasználásával határozza meg a fűtőszál teljesítményét!

c) Hány kilogramm víz volt az edényben a t = 0 időpillanatban?

(A víz fajhője cvíz =4200 J/ kg· K, a jég olvadáshője Ljég =334kJ/kg , a kaloriméter hőkapacitása elhanyagolható.)



(2015. május id.)

Megoldás:

Adatok: $c_{víz} = 4200\,\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$, $L_{jég} = 334\,\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$, $m = 1$ kg.

a) A keresett időpont meghatározása és megfelelő indoklása:

2 + 2 pont

$t_1 = 20\,\text{perc}$, mivel ekkor kezd emelkedni a víz hőmérséklete.

b) A fűtőszál teljesítményének meghatározása:

5 pont
(bontható)

Mivel a megadott időtartam alatt a víz hőmérséklet-változása $\Delta T = 10\,°\text{C}$ (1 pont),
a vízzel közölt hő $Q_1 = c_{víz}\cdot m\cdot\Delta T = 42000\,\text{J}$ (képlet + számítás: 1 + 1 pont),
amiből a keresett teljesítmény $P = \frac{Q}{\Delta t} = 70$ W (képlet + számítás: 1 + 1 pont).

c) A kaloriméterben lévő kezdeti vízmennyiség meghatározása:

6 pont
(bontható)

Az első 20 perc alatt a fűtőszál által leadott hő:
$Q_2 = P\cdot\Delta t_2 = 84\,\text{kJ}$ (képlet + számítás: 1 + 1 pont),

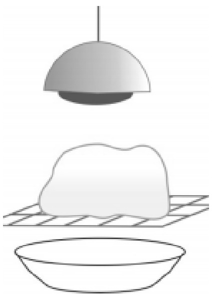
Mivel ez éppen megolvasztja a jeget, ami kezdetben a kaloriméterben volt,
$m_{jég} = \frac{Q_2}{L_{jég}} = 0{,}25$ kg (képlet + számítás: 1 + 1 pont).

Tehát kezdetben $m_{víz} = 1\,\text{kg} - m_{jég} = 0{,}75$ kg (képlet + számítás: 1 + 1 pont).

Összesen 15 pont

17. Egy −12 °C hőmérsékletű jégtömböt a 20 °C hőmérsékletű szobában egy rácsra helyezünk. A rács alá egy tálat teszünk, hogy felfogja az elolvadó jégtömbről lecsöpögő vizet. A jégtömb olvadását egy 500 watt névleges teljesítményű infralámpával gyorsítjuk. A lámpa elektromos hálózatból felvett teljesítményének átlagosan 25%-a fordítódik a jég melegítésére. Elegendő-e a rács alá egy 1,5 liter űrtartalmú tálat tenni, ha a jégtömb két óra alatt olvad el teljesen?

A jég fajhője $c_{jég} = 2{,}1 \dfrac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$; a jég olvadáshője $L_{jég} = 335 \dfrac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.



(2015. október)

Megoldás:

Adatok: $T_0 = -12$ °C, $\Delta t = 2$ h, $P = 500$ W, $\eta = 0{,}25$, $c_{jég} = 2{,}1 \dfrac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$, $L_{jég} = 335 \dfrac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

Az infralámpa által a jégnek átadott hőmennyiség felírása és kiszámítása:

5 pont
(bontható)

A lámpa névleges teljesítményének, a melegítés hatásfokának és idejének felhasználásával:

$Q = P \cdot \Delta t \cdot \eta = 0{,}5 \dfrac{\text{kJ}}{\text{s}} \cdot 7200\ \text{s} \cdot 0{,}25 = 900\ \text{kJ}$

(képlet + behelyettesítés + számítás, 2 + 2 + 1 pont).

Annak a jégmennyiségnek a felírása és kiszámítása, amelyet az infralámpából származó hő megolvaszt:

7 pont
(bontható)

$Q = c_{jég} \cdot m \cdot \Delta T + L_{jég} \cdot m$, amiből $m = \dfrac{Q}{c_{jég} \cdot \Delta T + L_{jég}} = \dfrac{900}{12 \cdot 2{,}1 + 335}\ \text{kg} = 2{,}5\ \text{kg}$

(képlet + rendezés + számítás, 3 + 2 + 2 pont).

Annak felismerése, hogy az elolvadt jég mennyisége 2,5 kg-nál nagyobb:

1 pont

Mivel a jeget a környezet is melegíti, nemcsak a lámpa, a tömege eredetileg nagyobb volt, mint a lámpa által megolvasztott jég tömege.

A tál térfogatára vonatkozó kérdés megválaszolása:

2 pont
(bontható)

Mivel 2,5 kg jégből keletkező víz térfogata 2,5 liter (1 pont), az 1,5 literes tál nem elegendő (1 pont).

(Amennyiben a vizsgázó nem említi az előző lépésben, hogy a jég tömege nagyobb mint 2,5 kg, de itt a térfogatszámításnál az olvadék térfogatát 2,5 l-nél nagyobbnak írja, az előző egy pont is jár.)

Összesen 15 pont

18. A tengerszint közelében a 0 °C hőmérsékletű levegő nyomása 101 kPa. A Mount Everest tetején a levegő nyomása 38 kPa −17 °C hőmérsékleten.
a) Mekkora 1 mol levegő térfogata a tengerszint közelében a megadott adatok alapján!
b) Mekkora a levegő sűrűsége a tengerszinten a megadott körülmények esetén!
c) Mekkora a levegő sűrűsége a Mount Everesten a megadott körülmények esetén!
d) Mekkora hőmérsékletre kellene zárt edényben a Mount Everest környékének levegőjét melegíteni, hogy a nyomása elérje a tengerszint közelében mért értéket?
(A levegő moláris tömege 29 g/mol.)
(2016. május)

Megoldás:

Adatok: $t_0 = 0$ °C, $t_1 = -17$ °C, $p_0 = 101$ kPa, $p_1 = 38$ kPa, $p_2 = 101$ kPa, $n = 1$ mol, $M = 29$ g/mol.

a) *Az állapotegyenlet alkalmazása a keresett térfogat kiszámítására, valamint a térfogat meghatározása:* ***5 pont (bontható)***

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ (2 pont, nem bontható), amiből

$$V_0 = \frac{n \cdot R \cdot T_0}{p_0} = 0{,}0225 \text{ m}^3 = 22{,}5 \text{ dm}^3$$

(rendezés + adatok behelyettesítése + számítás, 1 + 1 + 1 pont).

b) *A levegő sűrűségének meghatározása a tengerszintre megadott körülmények esetén:* ***2 pont (bontható)***

$$\rho_0 = \frac{n \cdot M}{V_0} = 1{,}29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$ (képlet + számítás, 1 + 1 pont).

c) *A levegő sűrűségének meghatározása a Mount Everest csúcsára megadott körülmények esetén:* ***5 pont (bontható)***

A mólnyi levegő térfogatának meghatározása az állapotegyenlet segítségével:

$$V_1 = \frac{n \cdot R \cdot T_1}{p_1} = 0{,}056 \text{ m}^3 = 56 \text{ dm}^3$$

(rendezés + adatok behelyettesítése + számítás, 1 + 1 + 1 pont), amiből a sűrűség:

$$\rho_1 = \frac{n \cdot M}{V_1} = 0{,}52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$ (képlet + számítás, 1+1 pont).

(A sűrűség közvetlenül is kiszámítható az állapotegyenletből!)

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT \quad \rightarrow \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{p_1 M}{RT_1} = 0{,}52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

(Helyes számítás esetén a teljes pontszám (5 pont) megadandó!)

d) *A Gay–Lussac-törvény alkalmazása és a keresett hőmérséklet meghatározása:* ***3 pont (bontható)***

$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ (1 pont), amiből $T_2 = \frac{p_2}{p_1} \cdot T_1 = 680 \text{ K} = 407$ °C

(rendezés + számítás, 1 + 1 pont). (A válasz Kelvinben, illetve Celsius-fokban is elfogadható.)

Összesen 15 pont.

19. Egy fa lombkoronája a forró napsütésben úgy hűti magát, hogy a levelei vizet párologtatnak. Így maradhat állandó, 40 °C a levelek hőmérséklete. Egy meleg nyári napon a levelek hűtési teljesítménye 250 W négyzetméterenként. Mennyi vizet párologtat el egy óra alatt egy 50 cm^2 felületű falevél?

(A víz párolgáshője 40 °C-on L = 2410 kJ/kg.)

(2017. május)

Megoldás.

Adatok: L = 2410 kJ/kg, A = 50 cm^2, P_{fajlagos} = 250 W/m^2, t = 1 óra.

Egy 50 cm^2 felületű levél hűtési teljesítményének meghatározása:

5 pont (bontható)

Egy levél hűtési teljesítménye:

$$P_{lev} = P_{fajlagos} \cdot A = 250 \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2} \cdot 0{,}005\mathrm{m}^2 = 1{,}25\ \mathrm{W}$$

(képlet + számítás, 3 + 2 pont).

Az egy óra alatt leadott energia meghatározása:

5 pont (bontható)

$$E = P_{lev} \cdot t = 4500\ \mathrm{J}$$

(képlet + számítás, 3 + 2 pont).

Az egy óra alatt elpárologtatott vízmennyiség meghatározása:

5 pont (bontható)

$$m = \frac{E}{L} = 1{,}87\ \mathrm{g}$$

(Képlet + számítás, 3 + 2 pont.)

Összesen 15 pont.

20. Egy szénnel működő hőerőmű minden egyes kilogramm szén elégetésével 1,8 kWh elektromos energiát állít elő.
a) Mekkora az erőmű hatásfoka?
b) Mennyi szenet kell elégetni az erőműben, hogy az itt termelt energiával működő elektromos bojlerben 100 liter, 10 °C hőmérsékletű vizet 80 °C-ra melegítsünk?
(A szén égéshője $2{,}7 \cdot 10^4$ kJ/kg, a víz sűrűsége 1000 kg/m^3 , a fajhője 4200 J/kg · °C, Az elektromos bojler hatásfokát tekintsük 100%-osnak!)
(2018. október)

Megoldás: (13 pont)

Adatok: $E_{el} = 1{,}8$ kWh/kg, $Q_{szén} = 2{,}7 \cdot 10^4$ kJ/kg, $\rho = 1000$ kg/m^3, $c_{víz} = 4200\ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$,
$V = 100$ liter, $t_1 = 10$ °C, $t_2 = 80$ °C.

a) Az áramtermelés hatásfokának felírása és meghatározása:

6 pont
(bontható)

A hatásfok: $\eta = \frac{E_{el}}{Q_{szén}}$ (2 pont), és mivel 1 kWh = 3600 kJ (2 pont),

$\eta = \frac{1{,}8 \cdot 3600 \text{ kJ}}{27000 \text{ kJ}} = 0{,}24$ (behelyettesítés + számítás, 1 + 1 pont).

b) A víz felmelegítéséhez szükséges hőmennyiség meghatározása:

3 pont
(bontható)

$\Delta Q = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 29000 \text{ kJ}$ (képlet + behelyettesítés + számítás, 1 + 1 + 1 pont).

A keresett szénmennyiség meghatározása:

4 pont
(bontható)

$m = \frac{\Delta Q}{E_{el}} = \frac{29000 \text{ kJ}}{1{,}8 \cdot 3600 \text{ kJ/kg}} = 4{,}5 \text{ kg}$ (képlet + behelyettesítés + számítás, 2 + 1 + 1 pont).

Összesen 13 pont

21. Egy pohárban 3 dl üdítő van, ami sajnos a napon 25 °C-osra melegedett. Egy jól hőszigetelő pohárba öntjük, és 0 °C-os jeget teszünk bele, hogy kellemesen iható hőmérsékletűre hűljön. Lezárjuk a poharat, és megvárjuk, amíg beáll a hőmérsékleti egyensúly.

a) Mennyi jeget kell a pohárba tenni, hogy az üdítő 10 °C-ra hűljön le?
b) Legalább mennyi jégre volna szükség ahhoz, hogy 0 °C-ra hűljön a keverék?

(Az üdítő fajhőjét és sűrűségét egyenlőnek vehetjük a vízével, ami $c = 4183\ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, illetve $\rho = 1\ \frac{\text{kg}}{\text{l}}$. A jég olvadáshője $L = 334\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.)

(2019. május id.)

Megoldás:

Adatok: $V = 3$ dl, $t_1 = 25$ °C, $t_2 = 10$ °C, $t_3 = 0$ °C, $t_{jég} = 0$ °C, $c = 4183\ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, $L = 334\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$, $\rho = 1\ \frac{\text{kg}}{\text{l}}$.

a) *Az ital által leadott hőmennyiség meghatározása:*

3 pont (bontható)

$Q_{ital} = c \cdot m_{ital} \cdot \Delta t_{ital} = c \cdot V \cdot \rho \cdot (t_2 - t_1) = -18824$ J

(képlet + behelyettesítés + számítás, 1 + 1 + 1 pont)

A negatív előjel hiánya miatt, amennyiben később nem okoz hibát, nem kell pontot levonni.

A szükséges jég tömegének meghatározása:

7 pont (bontható)

Mivel $Q_{jég} = -Q_{ital}$ (2 pont),

$Q_{jég} = L \cdot m_{jég} + c \cdot m_{jég} \cdot \Delta t_{jég}$ (2 pont), amiből

$m_{jég} = \frac{Q_{jég}}{L + c \cdot \Delta t_{jég}} = 0{,}05$ kg (rendezés + számítás, 2 + 1 pont).

b) *A keresett jégmennyiség meghatározása:*

5 pont (bontható)

$Q_{ital} = c \cdot m_{ital} \cdot \Delta t'_{ital} = c \cdot V \cdot \rho \cdot (t_3 - t_1) = -31373$ J (behelyettesítés + számítás, 1+1 pont)

$-Q_{ital} = Q_{jég} = L \cdot m_{jég}'$ (1 pont), amiből

$m_{jég}' = \frac{Q_{jég}}{L} = 0{,}093$ kg (rendezés + számítás, 1 + 1 pont).

Összesen 15 pont