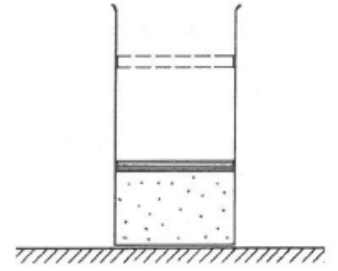


12 - Hőtan (energetika)

.1) Egy 4 dm^2 alapterületű hengerben 32 g tömegű 0°C hőmérsékletű oxigéngázt 150 kg tömegű dugattyú zár le. A külső nyomás 10^5 Pa . A henger tengelye függőleges. Az oxigén fajlagos hőkapacitása (fajhője) állandó nyomáson $917 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$.



- a) Milyen magasan áll a dugattyú? (**4,04 dm**)
b) A gázt melegítjük, amíg a dugattyút kétszeres magasságra emelkedik. Mekkora hőmennyiség bevitelére volt szükség ehhez? (**8,01 kJ**)
c) Mekkora relatív hibát követünk el, ha nem használjuk a megadott tapasztalati fajhőt, hanem a gázt ideálisnak tekintve számoljuk ki a szükséges hőmennyiséget? (**0,7%**)

.2) Jó hőszigetelésű hengerben 20 dm^3 hidrogéngázt dugattyú zár el. A hengert elzáró dugattyút *hirtelen* lenyomjuk. A végzett munka, a külső levegő által végzett munkát is beleszámítva 600 J . A gáz kezdetben normál állapotú.

- a) Mennyi a hengerben levő gáz tömege? (**1,76 g**)
b) Mekkora a gáz hőmérséklete az összenyomás után, ha fajhője állandó térfogaton $10 \text{ 112} \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$? (**307 K**)
c) A gázt ideálisnak tekintve számoljuk ki az új hőmérsékletet (nem használva a fajhőt). (**305 K**)

.3) Egy 50 l -es tartályban $1,1\cdot 10^6 \text{ Pa}$ nyomású, 27°C hőmérsékletű, egyatomos gáz van.

- a) Hány gázatom van a tartályban? (**$1,33\cdot 10^{25}$**)
b) Ha 270 g gázt kiengedünk, és közben a tartályban maradó gáz hőmérséklete nem változik, akkor a nyomás a tartályban $7,9\cdot 10^5 \text{ Pa}$ lesz. Mekkora volt a gáz kezdeti sűrűsége? (**$19,2 \text{ kg/m}^3$**)
c) Mennyi hőt kellene közölni a tartályban maradt gázzal, hogy nyomása ismét $1,1\cdot 10^6 \text{ Pa}$ legyen? (**23,3 kJ**)

.4) 5 g normál állapotú héliumot 20 liter étérfogatúra nyomunk össze úgy, hogy közben a gáz a környezetből hőt nem vesz fel és nem ad le. $c_v = 3160 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$.

- a) Mennyivel nőtt a gáz hőmérséklete? (**71,0 K**)
b) Mekkora hőközléssel lehetett volna ugyanennyivel növelni a gáz hőmérsékletét állandó térfogaton? (**1120 J**)
c) Mennyivel nőtt a gáz belső energiája? (**1120 J**)
d) Mennyi munkát végeztünk a gázon összenyomás közben? (**1120 J**)

.5) Egy $2\cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ térfogatú tartályban 10^{20} darab molekula van. A gáz nyomása 10^5 Pa . Mennyi ebben a gázban az egy szabadsági fokra jutó átlagos mozgási energia? (**10^{-18} J**)

.6) 3 m^3 térfogatú tartályban $2\cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ nyomású gáz van 295 K hőmérsékleten. 508 J energia közlésével $0,1 \text{ K}$ -nel emeljük a gáz hőmérsékletét. Hány szabadsági foka van a gáz részecskéinek? (**5**)

.7) Hogyan aránylik adott hőmérsékletű levegőben a nitrogén és oxigén molekulák sebessége egymáshoz? (**$\sqrt{\frac{8}{7}}$**)

.8)

- a) Mekkora munkával lehet a $2\cdot 10^{27}$ darab molekulát tartalmazó gáz térfogatát felére csökkenteni állandó nyomáson, ha a gáz hőmérséklete kezdetben 300 K ? (**$4,14\cdot 10^6 \text{ J}$**)
b) Mekkora különbség lenne a felvett hőmennyiségek között, ha a gáz ammónia avagy neon lenne? (**$6,21\cdot 10^6 \text{ J}$**)

.9) Egy tartályban T_1 hőmérsékleten és p_1 nyomáson kétatomos molekulájú gáz van. A gázt T_2 hőmérsékletre melegítjük, eközben a molekulák 20% -a szétesik atomokra. A molekulák rezgésétől eltekintünk.

- a) Mekkora most a gáz nyomása? (**$1,20 p_1 T_2/T_1$**)
b) Hányszorosára változott a gáz belső energiája? (**$1,04 T_2/T_1$**)

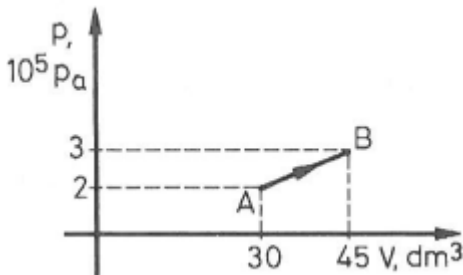
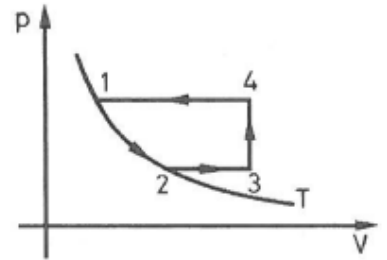
.10) Egyatomos gáznak kezdeti állapotában a nyomás $0,8\cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$, hőmérséklete 260 K .

A gáz mennyiségét csökkentve a maradék gázt olyan állapotba hoztuk, amelyben a hőmérséklete 300 K, a nyomása $1,2 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$, a térfogata pedig a kezdeti térfogat $\frac{2}{3}$ -ad része lett.

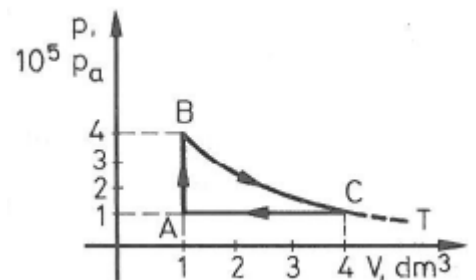
a) A gáz tömegének hány százalékát távolítottuk el? **(13,33%)**

b) Hogyan aránylik az eredeti gáz kezdeti energiája a megmaradt gáz energiájához a végső állapotban?
(nem változik)

.11) Az ábrán ideális gáz állapotváltozásainak diagramja látható a nyomás-térfogat (p - V) állapotsíkon. Rajzoljuk meg ugyanezt a körfolyamatot a nyomás-hőmérséklet (p - T) és a térfogat-hőmérséklet (V - T) állapotsíkon, megjelölve a megfelelő pontokat!



.12) Az ábra kétatomos molekulájú gázban végbemenő folyamatot mutat. A molekulák száma $1,2 \cdot 10^{24}$. Mekkora hőmennyiséget vesz fel a gáz a folyamat során? **(22,5 kJ)**



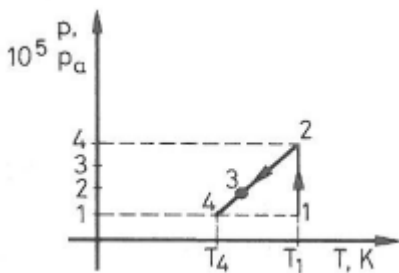
.13) Az oxigéngáz a kezdeti A állapotban 300 K hőmérsékletű.

a) Mekkora a gáz hőmérséklete a B és C állapotban? **(1.200 K)**

b) Mekkora az $A \rightarrow B$ állapotváltozás során felvett hőmennyiség? **(750 J)**

c) Mekkora a belső energiaváltozás a $B \rightarrow C$ állapotváltozáskor? **(0)**

d) Mekkora a külső munkavégzés a $C \rightarrow A$ állapotváltozáskor? **(300 J)**



.14) *Állandó mennyiségű ideális gázzal, az ábrán látható folyamatot hajtjuk végre. $T_1 = 500 \text{ K}$, $T_4 = 200 \text{ K}$. A 3. állapotban $3V_3 = V_1$.

Mekkora ebben az állapotban az ideális gáz nyomása? **(150 kPa)**

.15) Állandó tömegű ideális gázzal az ábrán látható körfolyamatot hajtjuk végre.

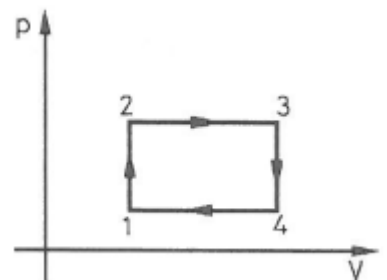
Az 1. állapotban a hőmérséklet 200 K, a nyomás 10^5 Pa , a térfogat 10^{-3} m^3 . A hőmérséklet a 3. állapotban 800 K, míg a 2. és 4. állapotban azonos értékű.

a) Mennyi a hőmérséklet értéke a 2 és 4 állapotban? **(400 K)**

b) Mennyi a körfolyamat során a gáz által végzett munka? **(100 J)**

c) Mennyi a körfolyamat során a gáz által felvett és leadott hő különbsége?
(100 J)

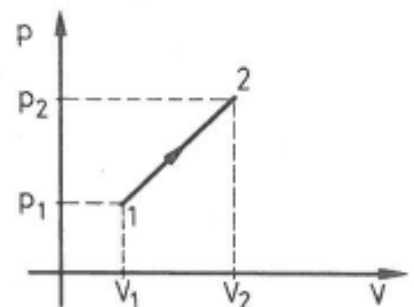
d) A körfolyamat hatásfoka 15,4%. Milyen gázzal lehet szó? **(nemesgáz)**



.16) Állandó mennyiségű gázt az 1. állapotból 2. állapotba visznek az ábrán látható módon. Az adatok: $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_1 = 1,5 \text{ l}$, $T_1 = 300 \text{ K}$, $p_2 = 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_2 = 4 \text{ l}$ a gáz állandó térfogaton mért fajhője: $3160 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, a sűrűsége normál állapotban $0,18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

a) Mekkora a gáz tömege? **(0,492 g)**

b) Mekkora a gáz által felvett hő a folyamat során? **(2,40 kJ)**



.17) Mennyi hő szükséges a 300 K hőmérsékletű 1,2 mol mennyiségű egyatomos gáz esetén ahhoz, hogy:

.a) állandó nyomáson a térfogata megkétszereződjék? **(7,48 J)**

.b) állandó térfogaton nyomása megkétszereződjék? **(4,49 kJ)**

.c) Mekkora kinetikusenergia-növekedés jut átlagosan egy atomra az egyik, ill. a másik esetben?
(ugyanannyi: $6,21 \cdot 10^{-21}$ J)

.18) 32 g oxigént 8 literről 7 liter térfogatra nyomunk össze. A folyamat közben a gázt hűtjük úgy, hogy a nyomása ne változzék. A végállapotban a hőmérséklet 40°C-kal kisebb, mint a kezdő állapotban. $c_p = 916 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.

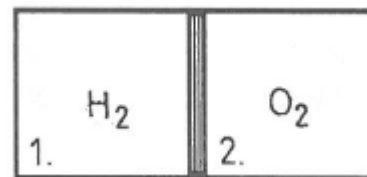
a) Mennyi lett a gáz hőmérséklete? **(280 K)**

b) Mennyi volt a gáz nyomása? **(332 kPa)**

c) Hány joule munkát végeztünk? **(332 J)**

d) Hogyan és mennyivel változott a gáz belső energiája? **(- 841 J)**

.19) Egy hengerben a sűrűdés nélkül mozgó dugattyú egyik oldalán 15 liter hidrogén, a másik oldalán 15 liter oxigén van, mindkettő normál állapotú.



.a) A hidrogént 400 K-ra melegítjük és ezen a hőmérsékleten tartjuk, miközben biztosítjuk, hogy az oxigén 273 K-on maradjon. Mekkora ebben az állapotban a hidrogén térfogata és az oxigén nyomása? **(17,83 liter; 123 kPa)**

.b) Ha a 400 K hőmérsékletű hidrogént és a 273 K-os oxigént a környezetétől úgy szigeteljük el, hogy csak egymásnak adhatnak át hőt, a most jó hővezető dugattyú falán keresztül, akkor az egyensúly beállta után mennyi lesz a közös hőmérséklet? $c_{vH} = 10,110 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, $c_{vO} = 653 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$. **(336 K)**

.c) Hogyan változik a gázok nyomása a melegítési folyamat időtartama alatt? **(sehogy)**

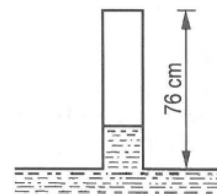
.20) Függőleges helyzetű, 100 cm² keresztmetszetű hengerben 20 kg tömegű dugattyú 10 liter térfogatú, 25°C hőmérsékletű gázt zár be. A gázra $c_p = 920 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, a sűrűség 0°C-on és 10⁵ Pa nyomáson 1,43 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

A külső levegő nyomása 10⁵ Pa.

.a) Mennyi munkát végez a gáz, ha a hőmérséklet lassan 108°-ra növekszik? **(334 J)**

.b) Mennyi hő szükséges a gáz felmelegítéséhez? **(1,20 kJ)**

.21) Egy 76 cm hosszú, felül zárt üvegcső alsó vége higanyba merül, a cső részben higannyal telt, felette az elzárt térben 0,001 mol levegő van. A külső légköri nyomás 76 cm-es higanyoszlop nyomásával tart egyensúlyt.



.a) Mennyi hőt ad le a csőbe zárt levegő, amikor a hőmérséklete 10°C-kal csökken? **(0,249 J)**

.b) Mekkora ezen folyamat során a gáz mólhője? **(3R)**

.22) Egy zárt tartályban összesen 2,2 kg tömegű héliumból és oxigénből álló gázkeverék van 0°C hőmérsékleten. A gázkeverékkel 143,5 kJ hőt közlünk és a hőmérséklete 50°C-kal, nyomása 13 740 Pa-lal növekedett. A hélium mólhője állandó térfogaton 12,3 $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$, az oxigéné 20,5 $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

.a) Mennyi a gázok tömege? **(0,6 kg; 1,6 kg)**

.b) Mekkora volt a gázkeverék eredeti nyomása? **(7,51 · 10⁴ Pa)**

.c) Mekkora az edény térfogata? **(6,05 m³)**

.23) Egy ideális gáz táguláskor 200 J munkát végez. A gáz állandó nyomáson és állandó térfogaton mért fajhőjének hányadosa 1,4.

.a) Mennyi hőt vesz fel a gáz, ha a 200 J munkát állandó nyomáson végzi? **(700 J)**

.b) Mennyi hőt vesz fel a gáz, ha a 200 J munkát állandó hőmérsékleten végzi? **(200 J)**

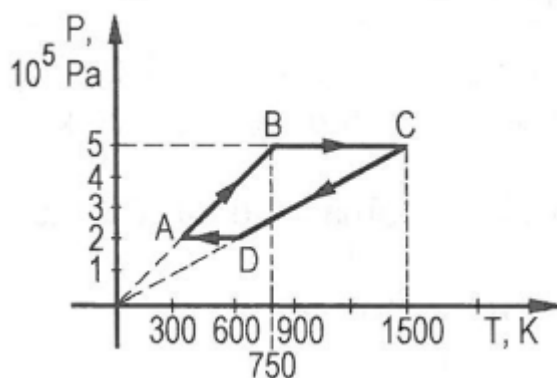
.24) Egyatomos molekulából álló gázzal az ábrán látható körfolyamatot végzik. A molekulák száma $3 \cdot 10^{23}$.

a.) Mekkora az egy körfolyamatban hasznosítható munka?

(1.863 J)

b.) Mekkora a felvett hő? **(10.557 J)**

c.) Mekkora a leadott hő? **(8.694 J)**



.25) *Oxigén gáz végzi az ábrán látható folyamatot A ponttól B pontig, egyenesszakasz mentén.

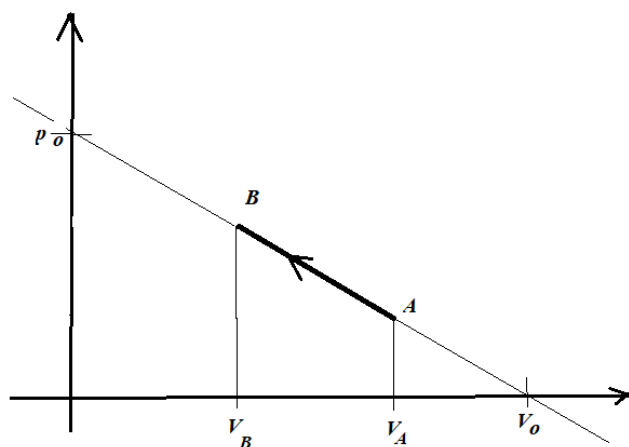
A grafikonon $p_o = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $V_o = 12 \text{ dm}^3$. $V_A = 8/12 V_o$, $V_B = 5/12 V_o$, $T_A = 300 \text{ K}$.

a.) A folyamat során mennyi volt a hőfelvétel és hőleadás, és a folyamat melyik szakaszán történt ez?

($\frac{1}{48} p_o V_o$ hőfelvétel $V = \frac{7}{12} V_o$ -ig, majd $\frac{4}{48} p_o V_o$ hőleadás)

b.) Mekkora a folyamat során a gáz maximális hőmérséklete és mekkora térfogatnál mérhető ez? **($\frac{9}{8} T_A$; $\frac{6}{12} V_o$)**

c.) Ábrázoljuk a gáz hőkapacitását a térfogat függvényében.



.26) *Alul zárt, felül nyitott függőleges kémcső alsó felében levegő van, amit a felső félben lévő, a csövet teljesen megtöltő higany zár el. A cső hossza $H = 152 \text{ cm}$, a külső légnyomás $p_o = 76 \text{ Hgcm}$. A csövet lassan melegíteni kezdjük, amíg az összes higany el nem hagyja a csövet.

a.) Mennyi hőt kell közölni a levegővel, hogy a teljes higany mennyiség elhagyja a csövet? **($\frac{27}{32} p_1 V_1$)**

b.) A cső térfogatának hányad részét foglalja el a levegő, amikor a hőmérséklet maximális lesz? **($\frac{16}{32}$)**

c.) Ábrázoljuk a levegő hőkapacitását a térfogat függvényében!

.27) *Termoszban (kaloriméter) összekeverünk 3 kg -5°C -os jeget, 2 liter 70°C -os vizet, 1,5 kg 120°C -os vízgőzt és még egy 4 kg-os, 600°C -os vasdarabot is beledobunk. A megoldáshoz az alábbi anyagi állandókat használjuk fel: $2,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$, $0,465 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$, $4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$, $335 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$, $1,85 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$, $2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

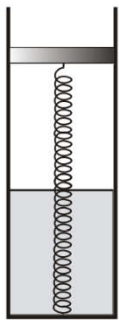
a.) Azonosítsuk a megadott állandókat.

b.) Milyen halmazállapotok és mekkora hőmérsékleten lesznek jelen az egyensúly beállta után?
(0,810 kg gőz, 100°C)

.28) *Egy nagyméretű dugattyús edényben a betölt dugattyú csupán 1 kg 0°C -os vizet zár el. Mennyivel kell megnövelni az edény térfogatát a dugattyú kihúzásával, ha az edényben végül csak jeget és vízgőzt szeretnénk találni? Legyen a párolgáshő 0°C -on 2500 kJ/kg , az olvadáshő 335 kJ/kg , a jég sűrűsége 900 kg/m^3 , a vízé 1000 kg/m^3 . **(24 527 liter)**

.30) *Szájával függőlegesen felfelé álló kémcsőben 35°C -os hőmérsékleten 3 mm magas folyékony étert zár el 25 cm hosszú higanyoszlop. A külső légnyomás 10^5 Pa , az éter forráspontja ezen a nyomáson éppen 35°C . (A folyékony éter sűrűsége $0,700 \text{ g/cm}^3$, moláris tömege 74 g/mol . A higany 13,6-szor sűrűbb a víznél.) Az elegendően hosszú csövet lassan megfordítjuk. Milyen hosszú lesz a higany által elzárt térrész? **(11 cm)**

- .31)** *Függőlegesen álló hengerben 10 liter víz és 10 liter levegő található 1°C hőmérsékleten. A hengert lezáró dugattyú felszíne 1dm^2 , tömege 10 kg. A dugattyúhoz és a henger aljához 1000 N/m rugóállandójú rugó van rögzítve, ami kezdetben nyújtatlan. A hőmérsékletet lassan növeljük, a külső légnyomás 10^5 Pa .



- .a)** Mennyit emelkedik a dugattyú, ha a hőmérsékletet 10°C -ra növeljük? **(1,7 cm)**
.b) Mennyit emelkedik a dugattyú, ha a hőmérsékletet 100°C -ra növeljük? **(75,4 cm)**
.c) Határozzuk meg a dugattyú emelkedését abban az esetben is, ha kezdetben a 20 liter térfogatú tartályban a levegő mellett mindössze 9 gramm víz található, és a rendszer hőmérsékletét a kezdeti 1°C -ról 100°C -ra emeljük! *A megoldás során alkalmazzunk észszerű közelítéseket és használjuk a függvény táblát.* **(62,9 cm)**

- .32)** Függőleges, mindkét végén nyitott, a két végén eltérő keresztmetszetű csőben két sűrűségmentesen mozgó dugattyút nyújthatatlan, feszes fonál köt össze. A felső dugattyú keresztmetszete 10 cm^2 -rel nagyobb az alsóénál. A dugattyúk 1 mol egyatomos gázt zárnak be, miközben tömegük egyenként 5 kg .



- .a)** Mennyivel kell megnövelni a gáz hőmérsékletét, hogy a dugattyúk $b=5\text{ cm}$ -t mozduljanak el? **(1,20 K)**
.b) Mennyi hőközlés szükséges ehhez? **(25 J)**

- .33)** *Két egyforma gömbbel ugyanannyi hőt közlünk. Az egyik hőszigetelő fonálon függ, a másik hőszigetelő lapon nyugszik.

- .a)** Melyiknek lesz magasabb a hőmérséklete? **(a függőé)**
.b) Becsüljük meg a hőmérsékletkülönbséget, ha a golyók vasból vannak és 10 cm átmérőjűek, és 100°C hőmérsékletnövelés történik. **(0,0002 $^\circ\text{C}$; $2,5 \cdot 10^{-6}\text{ }^\circ\text{C}$)**

- .34)** *Közönséges csapvízből és ugyanolyan hőmérsékletű erősen sós vízből ugyanannyit töltünk két egyforma üvegpohárba. Ezután egyforma, azonos jégkockákból ugyanannyit teszünk mindkét pohárba.

- .a)** Melyik edényben olvad el előbb a jég? **(tiszt a vízben)**
.b) Végezzük el a kísérletet és mérjük az olvadási időket! **(10-szeres)**
.c) Az iménti jégkockákba eredetileg kis vasgolyókat fagyasztunk, hogy azok a poharak vizében elmerüljenek. Most melyikben olvad gyorsabban? **(a sós vízben)**

- .35)** *Azonos tömegben áll rendelkezésre 0°C -os tiszta hidegvíz és 100°C -os meleg gyógyvíz. Vannak továbbá olyan fallal elválasztott edényeink, melyekben a két beöntött vízmennyiség hőt tud cserélni (hőmérséklete kiegyenlítődik) anélkül, hogy összekeverednének. Célunk a tiszta víz minél magasabb hőmérsékletűvé való felmelegítése (a gyógyvíz lehűtése árán). Mit tegyünk, hogyan használjuk az edényeinket?

Mennyire melegíthető fel a tiszta víz?

Vizsgáljuk meg az alábbi ötleteket:

- .a)** Egyszerre töltjük mindkét vízmennyiséget az edénybe. **(50 $^\circ\text{C}$)**
.b) A hideg vizet osszuk 3 egyenlő részre, 3 különböző edény egyik felébe, majd az eredetileg forró vizet előbb az első edénybe öntsük, majd onnan a másodikba, végül a harmadikba. Végül öntsük össze a tiszta víz 3 részét. (A hideg vízből készített „három kocsis vonaa elhalad az egyben tartott melegvíz mellett”.) **(57,8 $^\circ\text{C}$)**
.c) Most a gyógyvizet osszuk 3 részre, és az egyben tartott tiszta vízzel hozzuk kölcsönhatásba a részeit, végül öntsük össze a részeket. (A melegvíz „három kocsis vonata elhalad az egyben tartott hideg víz mellett”.) **(57,8 $^\circ\text{C}$)**
.d) Most mindkét vizet osszuk 5 egyenlő részre, képezzünk belőlük egy-egy „5 kocsiból álló vonatot”, amelyek egymással szemben haladva találkoznak és a közvetlenül egymás mellett álló „kocsik” hőmérséklete kiegyenlítődik minden lépésben. Végül „vonatonként” egyesítsük a „kocsik” tartalmát. **(75,4 $^\circ\text{C}$)**

.e) Készítsünk Excel táblázatot, mellyel könnyen számolható, ha a „vonatos” módszert alkalmazzuk 10-10, és 50-50 részre osztással. (10-10 esetén **82,4°C**; 50-50 esetén **92,0°C**)

.36) *Derült őszi éjszakákon akkor is belepetheti a dér az autót, ha nem csökken 0 °C alá a környező levegő hőmérséklete.

.a) Hogy lehet ez?

.b) Az autónak általában a teteje lesz deres, esetleg az oldala, de semmiképpen sem az alja. Miért?

.c) Hova álljon az autó, hogy ne legyen deres? **(közel egy épülethez, fához, tárgyhoz)**

.37) *Egy erősfalú tartály felében víz, felette normál állapotú levegő van. A tartályt lezárjuk, majd lassan melegíteni kezdjük. Mikor forr fel a tartályban lévő víz? **(sosem)**

.38) *Egy nagyon erős falú, állandó térfogatú tartályba 5 °C-on csupán víz és annak gőze van (más gáz nincs). A víz a tartály térfogatának alsó λ -ad részét teszi ki, így a tartályban lévő összes vízmolekula által létrehozott tartálybeli átlagsűrűség ρ . A mellékelt táblázat segítségével keressük a választ az alábbi kérdésekre:

t (°C)	$\rho_{\text{víz}}$ (kg/m ³)	$\rho_{\text{gőz}}$ (kg/m ³)	$p_{\text{gőz}}$ (Pa)
5	999,9	0,0068	873
10	999,7	0,0094	1 230
20	998,2	0,0173	2 340
30	995,6	0,0304	4 240
40	992,2	0,0511	7 380
50	988,0	0,0831	12 300
60	983,2	0,130	19 900
70	977,8	0,198	31 200
80	971,8	0,293	47 400
90	965,3	0,423	70 100
100	958,4	0,597	101 300
125	939,1	1,30	232 000
150	917,1	2,55	476 000
175	892,3	4,61	892 000
200	864,7	7,86	1 554 000
225	833,9	12,7	2 548 000
250	799,1	20,0	3 974 000
275	759,2	30,5	5 943 000
300	712,4	46,1	8 584 000
325	654,6	70,5	12 050 000
350	574,7	113,5	16 520 000
370	453,1	200,3	21 030 000
374,2	326,2	326,2	22 060 000

.a) $\lambda = 0,2$ kezdeti helyzetből indulva a tartály térfogatának hányad részét foglalja el a gőz 200 °C-on? **(77,6%)**

.b) Ha a tartályba kezdetben csak $\lambda = 0,02$ -nyi vizet öntünk, akkor mekkora lesz a nyomás 300°C-on? **(4,35 MPa)**

.c) Mekkora a gőztérfogat aránya 370°C-on, ha $\lambda = 0,2$, és ha $\lambda = 0,7$? **(1 ill. 0)**

.d) $\lambda = 0,2$ kezdeti helyzetből indulva ábrázoljuk a tartálybeli gőz térfogatarányát a hőmérséklet függvényében. Mely hőmérsékleten lesz a gőz térfogataránya a legkisebb? **(275 °C)**

.e) $\lambda = 0,3262$ kezdeti vízmennyiség esetén milyen halmazállapotú fázisok lesznek jelen a tartályban a hőmérséklet növelésével? **(víz+gőz, majd gáz)**