

# IV. HŐTAN

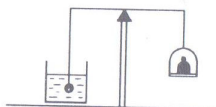
## 1. Hőtágulás

**755.** Mennyivel változik meg a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékleten  $10\text{ cm}$  élhosszúságú alumíniumkocka élhosszúsága, felülete, térfogata, ha a hőmérsékletét  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra emeljük? Az alumínium vonalass (lineáris) hőtágulási együtthatója  $2,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$ ? **(0,12 mm; 144 mm<sup>2</sup>; 3,6 cm<sup>3</sup>)**

**756.**  $1,5\text{ m}$  hosszú alumíniumrúd hőmérsékletét  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal emeljük  $\alpha = 2,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$ . Mekkora a relatív és az abszolút hosszúságváltozás? **( $3,6 \cdot 10^{-4}$ ; 0,54 mm)**

**757.** Egy réz egyforintos átmérője szobahőmérsékleten ( $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ )  $16,5\text{ mm}$ , vonalass hőtágulási együtthatója  $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ . Mennyivel növekszik a pénzérme területe, ha tartósan a zsebünkben van és testhőmérsékletre melegszik ( $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ )? **(0,12 mm<sup>2</sup>)**

**758.** Szobahőmérsékleten egyensúlyban levő mérleg egyik karján lógó cinkgolyó teljesen vízbe merül. Hogyan változik meg a mérleg egyensúlya, ha a vizet melegítjük? **( $\beta_v > \beta_{zn}$ , tehát a mérleg a golyó felé billen le.)**



**759.** A folyadék hőtágulási együtthatóját úgy határozták meg, hogy egy  $400\text{ cm}^3$ -es lombikot megtöltöttek vele, majd  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal felmelegítették. Ezalatt  $2\text{ cm}^3$  folyadék folyt ki. Mekkora a folyadék hőtágulási együtthatója, ha az üveg vonalass hőtágulási együtthatója  $8 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ? **( $1,24 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )**

**760.** Folyadék hőtágulási együtthatójának meghatározására U csövet  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on megtöltenek folyadékkal. Egyik szárát olvadó jégbe, a másik szárát forrásban levő vízbe teszik. A hideg szárban  $120\text{ mm}$  magasan, a másik szárban  $126\text{ mm}$  magasan van a folyadék. Mekkora a hőtágulási együttható? **( $5 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )**

**761.** A higanyos lázmérő  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  és  $42\text{ }^{\circ}\text{C}$  között mér  $0,1 \frac{\text{ }^{\circ}\text{C}}{\text{mm}}$  leolvadási pontossággal

$\beta_{\text{Hg}} = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ . Az üveg hőtágulását ne vegyük figyelembe. Milyen hosszú a  $0,0036\text{ mm}^2$  keresztmetszetű kapilláris? Mekkora térfogatú a hőmérő higanytartálya? **(70 mm; 200 mm<sup>3</sup>)**

**762.** Mekkora lesz egy test sűrűsége melegítés hatására?

$$\left( \rho_r = \frac{\rho}{1 + 3 \alpha \Delta t} \right)$$

**763.** Az alumínium sűrűsége  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on  $2,7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$  vonalass hőtágulási együtthatója  $2,4 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ . Mekkora lesz a sűrűség, ha forrásban levő vízben van? **(2,68 kg/dm<sup>3</sup>)**

**764.** Egy acélsín hossza  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten  $20\text{ m}$ ,  $\alpha_{\text{acél}} = 1,17 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$ .

a) Mennyivel lesz hosszabb a sín, ha  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegítjük? **(4,68 cm)**  
 b) Mekkora mechanikai munkával lehetne a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os sínt ilyen mértékben megnyújtani, ha  $E = 2 \cdot 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ , és keresztmetszete  $0,5\text{ dm}^2$ ? **( $5,47 \cdot 10^4\text{ J}$ )**

**765.** Egy  $0,5\text{ dm}^2$  keresztmetszetű vasgerendát  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on beépítenek két fal közé.  $E = 2 \cdot 10^7 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$ ,  $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ . Mekkora erővel húzza a gerenda a falat  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on? **( $3,6 \cdot 10^5\text{ N}$ )**

**\*766.**  $2\text{ mm}$  vastag rézlemez mindkét felületére  $1\text{ mm}$  vastag acéllemezt szegecseltek.  $\alpha_a = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $\alpha_r = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $E_a = 2,2 \cdot 10^7 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$ ,  $E_r = 10^7 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$ .

Mekkora hosszváltozása lesz ezen szendvicslemezről kivágott  $2\text{ m}$  hosszú szalagnak  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérséklet-emelkedés esetén? **(0,264 mm)**

**767.** Egy alumínium csövön először  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vizet, azután  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízgőzt vezetnek át.  $\alpha_{\text{Al}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

a) Hány százalékkal változik meg a cső hossza? **(0,2 %)**  
 b) Hány százalékkal változik meg a cső keresztmetszetének területe? **(0,4 %)**

**768.** Acélgolyó átmérője  $4,16\text{ cm}$   $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, egy alumíniumlemezben levő kör alakú lyuk átmérője pedig ugyancsak  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on  $4,15\text{ cm}$ .  $\alpha_{\text{Al}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $\alpha_{\text{ac}} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

a) Mekkora az acélgolyó hőmérséklete, amikor éppen átfér a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os alumíniumlemezben levő lyukon? **(-200,32 °C)**  
 b) Mekkora az alumíniumlemez hőmérséklete, amikor a kivágáson éppen átfér a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os acélgolyó? **(100,4 °C)**  
 c) Mekkora az a közös hőmérséklet, aminél a lyuk és a golyó átmérője azonos? **(201,2 °C)**

**769.**  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten  $1000\text{ m}$  hosszú vas- és rézhuzalt vágnak le  $\alpha_{\text{Fe}} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $\alpha_{\text{Cu}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ . Mekkora a hosszúságkülönbség  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on? **(9 cm)**

**770.** Egy műszer helyes működésének feltétele, hogy a benne lévő vas- és rézhuzal közötti hosszúságkülönbség minden hőmérsékleten  $5\text{ cm}$  legyen  $\alpha_{\text{Fe}} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $\alpha_{\text{Cu}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ . Mekkora a huzalok hossza  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on? **(10 cm; 15 cm)**

**771.** Egy rézgyűrű átmérője  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten  $0,18\text{ m}$ , egy vasgömb átmérője  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on  $0,1805\text{ m}$ .  $\alpha_{\text{Fe}} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $\alpha_{\text{Cu}} = 1,80 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ . Milyen hőmérsékletre kell melegíteni mindkét testet, hogy a gömb éppen átférjen a gyűrűn? **(475,54 °C)**

**772.** Az óra ingája kisméretű teherből és könnyű sárgaréz huzalból van. Az óra  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten pontosan jár,  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on naponta  $16\text{ s}$ -ot késik. Mennyi a sárgaréz vonalass (lineáris) hőtágulási együtthatója? **( $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )**

**773.** 30 cm hosszú vas- és rézlemez összehajlítást úgy, hogy 0 °C-on 4 mm távolságban legyenek egymástól (bimetall-lemez).  $\alpha_{Fe} = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ,  $\alpha_{Cu} = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$   
Mekkora sugarú körívben hajlít meg a lemezpár 100 °C-os hőmérsékleten?

(6,674 m; 6,678 m)

**774.** Vékony acélhuzalra függesztett ingát készítünk. Az inga hossza 10 °C hőmérsékleten pontosan 4 m.  $\alpha_{AC} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ,  $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

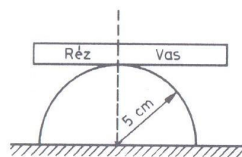
- a) Mekkora lesz az inga hossza 30 °C hőmérsékleten? (4,00096 m)  
b) Mekkora eltérést okoz ez a változás az inga lengésidejében? ( $4,9 \cdot 10^{-4}$  s)  
c) A stopperórával 0,01 s pontossággal mérhetünk. Figyelembe kell-e venni ilyen pontosság mellett a hőmérsékletváltozást? (NEM)

**775.** Mekkora annak a folyadéknak a hőtágulási együtthatója, amelynek térfogata 60 °C hőmérséklet-emelkedés hatására 5 %-kal nő meg? ( $8,33 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

**\*776.** Egy lombikban 0 °C-on 0,68 kg, 100 °C-on 0,67 kg higany fér el. Mekkora az üveg vonalás hőtágulási együtthatója, ha  $1,80 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  a higany térfogati hőtágulási együtthatója? ( $10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

**\*777.** 1 cm<sup>2</sup> keresztmetszetű réz- és vasrudat egyik végén összeragasztanak, és az ábra szerint alátámasztva egyensúlyban van. A rézrúd hossza 0,3 m és a ragasztás éppen a félhenger tengelye fölött van.  $\rho_{Cu} = 8,6 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ ,  $\rho_{Fe} = 7,8 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ .

- a) Egyensúly esetén milyen hosszú a vasrúd? (0,315 m)  
b) Hőmérséklet-emelkedés esetén mi történik?  
(A réz jobban tágul, tehát a réz felé billen le.)



## 2. Hőmennyiség

**778.** 100 °C-os forrásban levő vízbe 0,5 kg tömegű, 20 °C hőmérsékletű vastárgyat teszünk. A vas fajlagos hőkapacitása (fajhője)  $460 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ . Az edényt 200 W teljesítményű forralóval melegítjük úgy, hogy a közölt hő 75 %-a fordítódik a rendszer melegítésére. Mennyi idő múlva indul meg újra a forrás? (122,66 s)

**779.** Egy kódarab 30 m magasról leesik. Mennyivel emelkedik a kő hőmérséklete, ha a fajlagos hőkapacitása  $840 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$  és a hőveszteség 40 %? (0,21 °C)

**780.** Hány °C-kal melegszik fel a 100 kg tömegű vasdarab, ha 50 m magasról leesik és mechanikai energiájának 80 %-a növeli a hőmérsékletét? A vas fajlagos hőkapacitása  $465 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ . (0,86 °C)

**781.** Mekkora hőmérsékletű lesz a 25 dm<sup>3</sup> 80 °C-os és 60 dm<sup>3</sup> 12 °C-os víz összeöntésekor kapott víz, ha nincs hőveszteség? (32 °C)

**782.** Hőszigetelt edényben 200 g 25 °C-os víz van. Ha ehhez 60 g 90 °C-os vizet öntünk, a közös hőmérséklet 35 °C lesz.

- a) Mekkora az edény hőkapacitása? (546 J/°C)  
b) Mekkora lesz a közös hőmérséklet, ha a meleg vízzel együtt a kaloriméterbe még 300 g 5 °C-os 385  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$  fajlagos hőkapacitású rézdarabot teszünk? (33,02 °C)

**783.** Egy kaloriméter hőkapacitását a következőképpen határozzák meg: a kaloriméterbe 1,2 kg vizet öntenek, egy ideig várnak, majd megméri a víz hőmérsékletét, az 12 °C. Ezután 0,5 dm<sup>3</sup> 80 °C-os vizet öntenek a kaloriméterbe az előző vízhez. Keverés közben a beállt közös hőmérséklet 30 °C.

Mekkora az edény hőkapacitása? (793,3 J/°C)

**784.** Egy 10 g tömegű puskagolyó 200  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  sebességgel érkezik a falhoz, amelyben a megállásig

egyenletesen lassulva 5 cm utat tesz meg. A puskagolyó fajlagos hőkapacitása  $400 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .

- a) Számítsuk ki a lövedékre ható fékező erőt, valamint a fékezés idejét! (4000 N;  $5 \cdot 10^{-4}$  s)  
b) Mennyivel változik meg a lövedék hőmérséklete a megállásig, ha a súrlódási munka 60 %-a a lövedék hőmérsékletét növeli? (30 °C)

**785.** 18 °C-on egy rézhuzal hossza 1,2 m, keresztmetszete 2 mm<sup>2</sup>. A réz sűrűsége:  $9000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,

fajlagos hőkapacitása (fajhője):  $385 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ , vonalás hőtágulási tényezője:  $1,5 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$ . A huzalon 1,5 mm hossznövekedést akarunk elérni, először úgy, hogy egyre növekvő húzóerővel rugalmasan megnyújtjuk, a második esetben pedig úgy, hogy hőmennyiséget közlünk a huzallal.

- a) Mekkora a huzal megnyújtásakor a húzóerő által végzett munka, ha a huzal 1,5 mm-rel történő megnyújtásához 200 N erő szükséges? (0,15 J)  
b) Mekkora a második esetben a huzallal közölt hőmennyiség? (692,97 J)

**\*786.** Azbeszthálóval fedett, felhevült elektromos főzőlapra 500 g vizet tartalmazó főzőpoharat teszünk. Állandó keverés mellett mérjük a víz hőmérsékletét és a melegítés idejét. A mérési eredmények azt mutatják, hogy a hőmérséklet-változás gyorsasága állandó:  $5,5 \frac{^\circ\text{C}}{\text{min}}$ . További

500 g vizet öntve a főzőpohárba, a hőmérséklet-változás gyorsasága  $3,1 \frac{^\circ\text{C}}{\text{min}}$ -ra csökken. Ha ezután 1000 g darabokra tört szilárd anyagot szórunk a vízbe, kevés idő elteltével a mérési eredményről készített grafikon ismét egyenes lesz, meredeksége  $2,3 \frac{^\circ\text{C}}{\text{min}}$ .

Mennyi a szilárd anyag fajlagos hőkapacitása (fajhője)? (1665,7 J/kg °C)

**787.** Egy széntüzelésű erőműnek 2 MW teljesítményt kell szolgáltatnia. A rendelkezésre álló szén fűtőértéke  $16\,000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ . A szén eltüzelésével nyert hő 30 %-a alakul át munkává, 42 %-át

hűtővízzel kell elvezetni, míg a többi közvetlenül a környezetnek adódik át.

a) Óráként mennyi szén kell eltüzelni? **(1,5 t)**

b) Hány  $\text{m}^3$  hűtővízre van szükség az erőműben 1 óra alatt, ha az átáramló hűtővíz  $2\text{ }^\circ\text{C}$ -kal melegedhet fel? **(1200  $\text{m}^3$ )**

**788.** Egyik végén befogott acélhuzal keresztmetszete  $0,5\text{ mm}^2$ , hőmérséklete  $0\text{ }^\circ\text{C}$ . A rugalmassági állandója  $2,2 \cdot 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ . A huzalt egyik esetben  $25\text{ }^\circ\text{C}$ -ra melegítjük, másik esetben folyamatosan növekvő és végül 500 N-t elérő erővel  $0\text{ }^\circ\text{C}$ -on nyújtjuk. A huzal fajlagos hőkapacitása (fajhője)  $465 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ , sűrűsége  $7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

Mekkora lesz a melegítéshez szükséges hő és a nyújtási rugalmas munka aránya? **(39,89 ~ 40)**

**789.** Egy 10 m magas 2  $\text{dm}^2$  keresztmetszetű függőleges vasoszlop hőmérsékletét  $0\text{ }^\circ\text{C}$ -ról  $40\text{ }^\circ\text{C}$ -ra növeljük. A levegőnyomás  $10^5\text{ Pa}$ .  $c = 465 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$ ,  $\rho = 7,8 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ ,  $\alpha = 1,17 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$ .

a) Mekkora a felvett hőmennyiség? **( $2,9 \cdot 10^7\text{ J}$ )**

b) Mekkora tágulási munkát végzett az oszlop? **(28,1 J)**

**790.** A 3,99 kg tömegű ólomgolyó 5 m hosszú fonálon függ. Egy 0,01 kg tömegű  $400 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  sebességgel vízszintesen repülő ólomlövedék pontosan a közepén találja el a golyót. A lövedék befűrödik a golyóba. Az ólom fajlagos hőkapacitása  $130 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ , a golyó és a lövedék hőmérséklete kezdetben azonos.

a) Hány fokkal lendül ki a fonál? **( $8,1^\circ$ )**

b) Hány fokkal melegszik fel az ólom? **( $1,53\text{ }^\circ\text{C}$ )**

**791.** Szögbelövő pisztollyal  $200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  sebességre felgyorsított szöget lövünk a falba. A fal állandó fékezőerőt fejt ki a szögre. A szög anyagának fajlagos hőkapacitása (fajhője)  $500 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .

a) Mennyi a szög sebessége akkor, amikor útjának  $\frac{3}{4}$  részénél tart? **(100 m/s)**

b) Hány fokkal lesz melegebb a szög, ha a szög kezdeti mozgási energiájának  $\frac{4}{5}$  része fordítódik a szög melegítésére? **( $32\text{ }^\circ\text{C}$ )**

**792.** Adott körülmények között egy 70 kg tömegű ember testfelületének minden négyzetcentimétere óránként 12 J hőt ad át környezetének.

a) Mekkora a másodpercenkénti hőátadás  $0,8\text{ m}^2$  testfelület esetén? **(26,66 J)**

b) Mennyi zsírt kell a szervezetnek elégetnie 1 nap alatt a hővesztesség pótlásához, ha 1 kg zsír elégetésével  $4 \cdot 10^7\text{ J}$  hővesztesség pótolható? **(57,6 g)**

c) Hány fokot hűlne a test, ha a hővesztesség pótlása 5 percig szünetelne, és a test átlagos fajlagos hőkapacitása  $3500 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ ? **(0,0326  $^\circ\text{C}$ )**

**\*793.** Egy folyón levő vízesés magassága 45 m. A folyó sebessége a vízesés előtt  $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , a vízesés után  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . A vízesésen másodpercenként  $200\text{ m}^3$  víz ömlik le, a víz becsapódási sebessége a

vízesés alján  $29 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . A víz sűrűsége  $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , fajlagos hőkapacitása  $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .

a) Mennyi a lezúduló víz másodpercenkénti mechanikai energiavesztése a levegőben? **( $6,8 \cdot 10^6\text{ J}$ )**

b) Legfeljebb hány fokkal melegedett fel a víz a becsapódás következtében? **(0,1 K)**

### 3. Halmazállapot-változások

**794.** Mennyi hőt ad le a szobának naponta a gőzfűtés radiátora, ha az óránként beérkező, 2 kg tömegű  $100\text{ }^\circ\text{C}$  hőmérsékletű vízgőz  $60\text{ }^\circ\text{C}$ -os vízként távozik? A víz lecsapódási hője  $2250 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ . **( $1,16 \cdot 10^8\text{ J}$ )**

**795.** Szívünk minden egyes összehúzódáskor  $70\text{ cm}^3$  vért továbbít az érrendszerbe. A szívből kiáramló és a szívbe bejutó vér nyomásának különbsége átlagosan 16 kPa. Az átlagos pulzusszám

$\frac{72}{\text{min}}$ .

a) Hány watt a szív átlagos teljesítménye? **(1,344 W)**

b) Mennyi zsír elégetése fedezi a szív napi munkáját, ha az 1 kg zsír elégetéskor keletkező 40 MJ energiát a szervezet 30 %-os hatásfokkal hasznosítja? **(9,64 g)**

**796.** Egy mozdony  $1,5 \cdot 10^6$  watt átlagos hasznos teljesítménnyel dolgozik. Hány kg nyersolajat fogyaszt óránként, ha 1 kg nyersolaj elégetésekor felszabaduló energia  $4,7 \cdot 10^7\text{ J}$ , és az olaj elégetésekor a felszabaduló energia 15 %-át hasznosítja? **(766 kg)**

**797.** 600 W-os főzőlapra 0,5 kg tömegű alumíniumlábosban 2  $\text{dm}^3$   $15\text{ }^\circ\text{C}$ -os vizet teszünk fel melegedni. A főzőlap által leadott hő 20 %-a a környezetet melegíti. Mennyi idő múlva fogy el a lábosból a víz?  $c_{\text{Al}} = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ . **(3,03 óra)**

**798.** Milyen magasra lehetne emelni egy 10 kg tömegű testet annak a hőenergiának a mechanikai egyenértékével, amennyi egy gyufaszál elégetésekor keletkezik, ha a gyufaszál tömege 0,1 g, fűtőértéke  $14\,580 \frac{\text{J}}{\text{g}}$ ? **(14,58 m)**

**799.** Helyi érzéstelenítésnél 16 g mennyiségű  $389,4 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$  párolgási hőjű folyadékot használnak fel a test egy 100 g-nak vehető részén. Feltételezzük, hogy a párolgáshoz szükséges hőt a  $3475 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$  átlagos fajlagos hőkapacitású test szolgáltatja.

Hány fokkal változik a test hőmérséklete? **(17,92 °C)**

**800.** Legalább mekkora sebességgel kellene egy 0 °C hőmérsékletű hógolyót 0 °C hőmérsékletű falnak dobni, hogy megolvadjon? **(817,3 m/s)**

**801.** Egy 20 mm átmérőjű csőben  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  sebességgel víz áramlik. A vizet fűtőolaj folyamatos elégetésével melegítjük. Az olaj fűtőértéke  $40\,000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  a melegítés hatásfoka 80 %, a víz fajlagos hőkapacitása (fajhője)  $4187 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .

Hány fokkal melegíthető fel a víz, ha óránként 5 kg olajat égetünk el? **(16,908 °C)**

**802.** 0,5 liter 0 °C-os vizet és a benne levő 0,5 liter térfogatú 0 °C-os jeget 600 W-os villamos melegítővel 60 °C-ra akarunk melegíteni.

a) Hány joule hő szükséges a melegítéshez? **(389 kJ)**  
b) Ha 15 percig tart a melegítés, hány százalék a melegítés hatásfoka? **(72 %)**

**803.** Kaloriméterben 200 g víz-jég keverék van. Ha 40 g 100 °C-os vízgőzt vezetünk a keverékbe, hőkiegyenlítés után a közös hőmérséklet 60 °C lesz.

Mennyi volt a jég tömege, ha a kaloriméter hőkapacitása elhanyagolható? **(140 g)**

**804.** Egy 0 °C hőmérsékletű jégtömbbe  $150 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  sebességű 1,2 kg tömegű és 30 °C hőmérsékletű vasgolyó csapódik be. A jég olvadáshője  $3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ , a vas fajlagos hőkapacitása (fajhője)

$$460 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Legfeljebb mennyi jég olvad meg? **(88,4 g)**

**805.** Elhanyagolható hőkapacitású kaloriméterbe 0,25 kg tömegű, 15 °C-os víz van. Ebbe a vízbe 20 g havat dobunk. A hőmérséklet a kaloriméterben ennek hatására 5 °C-kal csökken.

Mennyi vizet tartalmazott a hó? **(6,8 g)**

**806.** 0 °C hőmérsékletű jég és 100 °C hőmérsékletű vízgőz keveredéséből 100 °C hőmérsékletű

víz keletkezett. A jég olvadáshője  $334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ , a víz párolgáshője  $2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ .

A víz tömegének hány százaléka volt eredetileg jég és hány százaléka volt vízgőz? **(75 %-a jég; 25 %-a vízgőz)**

**807.** 20 kg tömegű, 0 °C hőmérsékletű jég és 15 kg 0 °C hőmérsékletű víz keverékét mennyi 100 °C-os vízgőz hozzákeverésével lehet 60 °C hőmérsékletre melegíteni, ha  $c_v = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ ,

$$L_o = 3,34 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, L_f = 2,25 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}} ? \quad \text{(6,41 kg)}$$

**808.** 20 kg -10 °C hőmérsékletű jégre 4 kg 100 °C hőmérsékletű vízgőzt vezetünk.

a) Mekkora lesz a kialakuló közös hőmérséklet? **(35,6 °C)**  
b) A kiegyenlítés után mennyi víz keletkezik? **(24 kg)**

**809.** 1 kg -10 °C-os jégre 1 kg 120 °C-os vízgőzt engedünk.  $c_j = 2090 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ ,

$$c_v = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}, c_g = 1840 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}, L_o = 3,34 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, L_f = 2,25 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Mi lesz a közös állapot? **(0,67 kg 100 °C-os vízgőz és 1,33 kg 100 °C-os víz)**

**810.** 1 kg vizet túlhűtünk -10 °C-ra. A jég fajlagos hőkapacitása  $2095 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$ , a jég olvadáshője  $3,34 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ , a víz fajlagos hőkapacitása  $4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$ .

Mennyi jég fog kifagyni, ha a fagyást megindítjuk?

**(874,9 g 0 °C-os víz és 125,1 g jég keveréke alakul ki)**

**811.** Hőszigetelt edényben vizet melegítünk, majd forralunk merülő forralóval. A hőközlési idő 60 %-a alatt a kezdetben 19 °C-os víz forrásig melegszik, a további időben a víz egyrésze elforr.

A víz forráshője  $2,25 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ , a víz fajlagos hőkapacitása  $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$ .

a) A víz hány százaléka forr el? **(10 %)**

b) Hány watt teljesítményű a forraló, ha az elforralás folyamán percnként 18 g víz párolog el? **(675 W)**

**812.** 1 liter 8 °C hőmérsékletű alkoholt úgy osztunk két részre, hogy az egyik rész teljes elégetésekor keletkezett hő képes legyen a másik részt 78 °C hőmérsékletre felmelegíteni és ezen a hőmérsékleten teljesen elpárologtatni. Égéshő  $30 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ , fajhő  $2380 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$ , párolgáshő

$$9 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Mennyi alkoholt kell elégetni? **(34,4 cm<sup>3</sup>)**

**813.** Halbiológiai kísérlethez az 5 literes akvárium 15 °C-os vizét melegítik 35 °C-ra 4 percig, majd 15 °C-ra visszahűtik -10 °C-os jég hozzáadásával.

a) Az akvárium hőkapacitását figyelmen kívül hagyva, mennyi a melegítő teljesítménye és a felhasznált energiája? **(1,75 kW; 420 kJ)**

b) Mennyi lesz a víz tömege a kísérlet végén? **(6 kg)**

**814.** Egy gépkocsi 25 % hatásfokú motorja 30 kW teljesítményt fejt ki. Az üzemanyag sűrűsége  $950 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , fűtőértéke  $42 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ .

a) Mekkora sebességgel áramlik az üzemanyag a motor és a tartály közötti 6 mm átmérőjű csőben? **(10,6 cm/s)**

b) Hány  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  sebességgel halad a gépkocsi, ha a 100 km-re jutó fogyasztása 10 liter? **(108 km/h)**

**815.** Egy béka 80 cm-es ugrásokkal 800 m utat tesz meg vízszintes talajon. Minden elugráskor 0,96 J munkát végez. A víz párolgáshője a béka testhőmérsékletén  $2,47 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ .

a) Mekkora a béka átlagos teljesítménye, ha pihenőkkel megszakított útja 1,5 óráig tart? **(0,177 W)**

b) Mennyi vizet párologtat el útja során a béka, ha feltételezzük, hogy a táplálékából nyert energia 25 %-a munkavégzésre, a maradéknak 60 %-a a víz elpárologtatására fordítódik? **(≈ 0,7 g)**

**816.** Egy  $400 \text{ km}^2$ -es területet 2 cm vastag,  $-2 \text{ °C}$  hőmérsékletű hó borít. A területre 2 órán át  $5 \text{ °C}$  hőmérsékletű eső esik. Ennek következtében a hó fele megolvad,  $0 \text{ °C}$ -os hó–víz keverék keletkezik. A hó sűrűsége  $100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , a hó fajlagos hőkapacitása  $2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ , a hó olvadáshője

$335 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ , a víz fajlagos hőkapacitása  $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ . A talajjal és a levegővel történő hőcserétől te-

kintsünk el!

a) Hány mm eső esett a 2 óra alatt? **(16,3 mm)**

b) Mekkora átlagos teljesítménnyel történt az energia átadása? **( $1,9 \cdot 10^{10} \text{ W}$ )**

**817.** Munkavégzés mérésére is alkalmas, úgynevezett „szobakerékpár” kerekének átmérője 60 cm. Erre a kerékre, a peremen két fékpofa egyenként  $22,5 \text{ N}$  nyomóerővel hat. A súrlódási tényező 0,25. A vizsgált személy 10 percen keresztül egyenletesen hajtja a kereket, amely percenként 48-at fordul. Ezalatt a vizsgált személy 2,2 liter többletoxigént vesz fel. 1 liter oxigén felvételével 20 kJ energia szabadul fel a szervezetben, a párologtatástól eltérő hőleadási források figyelembevételétől eltekintünk.

A víz párolgáshője  $2400 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ .

a) Mekkora hatásfokkal alakítja át a szervezet a felszabadult energiát mechanikai munkává? **(23,1 %)**

b) Hány gramm vizet párologtat el a vizsgált személy, ha a hőmérséklete nem változik a vizsgálat során? **(14 g)**

#### 4. Gáztörvények, állapotegyenlet

**818.** Mennyi a normál állapotú héliumgáz sűrűsége? **(0,17 kg/m<sup>3</sup>)**

**819.** Egy levegőbuborék térfogata a tengerszinten  $4 \text{ mm}^3$ . A tengervíz sűrűsége  $1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,

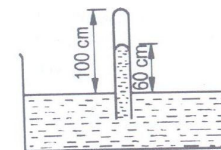
a tengerszinten a levegő nyomása  $10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ .

a) Mekkora a nyomás a tengerben 15 m mélységben? **( $2,545 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ )**

b) Mekkora a levegőbuborék térfogata ebben a mélységben, ha a hőmérséklet változatlan? **(1,57 mm<sup>3</sup>)**

**820.** 100 cm hosszú Torricelli-csőben 60 cm magasan áll a higany, mert a higany fölél levegő jutott. A csövet ezután megdöntjük.

Mely helyzetben lesz a levegővel telt rész 20 cm hosszú, ha a külső levegő nyomása  $10^5 \text{ Pa}$ ? **(35,5°)**



**821.** Rosszul sikerült Torricelli-kísérletben a higanyoszlop csak 65 cm magas, holott a barométer szerint 75 cm-nek kellene lennie.

Mennyi levegő jutott a „Torricelli-ürbe”, ha a 90 cm hosszúságú üvegcső a higanyba 10 cm mélyen merül és az üvegcső keresztmetszete  $1 \text{ cm}^2$ ? **(2 cm<sup>3</sup>)**

**822.** Egy  $1,5 \text{ cm}^2$  alapterületű 100 cm hosszú Torricelli-csőben 40 cm magasan áll a higany. A külső levegőnyomás  $10^5 \text{ Pa}$ , a hőmérséklet a csővön kívül és belül egyaránt  $0 \text{ °C}$ , a levegő sűrűsége normál állapotban  $1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

Hány gramm levegő jutott be a higany fölél? **(53,3 mg)**

**823.** Higanyval teli edénybe mindkét végén nyitott üvegcsövet süllyesztünk úgy, hogy a cső 60 cm hosszú része kint legyen a higanyból. Ezután a cső felső részét lezárjuk és még 30 cm-rel beljebb nyomjuk a higanyba.

Milyen hosszú ekkor a csőben levő levegőoszlop, ha a külső levegőnyomás  $1,03 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ? **(48,3 cm)**

**824.** Nyitott, 1 m hosszú üvegcsövet félig higanyba nyomunk. Ezután a cső szabad végét az ujjunkkal befogjuk és kiemeljük a higanyból.

Milyen hosszú higanyoszlop marad a csőben, ha a külső levegőnyomás  $1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ? **(25 cm)**

**825.** Az egyik végén beforrasztott, függőleges üvegcsőben a levegőt az ábra szerint higany zárja el. A csövet óvatosan megfordítjuk úgy, hogy a nyitott vége legyen alul. Eközben a higany egy része kifolyik.

Milyen hosszú a csőben maradó higanyoszlop, ha a külső légnyomás  $1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ? **(2,8 cm)**



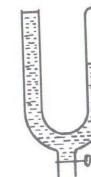
**826.** Az  $1 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű, azonos szárhosszúságú U alakú cső egyik vége nyitott, a másik vége zárt. A cső zárt végében  $20 \text{ cm}^3$   $0 \text{ °C}$  hőmérsékletű gázt a külső levegőtől higany választ el. A higany a nyitott csőszárat teljesen megtölti. A külső légnyomás  $10^5 \text{ Pa}$ , a higany hőtágulása elhanyagolható.

a) Mekkora a bezárt gáz nyomása? **( $1,27 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ )**

b) A csapon át annyi higanyt engedünk ki, hogy a két csőben a higanyszintek különbsége eltűnjék. Mekkora ekkor a bezárt gáz térfogata?

c) Mennyi a kieresztett higany mennyiség térfogata?

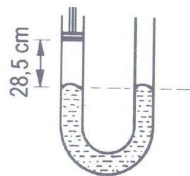
d) Ezután mennyivel emeljük a rendszer hőmérsékletét, hogy a nyitott szárban 4 cm-rel magasabban legyen a higanyfelszín, mint a másik szárban? **(25,4 cm<sup>3</sup>)**  
**(30,8 cm<sup>3</sup>)**  
**(37,5 °C)**



**827.** U alakú csőben a higany mindkét szárban egyenlő magasan áll. A bal oldali szárban a higany felett 28,5 cm magasságban levő dugattyút lassan 28,5 cm-rel mélyebbre nyomjuk le. A cső keresztmetszete  $2 \text{ cm}^2$ , a higany sűrűsége  $13,6 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ ,

a külső levegőnyomás és a csőben levő gáz nyomása  $10^5 \text{ Pa}$ , a hőmérséklet állandó.

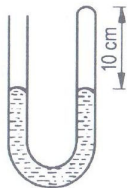
- a) Mennyivel magasabban áll most a higany a jobb oldali szárban?  
b) Mennyivel növekedett eközben a higany mennyiség helyzeti energiája?



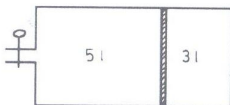
(18,84 cm)  
(0,965 J)

**\*828.** Egy állandó keresztmetszetű U alakú cső egyik szára nyitott, a másik zárt. A benne lévő higany felszíne a két szárban azonos magasságban van. Ekkor a zárt szárban a higanyoszlop feletti levegőoszlop 10 cm magas. A külső levegőnyomás  $10^5 \text{ Pa}$ .

Hányszorosára nő a levegő térfogata, ha annyi levegőt viszünk állandó hőmérsékleten a higany szint feletti térrészbe, hogy a levegő tömege éppen megkétszereződik? (1,68-szorosára)



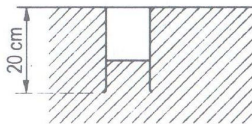
**829.** Az ábrán látható hengert egy súrlódásmentesen mozgatható fal egy 5 L-es és egy 3 L-es részre osztja. A hengerben a környezet hőmérsékletével azonos hőmérsékletű, de a külső levegő nyomásánál nagyobb nyomású gáz van. A fal és a henger hővezető. A henger alapterülete  $1 \text{ dm}^2$ . A bal oldali részből kivenedjük a gáz tömegének  $\frac{2}{5}$  részét.



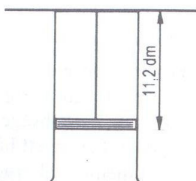
- Mekkora a térfogat változása a két részben?  
Hol állapodik meg a fal, miután a szerkezet ismét felvette a környezet hőmérsékletét? (A dugattyú beáll középre.)

**830.** Egy  $50 \text{ cm}^2$  alapterületű, 20 cm magas elhanyagolható súlyú, alul nyitott, vékony falú dobozt addig nyomunk be higanyba, amíg éppen a felső szintjéig merül be. A hőmérséklet állandó, a külső levegő nyomása  $10^5 \text{ Pa}$ .

- a) Mekkora a doboz belsejében ekkor a levegő nyomása?  
b) Mekkora erővel kell a dobozt ebben a helyzetben leszorítanunk?



**831.** Egyik végén zárt, és nyitott végével lefelé fordított,  $2 \text{ dm}^2$  alapterületű henger 60 kg-os tömegű dugattyúja a henger zárt végéhez elhanyagolható tömegű fonállal csatlakozik 11,2 dm mélységben. A normál állapotú levegő sűrűsége  $1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , fajlagos hőkapacitása állandó térfogaton  $712 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ .



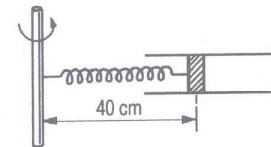
- a) A hengerben és kívül  $10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$  nyomású és  $0^\circ\text{C}$  hőmérsékletű levegő van. Mennyivel csökken a dugattyú helyzeti energiája, ha elvágjuk a fonalat és megvárjuk míg beáll az egyensúly? (288 J)

- b) A hőmérsékletet annyira lecsökkentjük, miközben a külső nyomás változatlanul  $10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$  marad, hogy a dugattyú visszatér eredeti helyzetébe. Mennyivel változik a bezárt gáz belső energiája, ha ismét megvárjuk míg beáll az egyensúly? (1657,8 J)

**832.** Nyugalomban lévő, függőleges, mindkét végén zárt csőben levő gázt 5 cm hosszú higanyoszlop két részre oszt. Az alsó rész 30 cm, a felső 60 cm hosszú. A hőmérséklet állandó, a higany sűrűsége  $13,6 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ .

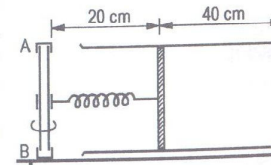
- a) Merre mozdul el a higany a csőben, ha a cső szabadon esik? (A Hg felfelé mozdul el.)  
b) Esés közben a higany új egyensúlyi helyzetet foglal el. Ez 20 cm-re van a régitől. Mekkora volt a nyomás a két térben az esés előtt, és mekkorák a nyomások esés közben? (4533 N/m<sup>2</sup>; 11 333 N/m<sup>2</sup>; esés közben 6800 N/m<sup>2</sup>)

**833.** Függőleges tengely körül, az ábrán látható módon, egy  $0,5 \text{ dm}^2$  belső keresztmetszetű henger foroghat. A hengerben súrlódásmentesen mozoghat a 4 kg tömegű dugattyú, amelynek tömegközéppontja nyugalmi állapotban 40 cm távolságban van a forgástengelytől. A jól záró dugattyú  $2 \text{ dm}^3$  térfogatú,  $10^5 \text{ Pa}$  nyomású gázt zár be a hengerbe. A külső levegő nyomása is  $10^5 \text{ Pa}$ . A dugattyút a tengellyel feszítetlen  $1000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  rugóállan-



- dó rugó köti össze. A hengert a függőleges tengely körül lassan felpörgetjük, majd  $40 \frac{1}{\text{s}}$  állandó szögsebességű forgásban tartjuk. A gáz hőmérséklete nem változik. Mekkora a rugó megnyúlása?  
Mekkora a hengerbe zárt levegő nyomása? (0,36 m)  
(10<sup>6</sup> Pa)

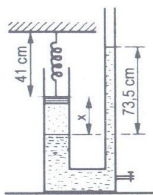
**834.** Egy 60 cm hosszú  $7 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű, egyik végén zárt fémcsőben 1,25 kg tömegű dugattyú 40 cm hosszú  $10^5 \text{ Pa}$  nyomású levegőoszlopot zár el. A dugattyút 20 cm hosszú rugó köti az AB forgástengelyhez. A rugó most alaphelyzetben van, és olyan az ellenállása, hogy 175 N erő nyújtja meg 1 m-rel. Ezután a csövet az AB tengely körül, vízszintes síkban, állandó  $12,5 \frac{1}{\text{s}}$  szögsebességgel forgatjuk. A hőmérséklet állandó.



- Hol helyezkedik el most a dugattyú?

(15 cm-rel kijebb a forgástengelytől)

**\*835.** Az ábra szerinti elrendezésben 600 N súlyú dugattyú annyi 0 °C hőmérsékletű gázt zár el, melynek  $10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$  nyomáson 22,4 dm<sup>3</sup> lenne a térfogata. A rugó hosszát 180 N erő változtatja meg 1 cm-rel. Amíg a 4 dm<sup>2</sup> és az 1 dm<sup>2</sup> keresztmetszetű hengerekben a higanyszintek különbsége 73,5 cm, a rugó hossza 41 cm. A külső légnyomás  $10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$ , melyet tekintsünk

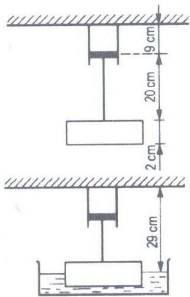


megegyezőnek a 73,5 cm magas higanyoszlop nyomásával.

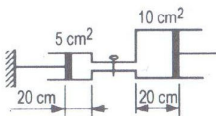
- a) Mekkora az ábrán x-szel jelölt távolság? **(2,8 dm)**  
 b) Mekkora a rugó hossza terheletlen állapotban? **(59,88 cm)**  
 c) Hány liter higanyt kell a csapon át kiengedni ahhoz, hogy a higanyszintek a hengerekben egyenlő magasan álljanak? **(32,45 dm<sup>3</sup>)**

**\*836.** Egy függőleges tengelyű, rögzített henger alapterülete 1 dm<sup>2</sup>, a benne súrlódásmentesen mozgatható, légmentesen záró dugattyún 20 cm hosszú fonálra erősítve, egy 100 dm<sup>2</sup> alapterületű, 2 cm vastag, 200 N súlyú lemez lóg. A dugattyú ekkor 9 cm magas levegőoszlopot zár el. A dugattyú és a fonál súlytalan, a dugattyú vastagsága elhanyagolható. A hengerben a levegő hőmérséklete nem változik. A külső levegőnyomás 10<sup>5</sup> Pa. Hogyan változik meg a dugattyú helyzete, ha a lemez alá tett edényben annyi vizet öntünk, hogy a víz felszíne 29 cm távolságra legyen a henger felső végétől?

**(0,01 m, a dugattyú a henger tetejétől 8 cm-re van.)**



**\*837.** Egy 5 cm<sup>2</sup> és 10 cm<sup>2</sup> alapterületű hengert vékony cső köt össze, amelyet csappal lehet elzárni. A hengerek az asztalon fekszenek. Mindegyik hengerben 20 cm hosszúságban  $10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$  nyomású levegő van. A külső levegő nyomása is  $10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$ . A bal oldali dugattyút fonál köti a falhoz.



Elzárt csap mellett a jobb oldali dugattyút addig húzzuk ki, amíg a jobb oldali hengerben a levegőoszlop hossza 25 cm lesz. Mekkora most a bal oldali hengerben a levegőoszlop hossza?

**(33,33 cm)**

**838.** Levegőmennyiség térfogata 25 °C-on 6 cm<sup>3</sup>.

Mekkora a térfogata változatlan nyomásmérő-(barométer-)állás esetén, ha a hőmérséklet 8 °C?

**(5,657 cm<sup>3</sup>)**

**839.** Egy gázhőmérőben levő gáz térfogata 0 °C-on 500 cm<sup>3</sup>.

Mekkora a mért hőmérséklet, ha a gáz térfogata 520 cm<sup>3</sup>, és a nyomása mindkét esetben 10<sup>5</sup> Pa.

**(283,92 K)**

**840.** 300 L 27 °C hőmérsékletű 10<sup>5</sup> Pa nyomású gáz először állandó nyomáson 200 L-rel tágul, másodszor állandó térfogaton a hőmérséklete 123 °C-ra emelkedik.

a) Mekkora a gáz hőmérséklete az állandó nyomáson végbement állapotváltozásai végén?

**(500 K)**

b) Mekkora a gáz nyomása az állandó térfogaton végbement állapotváltozás végén?

**(1,32 · 10<sup>5</sup> Pa)**

**841.** Száraz, normál állapotú levegő sűrűsége  $1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

a) Mekkora a sűrűsége 20 °C-on, ha a nyomás változatlan?

**(1,21 kg/m<sup>3</sup>)**

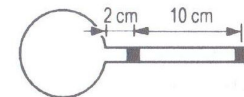
b) Mekkora a sűrűsége 30 °C-on, ha a nyomása  $1,6 \cdot 10^5$  Pa?

**(1,87 kg/m<sup>3</sup>)**

**842.** Egy 9,8 cm<sup>3</sup>-es üveggömbhöz 0,1 cm<sup>2</sup> keresztmetszetű, a végén nyitott vízszintes üvegcső csatlakozik. A csőben 27 °C-on, a gömbtől 2 cm-re egy higanycsepp van.

Hány fok a hőmérséklet akkor, ha változatlan nyomás mellett a higanycsepp 10 cm-rel távolodott el a kezdeti helyzetétől?

**(330 K)**



**843.** Az ábrán látható 1 cm<sup>2</sup> keresztmetszetű cső egyik végét leforrasztottuk, a másik, hosszabbik vége nyitott. A cső két szarában a higany szintje azonos. A 30 cm magasságú térrészbe bezárt levegő hőmérséklete 18 °C. A nyitott oldal feletti levegő hőmérséklete ugyancsak 18 °C, nyomása 10<sup>5</sup> Pa. A levegő sűrűsége 0 °C-on 1,29  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , a higany sűrűsége

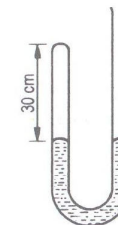
18 °C-on  $13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

a) Mekkora a zárt térrészben levő levegő tömege?

**(0,0363 g)**

b) Hány kg higanyt kell a nyitott végén át a csőbe tölteni, hogy a zárt térrészben levő levegő térfogata a felére csökkenjen?

**(1,4 kg)**



**844.** Mekkora lesz a nyomás a 30 °C hőmérsékletű munkahelyen megtöltött  $2 \cdot 10^3$  Pa nyomású neongázt tartalmazó kisülési csőben, ha a hőmérséklet -10 °C-ra csökken?

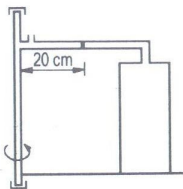
**(1,74 · 10<sup>3</sup> Pa)**

**845.** Egy 5 L-es edényben 27 °C kezdeti hőmérsékletű  $2 \cdot 10^5$  Pa nyomású levegőt melegítünk.  $3 \cdot 10^5$  Pa nyomás elérésekor befejezzük a melegítést. A levegő sűrűsége 0 °C-on 10<sup>5</sup> Pa nyomáson  $1,30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , fajlagos hőkapacitása (fajhője) állandó térfogaton  $711,79 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .

Mennyi hőmennyiséget közöltünk az edényben levő levegővel?

**(1241 J)**

**846.** Egy tartályt az ábrán látható módon függőleges tengelyű forgóasztalra rögzítettünk. A tartály szájnnyílása vízszintes csőhöz csatlakozik. A cső sugárirányú  $10 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű, a tengelynél levő vége nyitott. A csőben, álló helyzetben, a tengelytől  $20 \text{ cm}$ -re  $0,5 \text{ kg}$  tömegű, súrlódásmentesen elmozduló dugattyú van. A dugattyú  $40 \text{ L}$   $0^\circ\text{C}$ -os a külső levegő nyomásával azonos  $10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$ ,  $1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  sűrűségű nitrogén gázt zár a tartályba.



- a) A forgóasztalt  $1,59 \frac{1}{\text{s}}$  fordulatszámú forgásba hozzuk. Hány fokra kell a gáz hőmérsékletét eközben növelni ahhoz, hogy a dugattyú  $20 \text{ cm}$  távolságban maradjon a tengelytől? **(27,21 °C)**
- b) Mennyi hőt kellett a gázzal közölni, ha fajlagos hőkapacitása állandó térfogaton  $741 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ ? **(1000,35 J)**

**847.**  $20 \text{ L}$ -es gázpalackban  $16^\circ\text{C}$ ,  $10^6 \text{ Pa}$  nyomású oxigén van. Mennyi volna a gáz térfogata normál állapotban? **(188,92 L)**

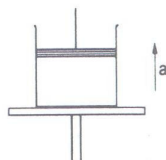
**848.** Magasan lebegő léggömb  $-18^\circ\text{C}$  hőmérsékletű  $0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  nyomású gázt tartalmaz, amelynek térfogata  $4200 \text{ m}^3$ . Mennyi volna a térfogata  $30^\circ\text{C}$ -on,  $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  nyomáson? **(1247,6 m³)**

**849.**  $14 \text{ m}$  mély tó fenekéről – ahol  $4^\circ\text{C}$  a hőmérséklet – egy  $0,6 \text{ cm}^3$  térfogatú gázbuborék emelkedik a felszínre. Mekkora lesz a buborék térfogata, ha a felszínen a nyomás  $10^5 \text{ Pa}$ , a hőmérséklet  $27^\circ\text{C}$ ? **(1,55 cm³)**

**850.**  $0,5 \text{ m}$  hosszú, egyenletes keresztmetszetű egyik végén zárt üvegsövet nyílásával lefedve fordítva, függőleges helyzetben víz alá nyomunk. A cső alsó vége a víz felszínétől  $5 \text{ m}$  mélyen lesz. A víz hőmérséklete  $10^\circ\text{C}$ , a külső levegő hőmérséklete  $20^\circ\text{C}$ , a levegőnyomás  $10^5 \text{ Pa}$ . Milyen magasra emelkedik a víz a csőben? **(17,4 cm)**

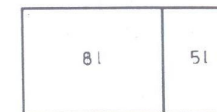
**851.** Egy  $120 \text{ m}^2$  alapterületű és  $4,5 \text{ m}$  magas tanteremben a levegő hőmérséklete  $10^\circ\text{C}$ -ról  $20^\circ\text{C}$ -ra emelkedik. A levegő sűrűsége  $0^\circ\text{C}$ -on  $10^5 \text{ Pa}$  nyomáson  $1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .  
a) Hány kg levegő távozik a teremből az ablak résein a melegedés folyamán? **(23,01 kg)**  
b) Mekkora munkát végez a táguló levegő? **( $1,9 \cdot 10^6 \text{ J}$ )**

**852.** Függőleges tengelyű hengerben súrlódásmentesen mozgatható, jól záró  $10 \text{ kg}$  tömegű dugattyú alatt ideális gáz van. A henger alapterülete  $50 \text{ cm}^2$ . Az edényt  $8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  gyorsulással függőlegesen mozgatva a gázoszlop hossza a dugattyú alatt  $31\%$ -kal csökken, miközben a gáz Kelvinben mért hőmérséklete  $20\%$ -kal nő.  
a) Hány százalékkal változik közben a gáz nyomása?  
b) Mekkora a külső nyomás?



**(73,9 %)**  
**( $1,65 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ )**

**853.** Henger alakú zárt edényben súrlódásmentes, jól záró, vékony dugattyú áll. Kiinduláskor a dugattyú bal oldalán  $8 \text{ L}$  normál állapotú, jobb oldalán  $5 \text{ L}$  normál állapotú gáz van bezárva. A jobb oldali teret  $100^\circ\text{C}$ -ra melegítjük, miközben a dugattyútól balra levő részt továbbra is  $0^\circ\text{C}$ -on tartjuk. A henger fala és a dugattyú hőszigetelőnek tekinthető.



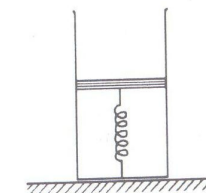
- a) Mekkora lesz az egyik, ill. a másik oldalon a nyomás, ha a dugattyút a melegítés közben nem engedjük elmozdulni? **( $10^5 \text{ Pa}$ ;  $1,36 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ )**  
b) Mekkora lesz a bal, ill. jobb oldali részben a gáz térfogata és nyomása, ha a dugattyú a melegítés folyamán elmozdulhat? **( $5,987 \text{ dm}^3$ ;  $7,01 \text{ dm}^3$ ;  $1,14 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ )**

**854.** Egy sportoló  $15$  percen át az  $1200 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  rugalmassági állandójú rugót terheletlen hosszához képest  $20 \text{ cm}$ -rel, percenként  $30$ -szor nyújtotta meg. A vizsgálat alatt a sportoló légzéssel, az alapanyagcseréhez szükséges oxigénen felül  $1,5 \text{ dm}^3$   $27^\circ\text{C}$  hőmérsékletű és  $0,9 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$  nyomású oxigént fogyasztott. Az oxigén sűrűsége normál állapotban  $1,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

Milyen arányban van az elvégzett mechanikai munka és a sportoló szervezete által termelt hő, ha az adott esetben  $1 \text{ g O}_2$  elfogyasztása  $17000 \text{ J}$  oxidációs hő termelődésének felel meg? **(36,98 %)**

**855.** Vízszintesen elhelyezett, mindkét végén lezárt, egyenletes keresztmetszetű  $1 \text{ m}$  hosszú üvegsőben bal oldalt  $20 \text{ cm}$ , jobb oldalt  $50 \text{ cm}$  hosszú  $0^\circ\text{C}$ -os levegőoszlop van. A két levegőmennyiséget higany választja el egymástól. Mennyivel kell a bal oldali levegőmennyiség hőmérsékletét növelni – miközben a jobb oldali  $0^\circ\text{C}$  marad –, hogy a higany középre tolódjék? **(409,5 K)**

**\*856.** Egy függőleges hengerben  $50 \text{ dm}^3$ ,  $0^\circ\text{C}$  hőmérsékletű He gázt  $4 \text{ dm}^2$  keresztmetszetű,  $50 \text{ kg}$  tömegű dugattyú zár le. A külső levegő nyomása  $10^5 \text{ Pa}$ . A dugattyú és a henger alját egy  $2000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  rugóállandójú rugó köti össze; a rugó megnyúlása ebben az állapotban zérus. A He fajlagos hőkapacitása állandó térfogaton  $3160 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ , sűrűsége normál állapotban  $0,1786 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .



- a) Mennyivel kell a gáz hőmérsékletét növelni ahhoz, hogy a dugattyú  $40 \text{ cm}$ -t emelkedjék? **(151,42 K)**  
b) Mennyivel növekedett a gáz belső energiája? **(4,77 kJ)**

**857.** Hidrogénnel töltött ballon térfogata  $1200 \text{ m}^3$ . A ballonban  $10^5 \text{ Pa}$  nyomáson  $27^\circ\text{C}$  hőmérséklet van. A ballon burkolata a hasznos teherrel együtt  $800 \text{ kg}$ . Mennyi hidrogént használtak fel a töltéshez? **(96,38 kg)**



858. 35 L-es gázpalackban 0 °C-os hőmérsékletű oxigéngáz van, tömege 0,4 kg.

Mekkora az oxigéngáz nyomása?

$$(8,1 \cdot 10^5 \text{ Pa})$$

859. 0,1 m<sup>3</sup> térfogatú zárt palackban 0,8 kg tömegű oxigéngáz van 7 · 10<sup>5</sup> Pa nyomáson.

Mennyi a gáz hőmérséklete?

$$(336,9 \text{ K} = 63,9 \text{ °C})$$

860. Egy gázpalackban 2 · 10<sup>6</sup> Pa nyomású, 300 K hőmérsékletű gáz van. Kiengedjük a gáz harmadrészét.

Mekkora nyomást jelez a nyomásmérő, ha közben a hőmérséklet 10 K-nel csökkent? (1,28 · 10<sup>6</sup> Pa)

861. Egy gázpalackban 0,335 kg tömegű levegő van. Hányad részére csökken a palackban a nyomás, ha 0,145 kg tömegű levegőt kiengedünk úgy, hogy közben a hőmérsékletet állandó értéken tartjuk? (0,56)

862. Mekkora a lámpa a 10 cm<sup>3</sup> térfogatú égőjében levő argongáz tömege, ha 120 °C átlagos hőmérsékleten 9,7 · 10<sup>4</sup> Pa a nyomás? (11,9 mg)

Mekkora az égőben levő nyomás szobahőmérsékleten (20 °C-on)? (7,24 · 10<sup>4</sup> Pa)

863. Egy gázpalackban 1 kg tömegű gáz volt. Mennyit használtak fel belőle, ha a nyomás a kezdeti érték felére csökkent, miközben a hőmérséklete nem változott? (0,5 kg)

864. Egy gázpalackból kiengedjük a gáz harmadrészét. Hányszorosára kell növelni a bent maradt gáz abszolút hőmérsékletét, hogy a nyomás az eredeti értékre álljon vissza? (3/2 T)

865. Az oxigéngyárban az 50 dm<sup>3</sup>-es palackokat 1,5 · 10<sup>7</sup>  $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$  nyomásig töltik fel a 15 °C hőmérsékleten.

a) Mekkora a palackban levő oxigén tömege? (10,04 kg)

b) A palackból 1,5 · 10<sup>5</sup>  $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$  nyomáson és 15 °C hőmérsékleten 1 m<sup>3</sup> oxigént használunk el.

Mennyivel lett könnyebb a palack? (2,008 kg)

866. Csővezetékben 17 °C hőmérsékletű, 5 · 10<sup>5</sup> Pa nyomású nitrogén áramlik. A cső 6 cm<sup>2</sup> keresztmetszetén 5 perc alatt 2,5 kg gáz áramlik át.

a) Mennyi az áramló gáz sűrűsége?

$$(5,81 \text{ kg/m}^3)$$

b) Mennyi a gáz áramlási sebessége?

$$(2,38 \text{ m/s})$$

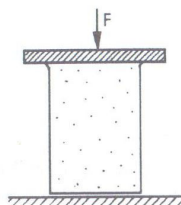
867. Egy 44,8 dm<sup>3</sup> térfogatú és 1,12 m magas hengerben 0 °C hőmérsékletű oxigén van. A 200 kg tömegű fedőt egy külső szerkezet  $F = 18\,000 \text{ N}$  erővel szorítja a hengerhez. Ha a bezárt oxigént 273 °C-ra melegítjük fel, akkor az oxigén éppen megemeli a fedőt. A külső nyomás 10<sup>5</sup> Pa, az oxigén sűrűsége normál állapotban 1,43  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

a) Hány gramm oxigén volt a hengerben?

$$(189,57 \text{ g})$$

b) Mekkora volt a gáz nyomása a melegítés előtt?

$$(3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2)$$



868. Egy 4 dm<sup>2</sup> alapterületű hengerben 32 g tömegű 0 °C hőmérsékletű oxigéngázt 150 kg tömegű dugattyú zár el. A külső nyomás 10<sup>5</sup> Pa. A henger tengelye függőleges. A 32 g tömegű 0 °C-os gáz térfogata 10<sup>5</sup> Pa nyomáson 22,4 dm<sup>3</sup>, az oxigén

fajlagos hőkapacitása (fajhője) állandó nyomáson 917  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .

$$(0,41 \text{ m})$$

a) Milyen magasan áll a dugattyú?

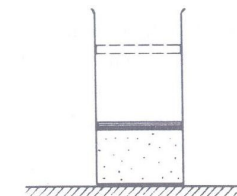
b) A gázt melegítjük egészen addig, míg a dugattyú kétszeres magasságra emelkedik.

Mekkora most a gáz hőmérséklete?

$$(546 \text{ K})$$

c) Mekkora hőmennyiség bevitelére volt szükség ehhez?

$$(8010,9 \text{ J})$$



869. Jó hőszigetelésű hengerben 20 dm<sup>3</sup> 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 hidrogén mólnyi mennyisége 2 g, fajlagos

hőkapacitása állandó térfogaton 10 112  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .

a) Mennyi a hengerben levő gáz tömege?

$$(1,76 \text{ g})$$

b) Mekkora a gáz hőmérséklete az összenyomás után?

$$(306,71 \text{ K})$$

870. Sűrűdés nélkül mozgatható dugattyúval lezárt henger űrtartalma 150 L, benne 40  $\frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$  nyomású, 0 °C kezdeti hőmérsékletű oxigéngáz van. A gázt állandó nyomáson melegítjük addig, amíg tágulása közben éppen 20 000 J tágulási munkát végzett. Az oxigén sűrűsége 10<sup>5</sup> Pa nyomáson és 0 °C-on 1,43  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , fajlagos hőkapacitása (fajhője) állandó nyomáson

921  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$ .

a) Mennyi lett a gáz térfogata?

$$(200 \text{ dm}^3)$$

b) Mennyi lett a gáz hőmérséklete?

$$(364 \text{ K})$$

c) Mennyi hőt közöltünk a gázzal?

$$(70\,904 \text{ J})$$

871. Egy 20 L-es palackban 10<sup>7</sup> Pa nyomású és 0 °C hőmérsékletű oxigén van. Az oxigénből kiengedünk 0,86 kg-ot. Az oxigén sűrűsége 10<sup>5</sup> Pa nyomáson és 0 °C-on 1,43  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

a) Mekkora lesz a nyomás, ha a hőmérséklet ismét 0 °C?

$$(69,9 \cdot 10^5 \text{ Pa})$$

b) Mekkora hőmérsékletre kell az oxigént melegítenünk, hogy a nyomása újból 100 · 10<sup>5</sup> Pa legyen?

$$(390,5 \text{ K})$$

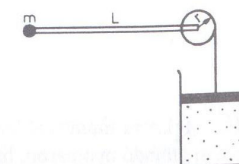
872. Az ábra szerinti 100 cm<sup>2</sup> alapterületű, oxigénnel telt hengerben 10 cm magasan elhanyagolható tömegű dugattyú áll, amelyet  $R = 5 \text{ cm}$  sugarú kerékről lelógó fonál tart. A kerékhez erősített,  $L = 20 \text{ cm}$  hosszú vízszintes rúd végén  $m = 5 \text{ kg}$  tömegű test van. A hőmérséklet 20 °C, a külső nyomás 10<sup>5</sup> Pa.

a) Hány gramm oxigén van a hengerben?

$$(1,05 \text{ g})$$

b) Milyen egyensúlyi helyzetben van a dugattyú?

$$(\text{Stabil})$$



- 873.** Egy 50 L-es tartályban  $1,1 \cdot 10^6$  Pa nyomású,  $27^\circ\text{C}$  hőmérsékletű, egyatomos gáz van.
- a) Hány gázatom van a tartályban?  $(1,32 \cdot 10^{25})$
- b) Ha 270 g gázt kiengedünk, és közben a tartályban maradó gáz hőmérséklete nem változik, akkor a nyomás a tartályban  $7,9 \cdot 10^5$  Pa lesz. Mennyi volt a tartályt eredetileg megtöltött gáz sűrűsége?  $(19,16 \text{ kg/m}^3)$
- c) Mennyi hőt kellene közölni a tartályban maradt gázzal, hogy nyomása ismét  $1,1 \cdot 10^6$  Pa legyen?  $(2,32 \cdot 10^4 \text{ J})$

- 874.** 5 g normál állapotú héliumot 20 L térfogatra nyomunk össze úgy, hogy közben a gáz a környezetből hőt nem vesz fel és nem ad le. A gáz nyomása eközben 75 %-kal megnőtt. 4 g normál állapotú hélium térfogat  $22,4 \text{ dm}^3$ ,  $c_v = 3160 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

- a) Mennyivel nőtt a gáz hőmérséklete?  $(64,3 \text{ K})$
- b) Mekkora hőközléssel lehetett volna ugyanennyivel növelni a gáz hőmérsékletét állandó térfogaton?  $(1015,9 \text{ J})$
- c) Mennyivel nőtt a gáz belső energiája?  $(1015,9 \text{ J})$
- d) Mennyi munkát végeztünk a gázon összenyomás közben?  $(1015,9 \text{ J})$

- 875.** Az  $5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$  térfogatú oxigénpalackot  $1,5 \cdot 10^7$  Pa nyomásra töltik fel,  $15^\circ\text{C}$  hőmérsékleten.

- a) Mennyi a palackba töltött oxigén tömege?  $(10,16 \text{ kg})$
- b) Egy állandó hőmérsékletű laboratóriumban 2,5 kg oxigént használnak fel naponta. A laboratóriumban  $20^\circ\text{C}$  a hőmérséklet,  $10^5$  Pa a légnyomás.

Hogyan változik a palackban levő gáz nyomása napról napra?

(A nyomás a használat közben egyenletesen csökken, a változása 3600 kPa naponta.)

- c) Hány napra elegendő a palack oxigéntartalma?  $(4,03 \text{ napig})$

- 876.** A napjainkban elérhető legkisebb vákuum  $10^{-11}$  Pa,  $273 \text{ K}$  hőmérsékleten. Hány molekula, vagy atom van ilyen nyomáson  $1 \text{ cm}^3$ -nyi gázban?  $(2654)$

- 877.** 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 energiája?  $(10^{-18} \text{ J})$

- 878.**  $3 \text{ m}^3$  térfogatú tartályban  $2 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$  nyomású gáz van  $295 \text{ K}$  hőmérsékleten. 508 J energia közlésével  $0,1 \text{ K}$ -nel emeljük a gáz hőmérsékletét. Hány szabadsági foka van a gáz részecskéinek?  $(5)$

- \*879.** Hogyan aránylik adott hőmérsékletű levegőben a nitrogén és oxigén molekulák sebessége egymáshoz?

$$\left( \frac{v_N}{v_O} = \sqrt{\frac{m_O}{m_N}} \right)$$

- 880.** Mekkora munkával lehet a  $2 \cdot 10^{27}$  darab molekulát tartalmazó gáz térfogatát felére csökkenteni állandó nyomáson, ha a gáz hőmérséklete kezdetben  $300 \text{ K}$ ?  $(4,14 \cdot 10^6 \text{ J})$

- 881.** Egy  $3 \text{ dm}^3$  térfogatú edényben  $3 \cdot 10^{23}$  gázmolekula van. A gáz nyomása  $4 \cdot 10^5$  Pa.
- a) Mekkora a gáz hőmérséklete?  $(16,8^\circ\text{C})$
- b) Mekkora egy molekula egy szabadsági fokára jutó átlagos energia?  $(1,999 \cdot 10^{-21} \text{ J})$

- 882.** Amíg egy légbuborék a tó aljáról a felszínre jut, térfogata megháromszorozódik. A hőmérséklet a tó alján  $10^\circ\text{C}$ , a felszínen  $20^\circ\text{C}$ . A külső légnyomás  $10^5$  Pa.
- a) Hány százalékkal nő a buborékban a levegő belső energiája?  $(3,53 \%)$
- b) Mennyi a nyomás a tó alján?  $(2,897 \cdot 10^5 \text{ Pa})$

- \*883.** A He-Ne gázlézerben a héliumnak és a neonnak olyan elegye van, amelyben a He-atomok száma kilencszerese a Ne-atomoknak. A  $130 \text{ Pa}$  nyomású elegy egy  $50 \text{ cm}^3$  térfogatú üvegsöbbe van zárva.

- a) Mekkora a nyomás az üvegsöbben, ha benne még csak a szükséges mennyiségű héliumgáz van?  $(117 \text{ Pa})$

Az üvegsöveket egy-egy  $2 \text{ L}$  térfogatú ballonból töltik meg, az egyikben  $1200 \text{ Pa}$  nyomású héliumgáz, a másikban  $4000 \text{ Pa}$  nyomású neongáz van. Az üvegsövekben és a ballonban levő gázok azonos hőmérsékletűek.

- b) Legfeljebb hány lézerhez elegendő a ballonokban levő gázmennyiség?  $(410 \text{ db})$

- 884.** Egy tartályban  $0,06 \text{ kg}$  tömegű hélium és  $0,22 \text{ kg}$  tömegű neon gáz van. Az elegy nyomása  $2 \cdot 10^5$  Pa, a hőmérséklet  $63^\circ\text{C}$ . A hélium egy móljának tömege  $4 \text{ g}$ , a neoné  $20 \text{ g}$ .

- a) Mekkora a tartály térfogata?  $(361,6 \text{ dm}^3)$
- b) Mekkora a gázatomok átlagos mozgási energiája?  $(6,95 \cdot 10^{-21} \text{ J})$

- 885.**  $40 \text{ g}$  hélium belső energiája  $37,25 \text{ kJ}$ .

- a) Mekkora a hőmérséklete?  $(299,9 \text{ K})$
- b) Mekkora átlagsebességgel mozognak ebben a gázban a héliumatomok?  $(1364,6 \text{ m/s})$
- c) Hányszorosára nő az atomok átlagsebességének nagysága, ha a gáz hőmérsékletét kétszeresére emeljük?  $(1929,9 \text{ m/s})$

- 886.** Egy tartályban  $4 \text{ g}$  kétatomos gáz van. A tartályban levő  $60 \Omega$ -os fűtőszálát  $42 \text{ s}$ -ig  $40 \text{ V}$ -ra kapcsoljuk. A gáz állandó nyomáson tágul, és  $232$  fokkal melegszik fel. A gáz által felvett hőmennyiség az elektromos munkának  $75 \%$ -a.

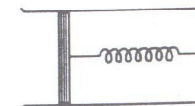
- a) Mekkora egy gázmolekula tömege?  $(5,34 \cdot 10^{-23} \text{ g})$
- b) Mekkora egy mól gáz tömege?  $(32 \text{ g})$

- 887.** Könnyen mozgó dugattyúval elzárt hengerben egyatomos molekulákból álló gáz van. A dugattyú keresztmetszete  $2 \text{ dm}^2$ ,

a bezárt gázoszlop hossza  $0,6 \text{ m}$ , az  $1000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  rugóállandójú ru-

gó megnyúlása  $40 \text{ cm}$ , a külső levegő nyomása  $10^5 \text{ Pa}$ , a bezárt gázatomok száma  $2,7 \cdot 10^{23}$ .

- a) Mekkora a tartályba zárt gáz hőmérséklete?  $(386,4 \text{ K} = 113,4^\circ\text{C})$
- b) A gáz harmadrészét kiengedjük. Mennyivel kell emelni a bentmaradó gáz hőmérsékletét, hogy a rugó megnyúlása  $30 \text{ cm}$  legyen?  $(76,56 \text{ K} = 76,56^\circ\text{C})$
- c) Mennyi a melegítés után a bentmaradó gáz belső energiája?  $(1724,98 \text{ J})$



**\*888.** A 16 °C hőmérsékletű szobában alvó ember percenként 16-szor vesz lélegzetet. Egy lélegzetvétel alkalmával 500 cm<sup>3</sup> levegőt szív be. Ez a levegő 37 °C-ra melegszik, majd összetétele a tüdőben megváltozik. Míg a belélegzett molekulák számának 20 %-a oxigén, a kilélegzetté már csak 16 %. A teljes légzési folyamat során tekintsük a levegő nyomását 10<sup>5</sup> Pa-nak.

- a) Hány molekulát lélegzik be az ember 8 óra alvás alatt? (9,6 · 10<sup>25</sup>)  
 b) Mennyi hő kell a 8 óra alvás alatt belélegzett levegő állandó nyomáson történő felmelegítésére? (97,3 kJ)  
 c) A szervezetben 12 kJ energia felhasználása jár együtt egy gramm oxigén felhasználásával. Mennyi energia szabadul fel így a szervezetben 8 óra alvás alatt? (2,45 MJ)

**889.** Egy 5 L-es tartályban 8 · 10<sup>5</sup> Pa nyomású, 50 °C-os egyatomos gáz van.

- a) Hány gázatom van a tartályban? (8,97 · 10<sup>23</sup>)  
 b) Mekkora a tartályban levő gáz belső energiája? (5997,4 J)  
 c) A gáz egyharmadát kiengedjük a tartályból. Hány °C-ra kell melegíteni a tartályban maradó gázt, hogy nyomása 12 · 10<sup>5</sup> Pa legyen? (453,75 °C = 726,75 K)

**\*890.** Egy tartályban T<sub>1</sub> hőmérsékleten p<sub>1</sub> nyomáson kétatomos molekulájú gáz van. A gázt T<sub>2</sub> hőmérsékletre melegítjük, ekkor a molekulák 20 %-a szétesik atomokra. A molekulák rezgésétől eltekintünk.

- a) Mekkora most a gáz nyomása? (1,2p<sub>1</sub> T<sub>2</sub>/T<sub>1</sub>)  
 b) Hányszorosára változott a gáz belső energiája? (1,04 T<sub>2</sub>/T<sub>1</sub>)

**891.** Egy tartályban 4,8 · 10<sup>22</sup> hélium atom van. A bezárt hélium kezdeti hőmérséklete 350 K. A tartályban levő gázt úgy melegítjük, hogy a nyomása mindvégig állandó maradjon. Ezt úgy valósítjuk meg, hogy a melegítés folyamán héliumot engedünk ki a tartályból.

- a) Mekkora a tartályban levő gáz energiája a melegítés előtt? (347,76 J)  
 b) Mekkora a tartályban maradó gáz energiája a melegítés után?

(A belső energia nem változik.)

**892.** Dugattyúval elzárt hengerben 2,9 · 10<sup>24</sup> db egyatomos molekulából álló gáz van. A gázt 3 · 10<sup>5</sup> Pa állandó nyomáson melegítve a térfogat 6 dm<sup>3</sup>-rel növekedett.

- a) Mennyi munkát végzett a gáz tágulása közben? (1800 J)  
 b) Mennyivel változott eközben a gáz energiája? (2700 J)  
 c) Mennyi hőt vett fel a gáz? (4500 J)  
 d) Mennyivel változott meg a gáz hőmérséklete? (45 °C)

**893.** Egyatomos gáznak kezdeti állapotában a nyomás 0,8 · 10<sup>5</sup>  $\frac{N}{m^2}$ , hőmérséklete 260 K.

A gáz mennyiségét csökkentve a maradék gázt olyan állapotba hoztuk, amelyben a hőmérséklete 300 K, a nyomása 1,2 · 10<sup>5</sup>  $\frac{N}{m^2}$ , 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? (1 : 1; a belső energia nem változik)

**894.** Függőlegesen álló, mindkét végén zárt, hengeres edényt 5 cm<sup>2</sup> keresztmetszetű, 0,3 kg tömegű, súrlódásmentesen mozgó dugattyút két egyenlő térfogatú részre oszt. A két részben a hőmérséklet egyenlő, a felső térfogatban levő gáz nyomása 60 kPa.

- a) Hányszor annyi molekula van az alsó térfogatfélben mint a felsőben? (1,1-szer annyi)  
 b) Az edényt vízszintes helyzetbe fektetjük és az abszolút hőmérsékletét 20 %-kal növeljük. Mekkora nyomás alakul ki az edényben? (7,56 · 10<sup>4</sup> Pa)

## 5. Hőtani folyamatok

**895.** 2 dm<sup>3</sup> normál állapotú levegővel 333 J hőmennyiséget közlünk úgy, hogy térfogata állandó marad.

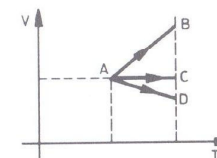
Mekkora lesz a nyomása és a hőmérséklete? (1,66 · 10<sup>5</sup> Pa; 454,2 K)

**896.** Az ábra ugyanannak a gáznak a közös A állapotból kiinduló három folyamatát tünteti fel. A végpontokat a B, C, ill. D betűk jelölik.

- a) Melyik végállapothoz tartozik nagyobb nyomás? (p<sub>D</sub> > p<sub>C</sub> > p<sub>B</sub>)

- b) Melyik folyamatban a legnagyobb a belsőenergia-változása?

(A hőmérséklet-változások azonosak)



**897.** Dugattyúval elzárt hengerben 0,06 m<sup>3</sup> 100 °C-os telített vízgőz van 10<sup>5</sup>  $\frac{N}{m^2}$  nyomáson.

A dugattyút lassan beljebb nyomva a térfogatot izotermikusan 0,01 m<sup>3</sup>-re csökkentjük. 100 °C-on a telített vízgőz sűrűsége 0,6  $\frac{kg}{m^3}$ , a víz forráshője 2,25 · 10<sup>6</sup>  $\frac{J}{kg}$ . A keletkezett víz térfogata elhanyagolható.

- a) Hány gramm víz keletkezik? (30 g)  
 b) Mennyivel változik meg a rendszer belső energiája? (62 500 J)

**898.** 0,2 kg vizet elforralunk 100 °C-on és 10  $\frac{N}{cm^2}$  nyomáson. A keletkező vízgőz sűrűsége

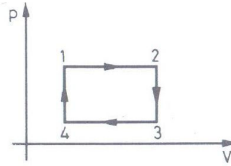
0,6  $\frac{kg}{m^3}$ , forráshője 2,25 · 10<sup>6</sup>  $\frac{J}{kg}$ .

Mennyivel lesz nagyobb a keletkező 100 °C-os vízgőz belső energiája annál, mint amennyi a 100 °C-os vízé volt? (4,16 · 10<sup>5</sup> J)

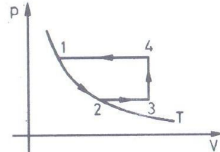
**899.** Lehetséges-e, hogy egy gáz a környezetétől hőt nem vett fel, és belső energiája mégis 800 J-lal növekedett?

Milyen folyamattal valósítható meg ez az állapotváltozás? (Gyors adiabatikus összenyomással, hőszigetelt edényben)

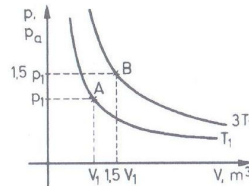
**900.** Az ábrán ideális gáz állapotváltozásainak diagramja látható a nyomás-térfogat ( $p$ - $V$ ) állapotsíkon. Rajzoljuk meg ugyanezt a körfolyamatot a nyomás-hőmérséklet ( $p$ - $T$ ) és a térfogat-hőmérséklet ( $V$ - $T$ ) állapotsíkon, megjelölve a megfelelő pontokat!



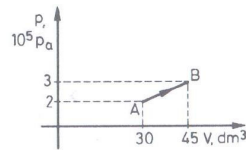
**901.** Az ábrán ideális gáz állapotváltozásainak diagramja látható a nyomás-térfogat ( $p$ - $V$ ) állapotsíkon. Rajzoljuk meg ugyanezt a körfolyamatot a nyomás-hőmérséklet ( $p$ - $T$ ) és a térfogat-hőmérséklet ( $V$ - $T$ ) állapotsíkon, megjelölve a megfelelő pontokat!



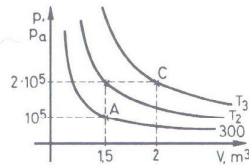
**902.** Az ábráról két különböző edényben levő oxigéngáz adatait lehet leolvasni. A vagy  $B$  tartályban nagyobb a hőkapacitás? (Az  $A$  tartályban nagyobb, mert  $m_1 > m_2$ )



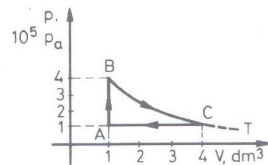
**903.** Az ábra kétatomos molekulájú gázban végbemenő folyamatot ad meg. A molekulák száma  $1,2 \cdot 10^{24}$ .  
 a) Mekkora a hőmérséklet az  $A$ , ill. a  $B$  állapotban? (362,3 K; 815,2 K)  
 b) Mekkora hőmennyiséget vesz fel a gáz a folyamat során? (22 504,2 J)



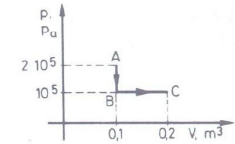
**904.** Az ábra  $p$ - $V$  diagramban tünteti fel az oxigéngáz három különböző állapotát.  
 a) Rajzoljuk le, majd egészítsük ki a diagramot a hiányzó adatokkal! ( $T_2 = 600$  K;  $T_3 = 800$  K)  
 b) Hány mól gázra vonatkozik a feladat? (60,24 mol)  
 c) Hogyan módosul az ábra, ha a héliumról van szó? (Ideális gáz esetén az állapotjelzők nem függenek a minőségtől, tehát a diagram változatlan)



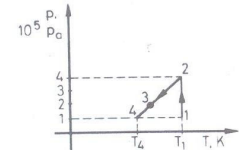
**905.** A grafikon oxigéngáz állapotváltozását mutatja. Az oxigéngáz kezdetben 300 K hőmérsékletű, állapotát az ábrán az  $A$  pont jelzi. Az oxigén fajlagos hőkapacitása állandó térfogaton  $650 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ .  
 a) Mekkora a gáz hőmérséklete a  $B$  és  $C$  állapotban? (1200 K)  
 b) Mekkora az  $A \rightarrow B$  állapotváltozás során felvett hőmennyiség? (756,3 J)  
 c) Mekkora a belső energiaváltozás a  $B \rightarrow C$  állapotváltozáskor? (0)  
 d) Mekkora a külső munkavégzés a  $C \rightarrow A$  állapotváltozáskor? (300 J)



**906.** Állandó tömegű ideális gázzal az ábrán látható folyamatot hajtjuk végre. A kezdő  $A$  állapotban a hőmérséklet 500 K.  
 a) Mennyi a hőmérséklet a  $B$  és  $C$  állapotban? (250 K; 500 K)  
 b) Mennyi munkát végez a gáz az  $ABC$  folyamat során? ( $10^4$  J)  
 c) Mennyi az egész folyamat során a belső energia változása? (0)

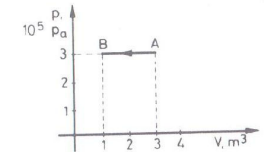


**\*907.** Egy ideális gázzal, amelynek mennyisége és minősége nem változik az ábrán látható folyamatot hajtjuk végre.  $T_1 = 500$  K,  $T_4 = 200$  K,  $p_1 = 100$  kPa,  $p_2 = 400$  kPa. A 3. állapotban  $3V_3 = V_1$ . Mekkora ebben az állapotban az ideális gáz nyomása? (150 kPa)

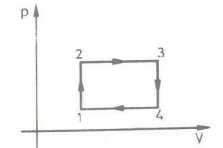


**908.** Állandó nyomáson nitrogéngázt melegítünk. A nitrogén kétféle fajlagos hőkapacitásának aránya  $\frac{c_p}{c_v} = 1,4$ .  
 a) Mekkora a gáz által végzett munka és a felvett hő aránya? (0,282)  
 b) Mekkora a gáz által végzett munka és a belsőenergia-változás aránya? (0,4)

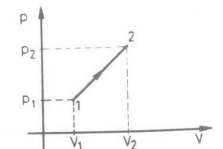
**909.** A diagram oxigéngáz állapotváltozását mutatja.  
 a) Milyen típusú az állapotváltozás? (Izobár)  
 b) Mekkora a munkavégzés, ha  $c_p = 920 \frac{J}{kg \cdot K}$ ? ( $6 \cdot 10^5$  J)  
 c) Mekkora a belsőenergia-változás, ha  $B$ -ben 300 K a hőmérséklet? ( $1,5 \cdot 10^6$  J)



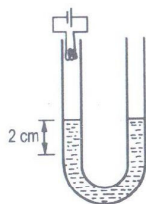
**910.** Állandó tömegű ideális gázzal az ábrán látható körfolyamatot hajtjuk végre. Az 1 állapotban a hőmérséklet 200 K, a nyomás  $10^5$  Pa, a térfogat  $10^{-3}$  m<sup>3</sup>. A hőmérséklet a 3 állapotban 800 K, míg a 2 és 4 állapotban azonos értékű.  
 a) Mennyi a hőmérséklet értéke a 2 és 4 állapotban? (400 K)  
 b) Mennyi a körfolyamat során kapott munka? (100 J)  
 c) Mennyi a körfolyamat során a gáz által felvett és leadott hő különbsége? (100 J)



**911.** Állandó mennyiségű gázt az 1 állapotból 2 állapotba visznek az ábrán látható módon. Az adatok:  $p_1 = 2 \cdot 10^5$  Pa,  $V_1 = 1,5$  L,  $T_1 = 300$  K,  $p_2 = 3,5 \cdot 10^5$  Pa,  $V_2 = 4$  L a gáz állandó térfogaton mért fajlagos hőkapacitása (fajhője):  $3160 \frac{J}{kg \cdot K}$ , a sűrűsége normál állapotban  $0,18 \frac{kg}{m^3}$ .  
 a) Mekkora a gáz tömege? (0,491 g)  
 b) Mekkora a gáz által felvett hő a folyamat során? (2393,5 J)



**\*912.** Hőszigetelő anyagból készült U alakú cső egyik vége zárt, a másik nyitott. A csőben, amelynek keresztmetszete  $20 \text{ cm}^2$ , alul higany van, mindkét szárnban kezdetben egyenlő magasságban. Ekkor a bezárt  $1,3 \text{ g}$  tömegű levegő térfogata  $1000 \text{ cm}^3$ , nyomása  $10^5 \text{ Pa}$ , hőmérséklete  $0 \text{ °C}$ . A beépített elektromos melegítő a gázt  $2 \text{ W}$  teljesítménnyel fűti. A melegítő bekapcsolása után mennyi idő múlva süllyed a cső bal oldali ágában a higany szintje az eredeti szinthez képest  $2 \text{ cm}$ -rel, ha a higany melegeződésétől eltekinthetünk és  $c_v = 711 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ ? **(14,28 s)**



**913.** Mennyi hő szükséges a  $300 \text{ K}$  hőmérsékletű  $1,2 \text{ mol}$  mennyiségű egyatomos gáz esetén ahhoz, hogy:

- a) állandó nyomáson a térfogata megkétszereződjék? **(7452 J)**  
 b) állandó térfogaton nyomása megkétszereződjék? **(4471,2 J)**  
 c) Mekkora kinetikusenergia-növekedés jut átlagosan egy atomra az egyik, ill. a másik esetben? **(ugyanannyi:  $6,21 \cdot 10^{-21} \text{ J}$ )**

**914.** Adott mennyiségű hélium hőmérsékletét először állandó térfogaton  $1 \text{ °C}$ -kal növelve, nyomása  $1 \%$ -kal megnőtt. Ezt követően, egy olyan folyamatban, melyben a nyomás állandó volt, a gáz térfogata  $10 \%$ -kal nagyobb lett.

- a) Mennyi volt a gáz kezdeti hőmérséklete? **(100 K)**  
 b) Hány százalékkal nagyobb a hélium belső energiája a végső állapotban mint a kezdetben volt? **(11,1 %)**

**915.** Állandó nyomáson  $32 \text{ g}$  oxigént  $8 \text{ L}$ -ről  $7 \text{ L}$  térfogatra nyomunk össze. A folyamat közben a gázt hűtjük úgy, hogy a nyomása ne változzék. A végállapotban a hőmérséklet  $40 \text{ °C}$ -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? **( $3,32 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ )**  
 c) Hány joule munkát végeztünk? **(332 J)**  
 d) Hogyan és mennyivel változott a gáz belső energiája? **(csökkent:  $840,4 \text{ J}$ )**

**916.** Egy sűrűlódásmentesen mozgó dugattyúval elzárt tartályban  $100 \text{ g}$  tömegű és  $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  nyomású,  $303 \text{ K}$  hőmérsékletű oxigén van. Az oxigén sűrűsége normál állapotban  $1,43 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  és

$$c_p = 920 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

- a) Mennyi hő szükséges ahhoz, hogy a gáz hőmérsékletét állandó nyomáson  $403 \text{ K}$ -ra növeljük? **(9200 J)**  
 b) Mekkora a gáz sűrűsége a melegítés után? **( $2,87 \text{ kg/m}^3$ )**

**917.** Egy  $100 \text{ L}$ -es hőszigetelt tartályban  $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  nyomású és  $30 \text{ °C}$  hőmérsékletű levegő van. A tartályban levő levegő melegíthető egy beépített  $100 \text{ W}$  teljesítményű villamos fűtőtesttel. A levegő sűrűsége  $10^5 \text{ Pa}$  nyomáson és  $0 \text{ °C}$ -on  $1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

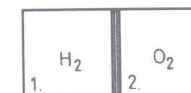
- a) Mennyi a tartályban levő levegő tömege? **(0,3501 kg)**  
 b) Mennyire nő meg a tartályban levő levegő nyomása, ha a levegő fajlagos hőkapacitása állandó térfogaton  $712 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ , és a villamos fűtőtest fűtését  $5$  percre bekapcsoljuk? **( $4,18 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ )**

**918.** Egy hengeres edényt sűrűlódás nélkül mozgatható, súlytalannak tekinthető dugattyú zár le. Kiindulási állapotban az edénybe zárt ideális gáz térfogata  $5 \text{ l}$ , hőmérséklete  $0 \text{ °C}$ , nyomása  $10^5 \text{ Pa}$ . A gáz sűrűsége a kiindulási állapotban  $1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , fajlagos hőkapacitása  $c_v = 745 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$ ,

$$c_p = 1046 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$$

- a) A dugattyút rögzítve a gázzal  $335 \text{ J}$  hőmennyiséget közlünk. Mekkora lesz a gáz hőmérséklete és nyomása? **(342,1 K;  $1,25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ )**  
 b) Az így elért nyomást állandónak tartva csökkentjük ezután a gáz térfogatát a dugattyú mozgásával, miközben  $335 \text{ J}$  hőmennyiséget vonunk el a gáztól. Mekkora lesz a gáz hőmérséklete és térfogata ebben a végállapotban? **(292,9 K;  $4,28 \text{ L}$ )**  
 c) Nagyobb vagy kisebb a gáz belső energiája a végállapotban, mint volt a kiindulási állapotban? **(A belső energia növekszik.)**

**\*919.** Egy hengerben sűrűlódás nélkül mozgó dugattyú van. A dugattyú egyik oldalán  $15 \text{ L}$  normál állapotú hidrogén, a másik oldalán  $15 \text{ L}$  normál állapotú oxigén van.



- a) A hidrogént  $400 \text{ K}$ -ra melegítjük és ezen a hőmérsékleten tartjuk, miközben biztosítjuk, hogy az oxigén  $273 \text{ K}$ -on maradjon. Mekkora ebben az állapotban a hidrogén térfogata?

$$(V_1 = 17,83 \text{ L}; V_2 = 12,17 \text{ L})$$

- b) Ha a  $400 \text{ K}$  hőmérsékletű hidrogént és a  $273 \text{ K}$ -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?  $\rho_H = 0,09 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,  $\rho_O = 1,43 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,

$$c_{vH} = 10 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}, c_{vO} = 653 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

**(335 K)**

**920.** Függőleges helyzetű,  $100 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű hengerben  $20 \text{ kg}$  tömegű dugattyú  $10 \text{ L}$  térfogatú,  $25 \text{ °C}$  hőmérsékletű gázt zár be. A külső levegő nyomása  $10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ ,  $c_p = 920 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ , a

sűrűség  $0 \text{ °C}$ -on és  $10^5 \text{ Pa}$  nyomáson  $1,43 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

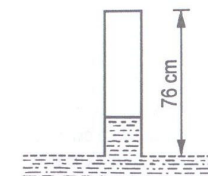
- a) Mennyi munkát végez a gáz, ha a hőmérséklet lassan  $108 \text{ °C}$ -ra növekszik? **(336 J)**  
 b) Mennyi hő szükséges a gáz felmelegítéséhez? **(1198 J)**

**921.** Héliumgázt melegítünk  $10^5 \text{ Pa}$  állandó nyomáson. A gáz hőfelvétele  $20 \text{ kJ}$ .

- a) Mekkora a gáz által végzett munka? **( $8 \cdot 10^3 \text{ J}$ )**  
 b) Mennyivel növekedett a gáz térfogata? **(80 L)**

**\*922.** Egy  $76 \text{ cm}$  hosszú, felül zárt üvegcső alsó vége higanyba merül, a cső részben higanyal telt, felette az elzárt térben  $0,001 \text{ mol}$  levegő van. A külső légköri nyomás  $76 \text{ cm}$ -es higanyoszlop nyomásával tart egyensúlyt. A levegő mólhője  $20,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ .

Mennyi hőt ad le a csőbe zárt levegő, amikor a hőmérséklete  $10 \text{ °C}$ -kal csökken? **(0,246 J)**



**923.** Egy 50 L-es tartályban  $3 \cdot 10^5$  Pa nyomású,  $25^\circ\text{C}$  hőmérsékletű levegő van. A levegő sűrűsége  $10^5$  Pa nyomáson és  $0^\circ\text{C}$ -on  $1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,  $c_v = 710 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .

- a) Mekkora nő a tartályban levő levegő nyomása, ha a levegő mennyiségét állandó hőmérsékleten  $0,25$  kg-mal megnöveljük? **( $7,21 \cdot 10^5$  Pa)**  
 b) Mekkora lesz a levegő hőmérséklete és nyomása, ha ezután  $15$  kJ hővel melegítjük? **( $347,29$  K;  $8,4 \cdot 10^5$  Pa)**

**\*924.** Egy zárt tartályban összesen  $2,2$  kg tömegű héliumból és oxigénből álló gázkeverék van  $0^\circ\text{C}$  hőmérsékleten. A gázkeverékkel  $143,5$  kJ hőt közlünk és a hőmérséklete  $50^\circ\text{C}$ -kal, nyomása  $13\,740$  Pa-lal növekedett. A hélium mólhője állandó térfogaton  $12\,300 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ , az oxigén mólhője állandó térfogaton  $20\,500 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ .

- a) Mennyi a gázok tömege? **( $0,6$  kg hélium;  $1,6$  kg oxigén)**  
 b) Mekkora volt a gázkeverék eredeti nyomása? **( $0,75 \cdot 10^5$  Pa)**  
 c) Mekkora az edény térfogata? **( $6,048$  m<sup>3</sup>)**

**925.** Egy 50 L-es tartályban  $-30^\circ\text{C}$ -os éghető gáz van,  $15 \cdot 10^5$  Pa nyomáson. A tartályra égőfejet kapcsolunk, és a kiáramló gázt meggyújtva  $6$  kg  $-30^\circ\text{C}$ -os jeget  $0^\circ\text{C}$ -os vízzé olvasztunk meg. Az égés során a hőátadás  $80\%$ -os, a tartályban levő gáz hőmérséklete nem változik. A gáz sűrűsége  $0^\circ\text{C}$ -on  $10^5$  Pa nyomáson  $0,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , éghője  $3,99 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$  a jég fajlagos

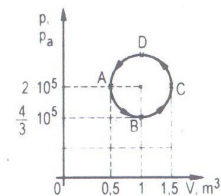
hőkapacitása (fajhője)  $2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ , olvadáshője  $3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ .

- a) Eredetileg mennyi volt a palackban levő gáz tömege? **( $0,67$  kg)**  
 b) Mennyi a palackban végül megmaradt gáz tömege? **( $0,55$  kg)**

**\*926.** Mekkora az ábrán látható ABCD körfolyamat alatt az összenyomáskor, ill. a táguláskor végzett munka?

$$\text{Összenyomáskor} = 2,523 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$\text{Táguláskor} = 1,476 \cdot 10^5 \text{ J}$$



**927.** Egy ideális gáz táguláskor  $200$  J munkát végez. A gáz állandó nyomáson és állandó térfogaton mért fajlagos hőkapacitásának (fajhő) 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)**

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

- a) Mekkora az egy körfolyamatban hasznosítható munka? **( $1863$  J)**  
 b) Mekkora a felvett hő? **( $10\,557$  J)**  
 c) Mekkora a leadott hő? **( $8694$  J)**

