

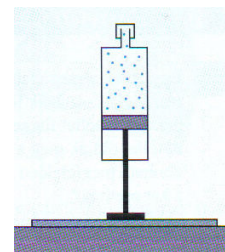
## Gáztörvények

### Alapfeladatok

1. Ha egy bizonyos mennyiségű tökéletes gázt izobár módon három fokkal felhevítünk, a térfogata 1%-al változik. Mekkora volt a gáz kezdeti hőmérséklete. ( $27^{\circ}\text{C}$ )
2. Egy ideális gázt állandó hőmérsékleten összenyomnak úgy, hogy térfogata 20%-al változik az eredeti térfogathoz képest. Hány százalékkal változik a gáz nyomása? (25%-al nő)
3. Egy tökéletes gáz  $21^{\circ}\text{C}$ -on vízszintes  $l=50\text{cm}$  hosszúságú hengerbe van zárva. A henger egyik vége zárt, másik végét egy egyensúlyban lévő dugattyú zárja, mely súrlódásmentesen mozoghat. Mennyivel kell megváltoztatni a gáz hőmérsékletét ahhoz, hogy a dugattyú a henger belseje felé  $17\text{cm}$ -en mozduljon el. A külső nyomás  $100\text{kPa}$ . ( $100^{\circ}\text{C}$ -al hűteni).
4. Egy vastag falú levegővel telt zárt flakont kiviszünk télen a nagy hidegbe. A lakásban a hőmérséklet  $27^{\circ}\text{C}$ , kint a szabadban  $-10^{\circ}\text{C}$ . Kint mekkora a flakonban a levegő nyomása, ha a szobában és a szabadban a nyomás a megszokott normál légköri nyomás ( $100\text{kPa}$ )? Ha a palack űrtartalma  $2\text{ liter}$ , hány gramm levegő van benne? Ha kinyitjuk a hidegben a palackot, hány milligramm levegő fog beáramlani? A levegő moláris tömege  $29\text{g/mol}$ . ( $87,66\text{kPa}$ ,  $2,32\text{g}$ ,  $327,3\text{mg}$ )
5. Egy bizonyos mennyiségű gázt állandó nyomáson összenyomunk majd a gáz állandó hőmérsékleten, kitágul úgy, hogy a gáz végső térfogata megegyezék a gáz kezdeti térfogatával. Ábrázoljátok a folyamatokat ugyanabban a  $(p,V)$ ,  $(V,T)$  és  $(p,T)$  síkban.
6. Egy raktárban  $2,5 \cdot 10^5\text{ Pa}$  nyomású szén-dioxid gázzal feltöltött,  $10\text{ literes}$  fém palackokat tárolnak légkondicionált körülmények között, állandó  $16^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékleten. A raktárosnak folyamatosan ellenőriznie kell, nem szivárog-e valamelyik palack, ezért minden nap megméri a palackokban uralkodó nyomást. Egy alkalommal azt tapasztalja, hogy az éppen vizsgált palackra csatlakoztatott műszer az előző napon mért  $2,5 \cdot 10^5\text{ Pa}$ -al szemben csak  $2,2 \cdot 10^5\text{ Pa}$  nyomást jelez. (A külső légnyomás  $10^5\text{ Pa}$ , a szén-dioxid moláris tömege  $44\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ).
  - a. Hány gramm gáz szivárgott el egy nap alatt a palackból?
  - b. A tömegcsökkenés ütemét állandónak feltételezve becsülje meg, hány napig tartott volna a gázszivárgás, ha a raktáros nem észleli időben a problémát!



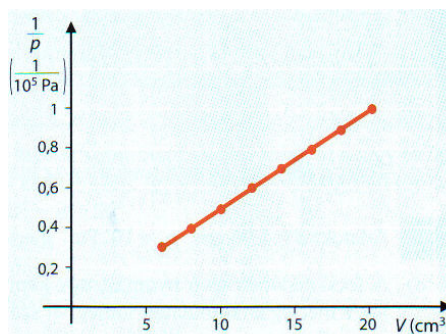
7. Egy orvosi fecskendőbe zárt levegő nyomása és térfogata közötti kapcsolatot vizsgáljuk. A fecskendő dugattyúját egy konyhai mérlegre támasztjuk, a másik végét elzárva, különböző térfogatokra nyomjuk össze a bezárt levegőt. A mérlegről leolvasható, hogy az mekkora tömegű test súlyával megegyező nagyságú erővel nyomja a dugattyút. A dugattyú átmérője  $19,6\text{ mm}$ . Az egyes térfogatokhoz tartozó, mérleg által mutatott tömegeket az alábbi táblázat tartalmazza:



$V\text{ (cm}^3\text{)}$	20	18	16	14	12	10	8	6
$m\text{ (kg)}$	0	0,4	0,8	1,3	2,0	3,1	4,6	7,1

- a. Készítse el a táblázat alapján a folyamat nyomás-térfogat grafikonját! (A külső légköri nyomás értékét vegye  $10^5\text{ Pa}$ -nak, és használja a  $g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  közelítést!).

b. A táblázat adatai alapján mit állapíthat meg a nyomás és térfogat kapcsolatáról? (Állítását igazolja egy alkalmasan megválasztott tengelyekkel rendelkező újabb grafikonnal!)



8. Egyik végén zárt, nyitott végével fölfelé álló, függőleges helyzetű, 2 dm<sup>2</sup> keresztmetszetű hengerben 50 kg tömegű, könnyen mozgó dugattyú zár el 80 cm hosszú levegőoszlopot, melynek hőmérséklete 23 °C. A légnyomás értékét vegyük 10<sup>5</sup> Pa-nak, és használjuk a g = 10m/s<sup>2</sup> közelítést!

- Mennyivel mozdul el a dugattyú a hengerben, ha a hengert vízszintes helyzetbe hozzuk, miközben a hőmérséklet nem változik? (20cm)
- Legalább milyen hosszú legyen a henger, hogy ha eredeti helyzetéből állandó hőmérsékleten 180°-kal elfordítjuk, ne essen ki belőle a dugattyú? (134cm)
- Milyen módon lehetne elérni, hogy a henger kezdeti függőleges helyzetében a levegőoszlop hossza annyi legyen, mint az a) kérdésben szereplő vízszintes helyzetben? Adja meg, hogy a gáz melyik állapotjelzőjét, és mennyivel kell megváltoztatni! (80,5K-nel növelni)

9. Egy 100 literes palack oxigént tartalmaz 3bar nyomáson és 7<sup>0</sup>C hőmérsékleten. A palackot egy olyan helyiségbe viszik a hol a hőmérséklet 27<sup>0</sup>C. Hány gramm gázt engedtek ki a palackból, ha a nyomás a palackban 1,5bar-ra csökkent? (220g-ot)

10. A gázszolgáltatók által kiküldött számlák a fogyasztók számára gyakran megfejthetetlen rejtvényt jelentenek, ugyanis a számlák nem a fogyasztásmérőről („gázóráról”) leolvasható átáramlott gáztérfogat, hanem a felhasznált hőmennyiség alapján készülnek. Nyújtson segítséget a gázszámla értelmezéséhez! A gázszolgáltató megadja az úgynevezett „gáztechnikai normál állapotban” lévő gáz fűtőértékét: 1 m<sup>3</sup> 15 °C-os, 1,013 bar nyomású gáz tökéletes elégeése 34 MJ hőmennyiség felszabadulását eredményezi. A számlán szintén szerepel az adott időszakban érvényes egységár: 1MJ hőmennyiség ára 3 Ft. Tegyük fel, hogy a vizsgált fogyasztási helyen a légnyomás értéke átlagosan 1 bar. Előírás, hogy a szolgáltatóknak a vezetékben 25 mbar túlnyomást kell biztosítani. Hány forintot kell fizetni a fogyasztásmérőn átáramló 100 m<sup>3</sup> térfogatú gáz felhasználásáért



- télen, amikor a vezetékben uralkodó hőmérséklet 10 °C,
- nyáron, amikor a vezetékben uralkodó hőmérséklet 20 °C? (télen 10500Ft, nyáron 10146Ft)

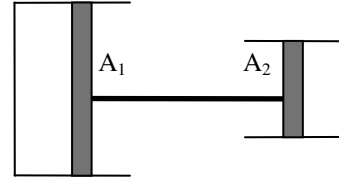
## Nehezebb feladatok

11. Egy zárt edény két egyforma térfogatú részre van osztva egy hővezető fal segítségével. A két részben gáz található T<sub>1</sub> = 27<sup>0</sup>C és T<sub>2</sub> = 127<sup>0</sup>C hőmérsékleteken. Kezdetben a nyomások aránya p<sub>1</sub> / p<sub>2</sub> = 3. Mekkora lesz a nyomások aránya a termikus egyensúly beállta után? (4)

12. Egy 1m hosszú vékony csövet mely mindkét végén nyitott félig egy higanyos edénybe süllyesztenek függőleges helyzetben. A külső nyomás 750 Hgmm. A cső felső végét befogják, és kiemelik a csövet az edényből. Mekkora a csőben maradt higanyoszlop hossza? Megoldási javaslat: a gázok nyomását, valamint a hidrosztatikai nyomást célszerű Hg cm egységekben számolni! (25m)

13. Egy barométer (Torricelli cső) felső részébe egy kis levegő szorult. Egy napon, mikor a hőmérséklet  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$  és a külső nyomás 760 torr, a higanyoszlop magassága 71cm, a levegőoszlop magassága pedig 29cm. Egy más nap mikor a hőmérséklet  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a higanyoszlop magassága 70cm. Mekkora a külső nyomás ebben az esetben? (750 Hg mm)

14. Az ábrán látható rögzített hengeres edények levegőt tartalmaznak normál nyomáson és  $27^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten. Az  $A_1=100\text{cm}^2$  és  $A_2=50\text{cm}^2$  keresztmetszetű dugattyúkat egy merev rúd köti össze. A jobb oldali gázt  $50^{\circ}\text{C}$ -al felmelegítik. Mennyivel kell megváltoztatni a baloldali gáz hőmérsékletét ahhoz, hogy a dugattyúk ne mozduljanak el? ( $400^{\circ}\text{C}$ -al felmelegíteni)



## Kinetikus gázelmélet

### Alapfeladatok

15. Azonos nyomáson és hőmérsékleten az oxigén vagy hidrogén molekulák mozognak gyorsabban? Miért?

16. Két azonos űrtartalmú tartály héliumot valamint oxigén gázt tartalmaz azonos nyomáson. Melyik gáznak nagyobb a belső energiája? Miért?

17. Egy zárt  $V=20$  liter térfogatú edény  $50\text{g O}_2$ -t tartalmaz  $t=27^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten. Számítsátok ki:  
 a. az edényben lévő nyomást  
 b. a gáz sűrűségét (195kPa)  
 c. a molekulák termikus (átlagos) sebességét (483,44m/s)  
 d. a gáz belső energiáját (9,73kJ)

18. Egy színültig megtöltött zárt edény 1liter vizet tartalmaz  $27^{\circ}\text{C}$ -on. Mekkora lenne az edényben a nyomás, ha a vízmolekulák közötti kölcsönhatás hirtelen megszűnne? ( $^1_1\text{H}$ ,  $^{16}_8\text{O}$ ,  $\rho_{\text{víz}}=1\text{kg/liter}$ ) (1385 atm)

19. Ismerjétek fel azt a gázt melynek normál fizikai körülmények között a sűrűsége 0,174 g/liter. (segítség:  $^1_1\text{H}$ ,  $^4_2\text{He}$ ,  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{14}_7\text{N}$ ,  $^{40}_{18}\text{Ar}$ ).

20. Egy zárt edény argont ( $^{40}_{18}\text{Ar}$ ) tartalmaz. A nyomás 6080 torr, az atomok termikus sebessége 600m/s. Határozzátok meg a térfogategységben levő molekulák számát. ( $10^{26} \frac{1}{\text{m}^3}$ )

## Hőtágulás

### Alapfeladatok

21. Egy 10m hosszú kábel 3 cm-rel nyúlik meg, ha  $30$  fokkal felmelegítik. Mekkora a kábel hőtágulási együtthatója? ( $10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$ )

22. Egy fémből készült rúd hossza  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 0,5 m. Ha hőmérsékletét  $103\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra emeljük, hossza 50,1 cm-re változik. Egy ugyanebből a fémből előállított lemezbe lyukat vágunk, ennek átmérője  $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 60 mm. Mekkora a lyuk mérete  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on? (59,86 mm)

23. Egy tárgyat  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on egy olyan vonalzóval mérnek meg mely  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál volt beosztva. Mennyivel nagyobb a tárgy valós hossza, ha a mért hossz  $76\text{cm}$ ? A vonalzó hőtágulási együtthatója  $10^{-5}\text{K}^{-1}$ . (0,38 mm).
24. Ahhoz hogy meghatározzák az üveg hőtágulási együtthatóját, egy  $200\text{cm}^3$  térfogatú üvegedényt színültig higanyal töltenek meg  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on. Felmelegítve a rendszert  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra az edényből kifolyt  $3\text{cm}^3$  higany. Mekkora az üveg hőtágulási együtthatója, ha a higanyé  $18 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ . ( $3 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ )
25. Egy vasúti kocsi kerekének sugara  $1\text{m}$   $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on. Mennyivel több a kerék fordulatszáma  $1\text{km}$  távolságon nyáron  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, mint télen  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on? A kerék anyagának lineáris hőtágulási tényezője  $1,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$ . (kb 5 fordulat)

## Kalorimetria, Halmazállapot-változások

### Alapfeladatok

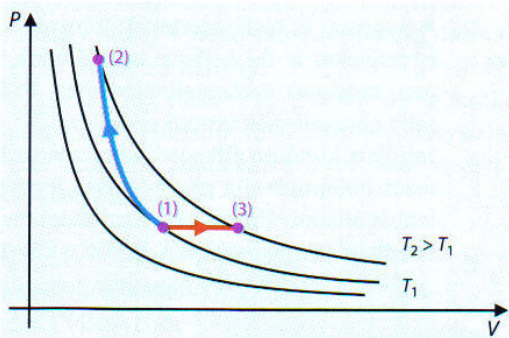
26. Milyen tömegarányban kell összekevernünk egy  $T_1 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletű folyadékot egy ugyanolyan  $T_2 = 65\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletű folyadékkal ahhoz, hogy a keletkezett folyadék hőmérséklete  $T = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$  legyen? (2/3)
27.  $100\text{g}$   $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os jéghez legkevesebb mennyi  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vizet kell öntenünk, hogy az egész jégmennyiség megolvadjon? A jég olvadáshője  $335\text{kJ/kg}$ ,  $c_{\text{víz}} = 4190\text{ J/(kgK)}$  (0,8kg)
28. A fürdőkádban  $60$  liter  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os víz van. Mennyi  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os jeget tegyünk bele, hogy  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os fürdővizet kapjunk? A hőveszteségeket ne vegyük figyelembe. A víz fajhője  $4,2\text{ kJ/kg }^{\circ}\text{C}$  a jég olvadáshője  $335\text{kJ/kg}$ . (20,4kg)

### Nehezebb feladatok

29. Összekeverünk  $m_1 = 0,4\text{ kg}$  jeget melynek hőmérséklete  $T_1 = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $m_2$  tömegű  $T_2 = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízzel úgy, hogy a közös hőmérséklet  $T_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  legyen. Határozzátok meg  $m_2$  legnagyobb értékét! Adott  $c_{\text{víz}} = 4190\text{ J/(kgK)}$ ,  $c_{\text{jég}} = 2100\text{ J/(kgK)}$ , a jég olvadáshője  $335\text{kJ/kg}$ . (0,566kg)
30. Egy ismeretlen hőkapacitású, jó hőszigetelő kaloriméterbe  $200\text{g}$  tömegű, szobahőmérsékletű ( $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) folyadékot öntünk.  $300\text{ W}$  teljesítményű merülőforralóval  $1$  percig melegítve a folyadékot, hőmérséklete  $42,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra emelkedik. Ha ugyanabból a szobahőmérsékletű folyadékból  $300\text{g}$ -ot melegítünk ugyanezzel a merülő-forralóval ugyanannyi ideig, a folyadék hőmérséklete  $36,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra növekszik. Mekkora a folyadék fajhője és a kaloriméter hőkapacitása? ( $4102,6 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$ ,  $102,5 \frac{\text{J}}{^{\circ}\text{C}}$ )
31. Hőszigetelt edényben  $0,25\text{kg}$   $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os víz van. Ebbe a vízbe  $20\text{g}$  havat dobunk. A víz hőmérséklete  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -al csökken. Mennyi vizet tartalmazott a hó? (6,8g)
32. Egy  $460\text{J/K}$  hőkapacitású kaloriméter  $m_1 = 3\text{kg}$  vizet tartalmaz  $T_1 = 17\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten. A vízbe egy  $m_2 = 3\text{kg}$  tömegű  $T_2 = 550\text{ }^{\circ}\text{C}$  fokra felhevített acéldarabot dobunk. Határozzátok meg mennyi víz párologott el a forró acéldarabbal való érintkezés során, ha a víz végső hőmérséklete  $\theta = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  lett. A víz fajhője  $c_1 = 4180\text{ J/(kgK)}$ , a víz párolgási hője  $L = 2,25\text{MJ/kg}$ , az acél fajhője  $c_2 = 450\text{J/(kgK)}$ . (kb.170g)

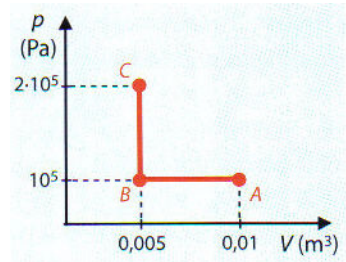
## A Hőtan főtételei

### Alapfeladatok

33. Egy mól ideálisnak tekinthető kezdetben 300 K hőmérsékletű gázt  $3 \cdot 10^5$  Pa állandó nyomáson felmelegítettünk. Ezután a gázt állandó térfogaton eredeti hőmérsékletére hűtöttük le. Az állapotváltozások során a gáz összesen 5 kJ hőt vett fel a környezetétől.
- Mennyi tágulási munkát végzett a gáz a felmelegítés során? (-5kJ)
  - Mekkorára nőtt a gáz térfogata? (25liter)
  - Mennyi lett végül a gáz nyomása? (99,81kPa)
34. Tételezzük fel, hogy a teljesen zárt, hőszigetelt szobátok levegőjének hőmérséklete  $15^{\circ}\text{C}$ . Becsüljétek meg mennyi hőmennyiség szükséges a szoba levegőjének  $25^{\circ}$ -ra való felmelegítéséhez? Ha a fűtőtestekbe  $80^{\circ}\text{C}$ -os víz áramlik be és  $30^{\circ}\text{C}$ -os víz áramlik ki, mekkora mennyiségű víz áramlik át a fűtőtesteken a levegő felmelegítésekor? Feltételezzük, hogy a víz által leadott hő 5%-a melegíti a levegőt. (ha a szoba  $50\text{m}^3$  térfogatú, akkor  $1,7 \cdot 10^5\text{J}$  hőmennyiség szükséges melyet  $m_{\text{víz}} \approx 16,3$  kg biztosít ).
35.  $V=2$  liter oxigén, mely normál fizikai körülmények között található, állandó nyomáson 709,3J hőt nyel el. Határozzátok meg:
- hányszorosára változik a gáz térfogata (kétszeresére nő)
  - a gáz által végzett munkát (-202,8J)
  - a belső energia változását (506,5J)
36. Egy könnyen mozgó dugattyúval ellátott tartályban lévő, ideálisnak tekinthető gáz tulajdonságainak vizsgálata céljából két kísérletet hajtottunk végre. Először a dugattyú gyors betolásával, 400 J munkát végezve melegítettük fel a gázt. A második kísérletben ugyanolyan kezdőállapotból kiindulva igen lassan melegítettük a gázt, közben engedjük, hogy a dugattyú szabadon elmozdulhasson. Azt tapasztaltuk, hogy a gázzal 560 J hőmennyiséget közölve, annak hőmérséklete ugyanannyival változott meg, mint az első kísérletben.
- 
- Vázlatosan ábrázolja  $p - V$  állapot síkban egy bejelölt (1) kezdőállapotból kiindulva a gáz két folyamatát jellemző grafikonokat!
  - Mekkora munkát végzett a gáz a második kísérlet során? (160J)
37. Egy zárt edény 14g nitrogén gázt tartalmaz normál nyomáson és  $t_1=27^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten. Felmelegítve a gázt a nyomása megkétszereződött. Határozzátok meg:
- a végső hőmérsékletet ( $327^{\circ}\text{C}$ )
  - a gáz térfogatát (12,3 liter)
  - a gáz által elnyelt hőt(3,11 kJ)
  - a gáz által végzett munkát (0)
  - a belső energia változását (3,11 kJ)
38. Egy dugattyúval ellátott henger  $V=0,1$ liter robbanó gázt ( $2\text{H}_2+\text{O}_2$ ) tartalmaz normál fizikai körülmények között. Ahhoz, hogy begyűjtsák a gázt hirtelen összenyomják 46J munkát végezve. Határozzátok meg a gáz berobbanási hőmérsékletét. ( $500^{\circ}\text{C}$ )

39. Normál állapotú héliumgázzal az ábrán látható  $A \rightarrow B \rightarrow C$  útvonalhoz tartozó állapotváltozásokat hajtunk végre.

- Nevezze meg, hogy milyen állapotváltozásokat hajtunk végre a gázzal!
- Mennyivel változott a gáz belső energiája az  $A \rightarrow C$  folyamat során? (nem változott meg)
- Mekkora munka befektetésével lehet a gázt az A ponthoz tartozó állapotból a C ponthoz tartozó állapotba vinni az ábra szerinti  $A \rightarrow B \rightarrow C$  útvonalon? (500J)
- Jellemezze kvantitatívan hőleadás és hőfelvétel szempontjából a két ( $A \rightarrow B$  és  $B \rightarrow C$ ) részfolyamatot. ( $Q_{AB} = -1250\text{J}$ ,  $Q_{BC} = 750\text{J}$ )



40. Felső végén nyitott, függőleges helyzetű,  $4 \text{ dm}^2$  alapterületű hengerben  $80 \text{ kg}$  tömegű, szabadon elmozdulni képes dugattyú zár el  $40 \text{ liter}$  nitrogéngázt. A gázzal  $4,2 \text{ kJ}$  hőt közlünk. ( $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ )

- Mekkora lesz a gáz térfogata? (50 liter)
- Hány százalékkal változik meg a gáz hőmérséklete a folyamat során? (25%-kal nő)
- A megnövekedett térfogatot rögzítve mennyi hőt kell közölni a gázzal, hogy a nyomása másfélszeresére növekedjen? (7,5kJ)

41. Egy  $20 \text{ cm}^3$ -es fecskendővel levegővel tele szívunk, ezután lezárjuk a végét és a gáz térfogatát lassú összenyomással negyedére csökkentjük. Becsüljük meg a végzett munkát (kb.3,75J). Cserél-e a fecskendőben lévő gáz hőt a környezetével? (igen). Ha igen mekkora ez a hőmennyiség? (a gáz lead 3,75J hőt)

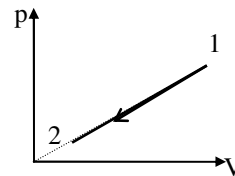
42. Egy dugattyús hengerben  $5 \text{ dm}^3$  oxigéngáz található  $17^\circ \text{C}$ -on. A dugattyú nyugalomban van, és súrlódásmentesen mozoghat a hengerben. A külső nyomás a megszokott. Mekkora mennyiségű hőt közölünk a gázzal, hogy a hőmérséklete  $50$  fokkal megnöjjon? (309,2J) Mennyivel nőtt a gáz térfogata ( $0,7 \text{ dm}^3$ ), mekkora a munkavégzés (-70J) és a belső energiaváltozás (379,2J)?

### Nehezebb feladatok

43. Dugattyús hengerben  $0,2 \text{ mól}$  háromatomos ideális gáz van  $100 \text{ kPa}$  nyomáson és  $15^\circ \text{C}$  hőmérsékleten. A gázt először állandó nyomáson  $50^\circ \text{C}$ -al felmelegítjük ( $1 \rightarrow 2$ ) ezt követően állandó térfogaton visszahűtjük eredeti hőmérsékletre ( $2 \rightarrow 3$ ), majd állandó hőmérsékleten visszajuttatjuk a gázt eredeti állapotába ( $3 \rightarrow 1$ ).

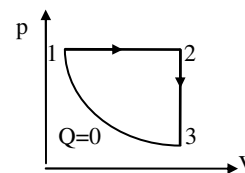
- eredetileg mekkora a gáz térfogata? ( $4,78 \text{ dm}^3$ )
- rajzoljuk meg a körfolyamat ( $p, V$ ) és ( $V, T$ ) diagramját
- számítsuk ki a munkavégzést, valamint a közölt hőmennyiséget és a gáz belsőenergiaváltozását az  $1 \rightarrow 2$  valamint  $2 \rightarrow 3$  folyamatokban
- A gázon végzett munka a  $3 \rightarrow 1$  folyamaton  $76,6 \text{ J}$ . Mennyi a gáz belsőenergiaváltozása, valamint a cserélt hőmennyiség ezen a folyamaton?
- Összegezzük a belső-energia változást az  $1 \rightarrow 2$ ,  $2 \rightarrow 3$ ,  $3 \rightarrow 1$  folyamatokon, értelmezzük az eredményt.
- Mekkora a dugattyús hengerben lévő gázcsepp legnagyob sebessége, ha a gáz moláris tömege  $56 \text{ g/mol}$ .
- Tételezzük fel, hogy egy termikus motorban a gáz az  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$  körfolyamatot írja le. Mekkora a motor hatásfoka?

44. 3 mól oxigén gáz az ábrán látható folyamatot végzi. Hogyan változnak a gáz állapotváltozói? A grafikon alapján milyen törvényszerűséget fedezhetünk fel az állapotváltozók (nyomás, térfogat) között a folyamat során? Ha  $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_1 = 50 \text{ liter}$ ,  $p_2 = 10^5 \text{ Pa}$  számítsátok ki a gázon végzett munkát. (9,375kJ). Mekkora a belsőenergia változás? (-46,874kJ) Mekkora a gáz által cserélt hőmennyiség? (-37,5kJ). Mekkora adódik a gáz fajhője ebben a folyamatban? ( $531,83 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ )



45. Egy termikus motorban az ideálisnak tekinthető kétatomos gáz olyan körfolyamatot ír le mely két izochor és két izobár folyamatból áll. A gáz állapotváltozásai  $1 \text{ dm}^3$  és  $2 \text{ dm}^3$  térfogat, valamint 1bar és 5bar nyomásértékek között mennek végbe. Mekkora hőmennyiséget vesz fel, valamint ad le környezetének a gáz egy körfolyamatban? Mekkora a hasznos munkavégzés egy körfolyamat alatt? Mekkora lenne az így működő termikus motor hatásfoka? (2750J, 2350J, 14,54%)

46. Egy mól kétatomos gáz az ábrán látható körfolyamatot végzi. Tudva, hogy  $V_2 = \alpha \cdot V_1$ ,  $p_2 = \beta \cdot p_3$  és ismerve a kezdeti  $T_1$  hőmérsékletet, határozzátok meg a gáz által végzett munkát a  $3 \rightarrow 1$  átalakulás során. ( $W = 2,5 \cdot n \cdot R \cdot T_1 \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{\beta}\right)$ )



47. Egy kétatomos gázt felmelegítenek állandó térfogaton úgy, hogy a nyomása háromszorosára nő. Ezt követően a gáz hőcsere nélkül kitégűl, míg nyomása az eredeti értékre csökken, majd pedig állandó nyomáson összenyomják a gázt eredeti térfogatra. Határozzátok meg annak a hőerőgépnél a hatásfokát mely a leírt körfolyamat alapján működne! Az adiabatikus folyamat esetén  $p \cdot V^k = \text{állandó}$ , ahol  $k = \frac{f+2}{f}$  az ideális gázok adiabatikus kitevője. (16,58%).