

15. Gázok hőtana

Alapfeladatok

A gáz belső energiája

1.

Egy 3 dm^3 térfogatú edényben $3 \cdot 10^{23}$ db gázmolekula van. A gáz nyomása $4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. A Boltzmann-állandó : $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$.

- Mekkora a gáz hőmérséklete? (**290 K**)
- Mekkora egy molekula egy szabadsági fokára jutó átlagos energia? (**$2 \cdot 10^{-21} \text{ J}$**)

2.

Mólnyi mennyiségű oxigén, illetve hélium gáz van egy-egy edényben. A hőmérsékletük azonos.

- Azonos-e az egy részecske egy szabadsági fokára jutó átlagenergia a két gázban?
 - Azonos-e ezekben a gázokban az egy részecskére jutó átlagenergia?
 - Azonos-e a gázok belső energiája?
- (A válaszokat indokolja meg!)

Állandó térfogatú folyamat

3.

Egy $0,1 \text{ m}^3$ térfogatú zárt palackban $0,8 \text{ kg}$ tömegű oxigéngáz van $7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomáson.

- Mekkora a gáz hőmérséklete?
 - Mennyi hőt kell a gázzal közölni, hogy a Celsius-fokban mért hőmérséklete megkétszereződjön?
- (Az oxigéngáz moláris tömege $M = 32 \text{ g/mol}$, a Boltzmann-állandó értéke $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$, a gázállandó $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$.)

4.

Egy 50 dm^3 térfogatú palackban $0,75 \text{ kg}$ tömegű, 27°C hőmérsékletű oxigéngáz van.

- Mennyi a palackban a nyomás?
- A palackot napsugárzás éri, és az oxigén nyomása 20% -kal megnövekszik. Mennyivel változott a gáz hőmérséklete?
- Mennyi energiát kapott a gáz?
- Mennyi volt és mennyi lett a gáz sűrűsége a palackban?

5.

Egy 5 literes edényben 27°C kezdeti hőmérsékletű, $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomású levegőt melegítünk. $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomás elérésekor befejezzük a melegítést.

Mennyi hőmennyiséget közöltünk az edényben lévő levegővel? A levegő sűrűsége 0°C -on és 10^5 Pa nyomáson $1,3 \text{ kg/m}^3$, fajhője állandó térfogaton $711,5 \text{ J/kgK}$. (**1265 J**)

Állandó nyomású folyamat

6.

A $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomású, 2 m^3 térfogatú, 77°C hőmérsékletű nitrogéngázzal állandó nyomáson $3,5 \cdot 10^6 \text{ J}$ hőt közlünk.

- Mekkora lesz a gáz térfogata és hőmérséklete a hőközlés után?
 - Mennyivel változik meg a gáz energiája a hőközlés miatt?
 - Mennyi munkát végez a gáz melegítés közben?
- (A Boltzmann-állandó értéke $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$.)

7.

Kezdetben 10 liter térfogatú, 300 K hőmérsékletű nemesgázt 10^5 Pa állandó nyomáson melegítünk. A folyamat során a táguló gáz 500 J munkát végez.

- Mennyi a gáz térfogata és hőmérséklete a folyamat végén?
- A folyamat során mennyivel nő a gáz belső energiája, és mennyi hőt vesz fel a gáz?

8.

Egy súrlódás nélkül mozgatható dugattyúval lezárt henger űrtartalma 150 liter, benne $4 \cdot 10^4$ Pa nyomású, 0°C hőmérsékletű oxigén van. A gázt állandó nyomáson melegítjük addig, amíg a gáz tágulása közben éppen 20000 J tágulási munkát végzett.

- Mennyi lett a gáz térfogata? (**200 dm³**)
- Mennyi lett a gáz hőmérséklete? (**91°C**)
- Mennyi hőt közöltünk a gázzal? (**71900 J**)

Több részfolyamat

9.

Az 1 kg tömegű, 300 K hőmérsékletű hidrogén gáz nyomása először a harmadára csökken állandó térfogaton, majd ezen a nyomáson tágulva a gáz eléri a kezdeti hőmérsékletét.

- Mennyi munkát végez a gáz, miközben a kezdeti állapotból a végsőbe jut? (**830 kJ**)
- Mennyi a felvett hő a második folyamatban? (**2,9 MJ**)

$k=1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K, $R=8,31$ J/molK, $N_A=6 \cdot 10^{23}$ és $c_V=20,5$ J/molK.

10.

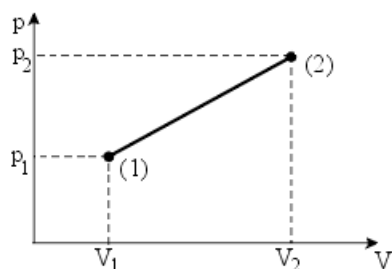
A 12 g tömegű, 27°C hőmérsékletű héliumgázt először állandó térfogaton hűtjük, majd ezen a nyomáson eredeti hőmérsékletére melegítjük.

- Mennyi munkát végez a gáz a folyamat során? (**5 kJ**)
- Mennyivel csökken a gáz belső energiája a hűtés során? (**7,5 kJ**)

$M_{\text{He}} = 4$ g/mol, $k=1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K, $R=8,31$ J/molK és $N_A=6 \cdot 10^{23}$.

P(V) lineáris

11.

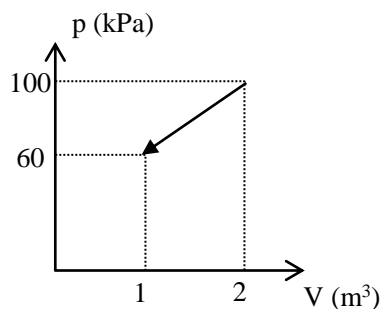


Állandó mennyiségű gázt az (1) állapotból a (2) állapotba viszünk az ábrán látható módon. Az adatok: $p_1=2 \cdot 10^5$ Pa; $V_1=2,5$ l; $T_1=300$ K; $p_2=3,5 \cdot 10^5$ Pa; $V_2=4$ l; a gáz állandó térfogaton mért fajhője 3160 J/kgK, a sűrűsége $p_0=10^5$ Pa nyomáson és $T_0=273$ K hőmérsékleten $0,18$ kg/m³.

- Mekkora a gáz tömege?
- Mekkora a gáz által felvett hő a folyamat során?

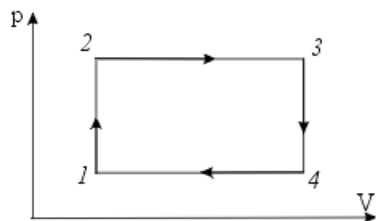
12.

A mellékelt ábra nyomás-térfogat grafikonon mutatja valamely oxigén gáz állapotváltozását. Határozzuk meg, hogy mennyi hőt ad le a gáz a folyamatban a környezetének!



Körfolyamatok

13.



Állandó tömegű ideális gázzal az ábrán látható körfolyamatot végeztetjük. Az 1. állapotban a hőmérséklet 200 K, a nyomás 10^5 Pa, a térfogat 10^{-3} m³. A hőmérséklet a 3. állapotban 800 K, míg a 2. és 4. állapotban azonos értékű.

- Mekkora a gáz hőmérséklete a 2. és 4. állapotban? (**400 K**)
- Mennyi a körfolyamat során nyert munka?

(100 J)

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

Általános hőtani elemzések

14.

Ideális gáz milyen állapotváltozására igaz, hogy a gázzal közölt hő teljes egészében a gáz belső energiáját növeli?

- A) Izobár állapotváltozás. B) Izoterm állapotváltozás. C) Izokor folyamat.

15.

Ideális gáz milyen állapotváltozására igaz, hogy a gázzal közölt hő teljes egészében a gáz tágulási munkáját fedezi?

- A) Izobár állapotváltozás. B) Izoterm állapotváltozás. C) Izokor folyamat.

16.

Ideális gáz milyen állapotváltozására igaz, hogy a gázzal közölt hő részben a gáz tágulási munkáját fedezi, másrészt a belső energiát növeli?

- A) Izobár állapotváltozás. B) Izoterm állapotváltozás. C) Izokor folyamat.

17.

Hány J-lal kell több hő egy mól gáz 1K-nel történő felmelegítéséhez állandó nyomáson, mint állandó térfogaton? ($k=1.38 \cdot 10^{-23} \text{J/K}$)

- A) 8,3 J B) Egyforma mennyiségű hő kell. C) 1,38 J

18.

Egy mol hidrogéngázt és egy mol héliumgázt állandó nyomáson egy fokkal felmelegítünk. Melyik gáz melegítéséhez kell több hő?

- A) A hidrogénhez. B) A héliumhoz. C) Egyenlő hő kell.

19.

Egy mol He gáznak, vagy egy mol Ne gáznak nagyobb a hőkapacitása állandó térfogaton?

- A) A He gáznak B) A Ne gáznak C) A hőkapacitások egyenlők.

20.

A hidrogéngáznak vagy a nitrogéngáznak nagyobb az állandó térfogatú folyamathoz tartozó fajhője?

- A) A hidrogéngáznak. B) A nitrogéngáznak. C) Egyenlők.

21.

Valamilyen gáznál az állandó nyomáson, illetve állandó térfogaton mért fajhők hányadosa 1,4. Milyen típusú gázzal lehet szó?

- A) nemesgáz
-
- B) kétatomos molekulákból álló gáz
-
- C) három, vagy többatomos molekulákból álló gáz

22.

Elképzelhető-e, hogy egy gáz izobár állapotváltozása során a felvett hő háromszorosa a gáz által végzett munkának?

- A) nem B) igen

23.

Egy mindkét végén zárt üvegcsövet egy közepén elhelyezkedő, könnyen mozgó dugattyú két egyenlő térfogatú részre oszt. A dugattyú két oldalán azonos nyomású és hőmérsékletű hélium, illetve nitrogén gáz van. A két oldalon egy-egy fűtőszál egyidejű bekapcsolásával azonos hőt közlünk a két gázzal. Elmozdul-e a dugattyú? Ha igen, akkor melyik irányba?



- A) Nem mozdul el. B) Balra. C) Jobbra.

Haladó szintű feladatok

A gáz belső energiája

24.

Egy 5 literes tartályban $8 \cdot 10^5$ Pa nyomású, 50°C -os egyatomos gáz van.

a) Hány gáztatom van a tartályban? ($9 \cdot 10^{23}$)

b) Mekkora a tartályban lévő gáz belső energiája? (6 kJ)

A gáz egyharmadát kiengedjük a tartályból.

c) Hány $^\circ\text{C}$ -ra kell melegíteni a tartályban maradó gázt, hogy a nyomása $12 \cdot 10^5$ Pa legyen? (727 K)

$k=1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K, $R=8,31$ J/molK, $N_A=610^{23}$.

25.

Egyatomos gáz kezdeti állapotában a nyomása $0,8 \cdot 10^5$ Pa, a hőmérséklete 260 K. A gáz mennyiségét csökkentve a maradék gázt olyan állapotba hoztuk, amelyben a hőmérséklete 300 K, a nyomása $1,2 \cdot 10^5$ Pa, a térfogata pedig a kezdeti térfogat $2/3$ -ad része lett.

a) A gáz tömegének hány %-át távolítottuk el? (13,3 %)

b) Hogyan aránylik az eredeti gáz kezdeti energiája a megmaradt gáz energiájához végső állapotban? (1)

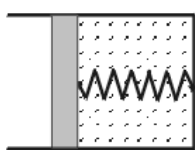
26.

Amíg egy légbuborék a tó aljáról a felszínre jut, térfogata megháromszorozódik. A hőmérséklet a tó alján 10°C , a felszínen 20°C . A külső légnyomás 10^5 Pa.

a) Hány százalékkal nő a a buborékban lévő levegő belső energiája? (3,53 %)

b) Mennyi a nyomás a tó alján? (290 kPa)

27.



Könnyen mozgó dugattyúval ellátott elzárt hengerben egyatomos molekulákból álló gáz van. A dugattyú keresztmetszete 2 dm^2 , a bezárt gázoszlop hossza $0,6 \text{ m}$, az 1000 N/m rugóállandójú rugó megnyúlása 40 cm , a külső levegő légnyomása 10^5 Pa , a bezárt gáztatomok száma $2,7 \cdot 10^{23}$.

a) Mekkora a tartályba zárt gáz hőmérséklete? (386,5 K)

b) A gáz harmadrészét kiengedjük. Mennyivel kell emelni a bentmaradó gáz hőmérsékletét, hogy a rugó megnyúlása 30 cm legyen? (76,5 K)

c) Mennyi a melegítés után a bentmaradó gáz belső energiája? (1725 J)

($k=1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K; $R=8,31$ J/molK)

28.

Az alábbi táblázat néhány gáz állandó térfogaton mért fajhőjét és moláris tömegét tartalmazza.

	H_2	N_2	O_2	HCl
c_v (J/kg·K)	10112	741	653	573
M (g/mol)	2	28	32	36,5

a) Milyen törvényszerűség fedezhető fel a mérési adatok alapján?

b) A felfedezett törvényszerűség összhangban van-e a tanult elmélettel?

Állandó térfogatú folyamat

29.

Egy 100 literes hőszigetelt tartályban $3 \cdot 10^5$ Pa nyomású és 30°C hőmérsékletű levegő van. A tartályban lévő levegő melegíthető egy beépített, 100 W teljesítményű villamos fűtőtesttel.

a) Mennyi a tartályban lévő levegő tömege? (0,346 kg)

(A levegő sűrűsége normálállapotban $1,28 \text{ kg/m}^3$.)

b) Mennyire nő meg a tartályban lévő levegő nyomása, ha a villamos fűtést 5 percre bekapcsoljuk? ($4,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$)

30.

Egy tartályban 2 kg 27°C -os egynemű nemesgáz van, melyet egy elektromos fűtőtesttel melegítünk. A gáz hőmérséklete 30 perc alatt 37°C -ra nő, miközben a 200 ohm ellenállású, 30 V feszültségre kapcsolt fűtőtest által leadott hőnek 77%-a melegíti a gázt.

a) Mekkora a gáz egy atomjának a tömege?

b) Melyik ez a nemesgáz?

A Boltzmann-állandó értéke $1,38 \cdot 10^{-23}$; az Avogadro-száma pedig $6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$. Az általános gázállandó értéke: $8,31 \text{ J/molK}$.

31.

Egy edényben három szabadsági fokú részecskékből álló gáz van 300 K hőmérsékleten. A gáz tömege 2 kg. Hogy a gáz hőmérsékletét állandó térfogaton 310 K -re növeljük, a benne lévő 200 ohm ellenállású fűtőszálat 30 V feszültségre kapcsoljuk, és 30 percig működtetjük. A fűtés hatásfoka 75%.

a) Mekkora a fűtőszál elektromos teljesítménye?

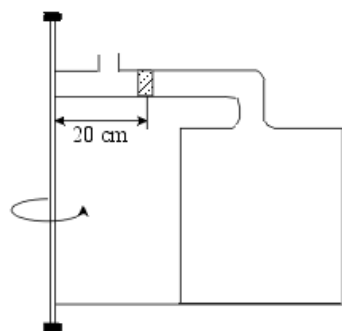
b) Mennyi hőt ad le összesen a fűtőszál?

c) Mennyi hőt vesz fel a gáz?

d) Mekkora a gáz részecskéinek tömege?

e) Milyen gáz lehet a tartályban?

32.



Egy tartályt az ábrán látható módon függőleges tengelyű forgóasztalra rögzítettünk. A tartály szájnyílása vízszintes csőhöz csatlakozik. A cső sugárirányú, 10 cm^2 keresztmetszetű, a tengelynél levő vége pedig nyitott. A csőben, álló helyzetben, a tengelytől 20 cm-re, $0,5 \text{ kg}$ tömegű, súrlódásmentesen elmozduló dugattyút helyeztünk el. A dugattyú 40 dm^3 0°C -os, a külső légnyomással azonos, 10 N/cm^2 nyomású nitrogéngázt zár a tartályba.

A forgóasztalt $1,59 \text{ 1/s}$ fordulatszámú forgásba hozzuk.

a) Hány fokra kell a gáz hőmérsékletét eközben megnövelni ahhoz, hogy a dugattyú 20 cm távolságra maradjon a

tengelytől? **(300,3 K)**

b) Mennyi hőt kellett a gázzal közölnünk eközben? **(1 kJ)**

Állandó nyomású folyamat

33.

A 350 K hőmérsékletű, $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomású levegőt állandó nyomáson fele térfogatára nyomjuk vissza. Ehhez $2 \cdot 10^5 \text{ J}$ munkavégzés szükséges.

a) Hány molekulát tartalmaz a tartály?

b) Mennyi lesz összenyomás után a levegő hőmérséklete?

c) Hogyan és mennyivel változott meg a levegő energiája?

d) Milyen és mekkora hőcsere kísérte az állapotváltozást?

(Az N_2 és O_2 molekulák mellett elhanyagolható a levegőben jelenlévő többi anyag.)

34.

Dugattyúval elzárt hengerben $2,9 \cdot 10^{24}$ db egyatomos molekulából álló gáz van. A gázt $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ állandó nyomáson melegítve a térfogat 6 dm^3 -rel növekedett. $k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$.

a) Mennyi munkát végzett a gáz tágulása közben? **(1,8 kJ)**

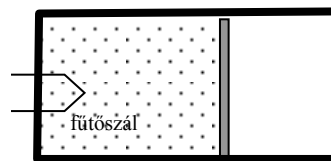
b) Mennyivel változott eközben a gáz energiája? **(2,7 kJ)**

c) Mennyi hőt vett fel a gáz? **(4,5 kJ)**

d) Mennyivel változott meg a gáz hőmérséklete? **(45 K)**

35.

Egy hengerben lévő levegőt 100 cm^2 alapterületű, könnyen mozgó dugattyú zárja el a 100 kPa nyomású külső levegőtől. Az elzárt térben egy $17,5 \Omega$ ellenállású fűtőszál 35 V feszültség hatására izzik.



- Mennyi hőt közöl 10 s alatt a fűtőszál a levegővel? (A hőveszteségeket elhanyagolhatjuk.)
- Mennyivel változik a levegő energiája 10 s alatt?
- Mekkora sebességgel tolódik ki a dugattyú?

36.

Vízszintesen fekvő hengerben 10 liter 27°C hőmérsékletű levegő van sűrűdásmentes dugattyúval lezárva 10^5 Pa nyomáson. A henger belsejében levő 5000 ohm ellenállást 3 percig 220 V -ra kapcsoljuk.

- Mekkora lesz a gáz térfogata a melegítés végén? (**$14,9 \text{ dm}^3$**)
- Mennyi lesz a kiterjedő gáz munkavégzése? (**496 J**)

A levegő sűrűsége normálállapotban $1,3 \text{ kg/m}^3$, fajhője állandó nyomáson 1000 J/kgK .

37.

Egy tartályban 4 g kétatomos gáz van. A tartályban lévő 60 ohm fűtőszálat 42 másodpercig 40 Volt -ra kapcsoljuk. A gáz állandó nyomáson tágul és 232 fokkal melegszik fel. A gáz által felvett hőmennyiség az elektromos munkának 75% -a. $k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$; $N_A=6 \cdot 10^{23}$; $R=8,31 \text{ J/molK}$.

- Mekkora egy gázmolekula tömege? (**$5,34 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$**)
- Mekkora 1 mol gáz tömege? (**32 gramm**)

38.

A $0,1 \text{ mol}$ mennyiségű, 100 kPa nyomású, $1,12 \text{ kg/m}^3$ sűrűségű nitrogén gáz állandó nyomású folyamatban kitérül és közben sűrűsége $37,5 \%$ -kal csökken.

- Határozzuk meg a gáz térfogatát és hőmérsékletét a folyamat kezdetén!
- Határozd meg a gázzal közölt hőt, és a gáz munkavégzését!

(A nitrogén moláris tömege $M = 28 \text{ g/mol}$.)

39.

Egy tartályban $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomású, 350 K hőmérsékletű levegő van. A levegőt 1000 J munkával, állandó nyomáson eredeti térfogatának $4/5$ részére összenyomjuk.

- Mekkora hőmérsékletű lesz a levegő?
- Mekkora a levegő belső energiájának megváltozása?
- Mekkora az összenyomott levegő sűrűsége?

40.

Héliumgázt melegítünk 10^5 Pa nyomáson. A gáz hőfelvétele $2 \cdot 10^4 \text{ J}$.

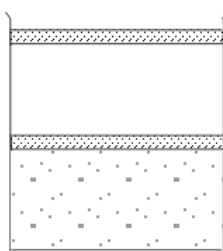
- Mekkora a gáz által végzett munka? (**8 kJ**)
- Mennyivel növekedett a gáz térfogata? (**80 dm^3**)

41.

Nitrogéngázt melegítünk állandó nyomáson.

- Mekkora a felvett hő és a belső energia megváltozásának aránya?
- Mekkora a felvett hő és a gáz által végzett munka aránya?

42.



Egy 4 dm^2 alapterületű hengerben 32 g tömegű 0°C hőmérsékletű oxigéngázt 150 kg tömegű dugattyú zár el. A külső légnyomás $1,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. A henger tengelye függőleges.

a) Milyen magasan áll a dugattyú? (**$0,41 \text{ m}$**)

A gázt melegítjük egészen addig, amíg a dugattyú kétszeres magasságra emelkedik.

b) Mekkora most a gáz hőmérséklete? (**546 K**)

c) Mekkora hőmennyiség bevitele volt szükséges ehhez? (**$7,91 \text{ kJ}$**)

Több részfolyamat

43.

Egy hengeres edényt sűrűlódás nélkül mozgatható, súlytalannak tekinthető dugattyú zár le. Kiindulási állapotban az edénybe zárt ideális gáz térfogata 5 liter , hőmérséklete 0°C , nyomása 10^5 Pa . A dugattyút rögzítve, a gázzal 335 J hőt közlünk.

a) Mekkora lesz a gáz hőmérséklete és nyomása? (**$345,4 \text{ K}$, $123,5 \text{ kPa}$**)

Az így elért nyomást állandóan tartva, csökkentjük a gáz térfogatát a dugattyú mozgásával, miközben 335 J hőt vonunk el a gáztól.

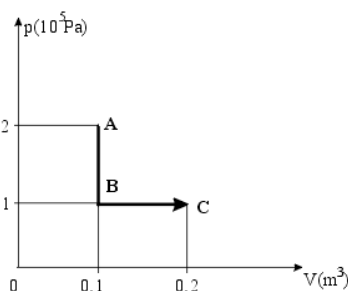
b) Mekkora lesz hőmérséklete és térfogata ezen végállapotban? (**$294,1 \text{ K}$, $4,26 \text{ dm}^3$**)

c) Nagyobb vagy kisebb a gáz belső energiája a végállapotban, mint a kiinduló állapotban volt? Válaszát numerikus számítások elvégzése nélkül egy-két mondatban indokolja!

(nagyobb lett)

A gáz sűrűsége a kiindulási állapotban $1,3 \text{ kg/m}^3$; $c_v=0,71 \text{ kJ/kgK}$, $c_p=1 \text{ kJ/kgK}$.

44.



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 kJ**)

c) Mennyi az egész folyamat során a belső energia változása? (**0**)

45.

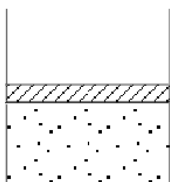
Egy mól ideálisnak tekinthető, kezdetben 300 K hőmérsékletű gázt $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ értékű állandó nyomáson felmelegítettünk. Ezután a gázt állandó térfogaton eredeti hőmérsékletére hűtöttük le. Az állapotváltozások során a gáz összesen 5 kJ hőt vett fel a környezetéből.

a) Mennyi tágulási munkát végzett a gáz a felmelegítés során? (**5 kJ**)

b) Mekkora nőtt a gáz térfogata? (**25 dm^3**)

c) Mennyi lett végül a gáz nyomása? Az általános gázállandó: $R=8,31 \text{ J/molK}$. (**100 kPa**)

46.



Egy függőlegesen álló hengerben 1 mol 20°C hőmérsékletű héliumgáz van. A gázt elzáró dugattyú tömege 20 kg , keresztmetszete 200 cm^2 . A külső légnyomás 101 kPa . A rendszer egyensúlyban van. Egy 40 kg tömegű testet helyezünk a dugattyúra.

a) Mennyit mozdul el a dugattyú az új egyensúlyi helyzetéig, ha a bezárt gáz hőmérséklete nem változik? (**16 cm**)

b) Mennyivel kell ezután növelni a gáz hőmérsékletét, hogy a dugattyú

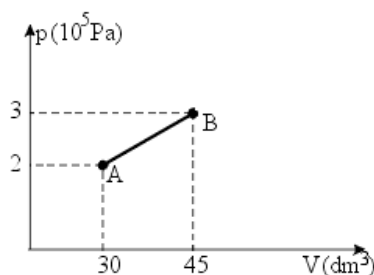
visszakerüljön kiindulási helyzetébe? (**50 K**)

c) Mennyi munkát végez a gáz a második esetben? (**416 J**)

$g=10 \text{ m/s}^2$; $R=8,31 \text{ J/molK}$; $k=1,38 \cdot 10^{-23}$; $N_A=6 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$.

P(V) lineáris

47.



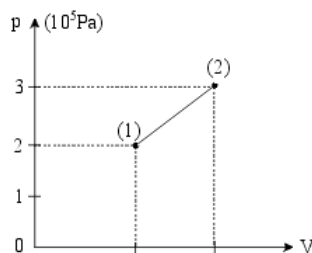
Az ábra kétatomos gázon végbemenő folyamatot ad meg. A molekulák száma $1,2 \cdot 10^{24}$.

a) Mekkora a hőmérséklet az A illetve a B állapotban? **(362,3 K, 815,2 K)**

b) Mekkora hőmennyiséget vesz fel a gáz a folyamat során? **(22500 J)**

A Boltzmann-állandó $1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K, $R = 8,31$ J/molK.

48.



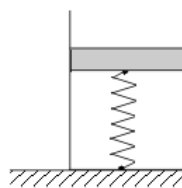
Egy mol kétatomos gáz tágulását vizsgáljuk. A folyamat során a gáz nyomása egyenes arányos a térfogattal. A nyomás $2 \cdot 10^5$ Pa-ról növekszik $3 \cdot 10^5$ Pa-ra, miközben a gáz 1200 J munkát végez.

a) Mennyivel változik meg a gáz térfogata a folyamat során? **(4,8 dm³)**

b) Hányszor nagyobb a gáz energiaváltozása, mint a gáz által végzett munka? **(5)**

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K, $R = 8,31$ J/molK és $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ 1/mol.

49.

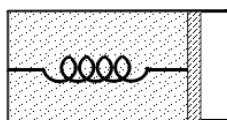


Egy függőleges hengerben 50 dm^3 , 0°C hőmérsékletű héliumgázt 4 dm^2 keresztmetszetű, 50 kg tömegű dugattyú zár el. A külső levegő nyomása 10^5 Pa . A dugattyút és a henger alját egy 2000 N/m rugóállandójú rugó köti össze. A rugó megnyúlása ebben az állapotban zérus.

a) Mennyivel kell a gáz hőmérsékletét növelni ahhoz, hogy a dugattyú 40 cm -t emelkedjék? **(151 K)**

b) Mennyivel növekedett a gáz belső energiája? **(4,7 kJ)**

50.



A 100 cm^2 keresztmetszetű, egyik végén zárt, hosszú hengerben 5 liter 0°C hőmérsékletű, kétatomos molekulájú gázt zár be egy súrlódásmentesen mozgatható, elhanyagolható tömegű dugattyú. A dugattyút és a henger alaplaját 200 N/m rugóállandójú, feszítetlen rugó köti össze. A külső légnyomás 10^5 Pa .

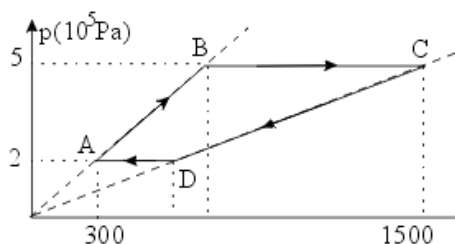
a) Hány fokkal kell lassan felmelegíteni a gázt, hogy térfogata 8 liter legyen?

b) Ehhez mennyi hő kell közölni a gázzal?

c) A közölt hő hány százaléka növeli a gáz belső energiáját?

Körfolyamatok

51.



Egyatomos molekulákból álló gázzal az ábrán látható körfolyamatot valósítjuk meg. A molekulák száma $3 \cdot 10^{23}$, $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K.

a) Mekkora lesz az egy körfolyamatban hasznosítható munka? **(1863 J)**

b) Mekkora a leadott hő? **(-8694 J)**

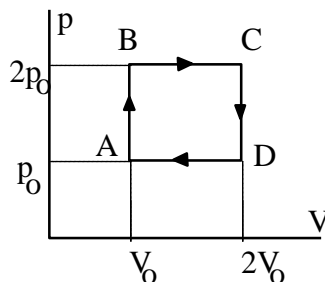
c) Mekkora a felvett hő? **(10557 J)**

Általános hőtani elemzések

52.

Az ábra ideális gázzal végrehajtott körfolyamatot ábrázol. A körfolyamat melyik szakaszában (AB, BC, CD, DA) változott legtöbbet a gáz energiája?

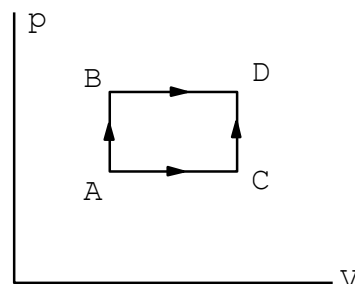
- A) AB szakaszon.
- B) BC szakaszon
- C) Az energiaváltozások nagyságai egyenlők.



53.

Ideális gázt az ábra szerinti A állapotból a D állapotba juttatunk. Az első esetben az ABD állapotváltozással, a második esetben az ACD folyamattal. Melyik esetben vesz fel több hőt a gáz?

- A) Az ABD folyamatban;
- B) Az ACD folyamatban;
- C) A két hőfelvétel megegyezik.



54.

Levegőbe terjedő hanghullámban milyen típusú a levegő állapotváltozása?

- A) izotermikus
- B) izobár
- C) adiabatikus

55.

Egy gépkocsi motorjának hengerében, a sűrítés fázisában, milyen típusú a bezárt gáz állapotváltozása?

- A) Izobár.
- B) Izoterm.
- C) Adiabatikus.

56.

Egy ideális gázt állandó hőmérsékleten összenyomnak. A gázon végzett munka 1000 J. Mit mondhatunk a gáz hőleadásáról?

- A) $Q=0$
- B) $Q= -1000 \text{ J}$
- C) $Q > 1000 \text{ J}$.

57.

Ha egy kerékpár pumpa csövét befogjuk és a dugattyút hirtelen mozdulattal benyomjuk, akkor a bezárt gáz felmelegszik. Két kísérletet végzünk. Az első esetben kétszer annyi a gázon végzett munka, mint a második esetben. Mit mondhatunk a két hőmérsékletváltozás arányáról?

- A) 1,41 körüli érték
- B) 4 körüli érték
- C) 2 körüli érték.

58.

Az alábbi állítások ideális gáz izotermikus állapotváltozásaira vonatkoznak. Válassza ki a helyeseket!

- a) A térfogatváltozás nem jár energiaváltozással.
 - b) Azért állandó a gáz hőmérséklete állapotváltozás közben, mert a gáz nem kap és nem is ad le hőt.
 - c) Minél magasabb a gáz hőmérséklete, annál több munkát végez a gáz ugyanazon térfogat-növekedés közben.
 - d) A gázzal közölt hő teljes egészében a gáz tágulási munkáját fedezi.
- Válaszait indokolja!

59.

Elképzelhető-e, hogy egy gázzal hőt közölnek, de hőmérséklete ennek ellenére csökken?

- A) Igen B) Ez nem lehetséges

Gázkeverékek

60.

Egy tartályban 0,06 kg tömegű hélium és 0,22 kg tömegű neon gáz elegye van. Az elegy nyomása $2 \cdot 10^5$ Pa, a hőmérséklete 63°C . A hélium 1 moljának tömege 4 g, a neon 1 moljának tömege 20 g. $k=1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K.

- a) Mekkora a tartály térfogata? $N_A=6 \cdot 10^{23}$. **(0,362 m³)**
 b) Mekkora a gázatomok átlagos mozgási energiája? **(6,96 · 10⁻²¹ J)**

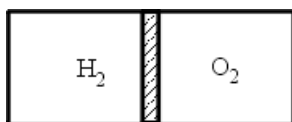
61.

2 kg tömegű gáz hidrogén és hélium elegye. A gáz belső energiája $3 \cdot 10^6$ J. Ezen energia 80%-a a héliumatomokra jut.

- a) Hány hidrogénmolekula és héliumatom van a gázban? **(4,2 · 10²⁵, 2,8 · 10²⁶)**
 b) Mekkora a gáz hőmérséklete? **(414,1 K)**

A Boltzmann-állandó értéke: $1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K; az Avogadro-szám: $6,02 \cdot 10^{23}$ 1/mol.

62.



Egy hengerben sűrűdés nélkül mozgó dugattyú van. A dugattyú egyik oldalán 15 l normál állapotú hidrogén, a másik oldalán normál állapotú oxigén van. A hidrogént 400 K-re melegítjük, és ezen a hőmérsékleten tartjuk, miközben biztosítjuk, hogy az oxigén

273 K-en maradjon.

- a) Mekkora ebben az állapotban a hidrogén térfogata? **(17,8 dm³)**
 b) Ha a 400 K hőmérsékletű hidrogént és a 273 K-es oxigént ezután a külvilágtól 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? **(336,5 K)**
 A szükséges adatokat vegyük táblázatból!

63.

Egy tartály hélium-nitrogén gázkeveréket tartalmaz. A keverék össztömege 20 gramm. Ha a gázzal állandó nyomáson 2622 J hőt közlünk, akkor a hőmérséklete 100 K-nel emelkedik. Hány gramm hélium gáz van a tartályban? (A hélium mol tömege 4 g/mol, a nitrogéné 28 gramm/mol.)

64.

Egy hőszigetelt tartályt egy elhanyagolható térfogatú válaszfal két részre oszt. Az egyik rész térfogata 2 dm³, a másiké 3 dm³. A 2 dm³-es részben 300 K hőmérsékletű, 200 kPa nyomású hélium-gáz van, míg a másik térrészt 200 K hőmérsékletű, 100 kPa nyomású O₂ -gáz tölti ki. A válaszfalat eltávolítjuk. Határozzuk meg a keletkező gázkeverék hőmérsékletét és nyomását!

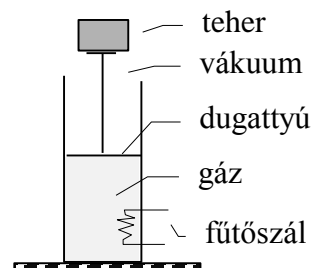
Versenyszűkítések

65.

Az ábrán látható emelő-berendezés a teher felemelésére szolgál. Működésének lényege: az elzárt gázt lassan melegítjük, a gáz kitágul, és a teher felemelkedik. A berendezés egy légkör nélküli bolygón üzemel.

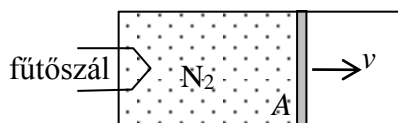
- a) Milyen gázt célszerű a berendezésben használni, ha azt akarjuk, hogy a teheremelés hatásfoka minél nagyobb legyen?
 b) Mekkora lesz ez a hatásfok?

(A gázt elzáró dugattyú sűrűdésmentesen mozoghat, a henger elhanyagolható hőkapacitású és hőszigetelt, a tartóelemek súlya elhanyagolható.)



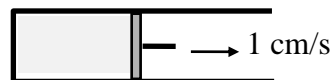
66.

Egy vízszintes hengerben nitrogéngáz van. A gázt könnyen mozgó, $A = 10 \text{ cm}^2$ alapterületű dugattyú zárja el a külső, $p = 100 \text{ kPa}$ nyomású levegőtől. A hengerbe zárt gázt egy $P_f = 5 \text{ W}$ teljesítményű fűtőszállal melegítjük. A fűtőszál által leadott hő 70 %-a a nitrogént melegíti. A melegítés hatására a dugattyú egyenletesen mozogva kifelé tolódik a hengerből. Határozzuk meg a dugattyú v sebességét!



67.

Egy hengeres, dugattyúval elzárt edényben 10^5 Pa nyomású, 1 m^3 térfogatú ideális gáz van. A dugattyút 1 cm/s állandó nagyságú sebességgel kifelé kezdjük mozgatni. A dugattyú keresztmetszete $0,1 \text{ m}^2$. A dugattyú mozgatása közben egy fűtőszál működtetésével hőt tudunk közölni a gázzal. Hogyan kell a fűtőteliessítményt változtatni az idő függvényében, ha azt akarjuk, hogy a gáz hőmérséklete ne változzék? (A gáz és a fűtőszál közötti hőátadáson kívül minden más hőcsere elhanyagolható.)



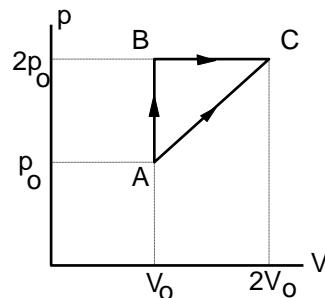
68.

Egy hőszigetelt tartályt a hőszigetelő fal két részre oszt. Az egyik részben $0,1 \text{ mól}$ oxigén-gáz (O_2), a másikban $0,2 \text{ mól}$ neon gáz (Ne) van. A részecskék haladó mozgásához tartozó átlagsebességek a két részben egyenlők. A válaszfalat kiveszik. Hányszorosa az oxigén gáz kelvinben mért kezdeti hőmérséklete a kialakuló közös hőmérsékletnek? (A mol tömeg oxigén és neon esetén 32 , ill. 20 gramm/mol .)

69.

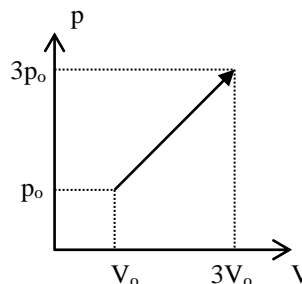
Héliumgáz nyomását és térfogatát akarjuk kétszeresére növelni. Először az ábra szerinti ABC állapotváltozást valósítjuk meg, majd egy másik kísérletben az AC állapotváltozást hozzuk létre.

- Hogyan aránylik egymáshoz a gáz által végzett munka a két kísérletben?
- Hogyan aránylik egymáshoz a gáz által felvett hő a két esetben?



70.

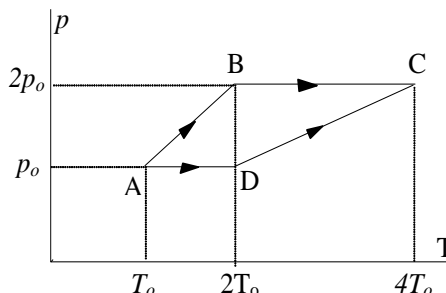
Hélium gázt olyan módon melegítenek, hogy nyomása és térfogata az ábra szerinti módon változik. A folyamat során a gáz által felvett hő 1600 J . Határozzuk meg a gáz belső energiájának megváltozását!



71.

Az ábrán ugyanazon N_2 -gáz két állapotváltozását láthatjuk nyomás-hőmérséklet grafikonon (A) állapotban a gáz térfogata V_0 .

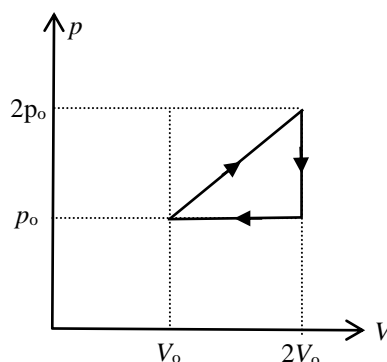
- Ábrázold az ABC és az ADC állapotváltozást p - V grafikonon!
- Melyik folyamatban vesz fel több hőt a gáz?
- Határozd meg a két úton felvett hő arányát!



72.

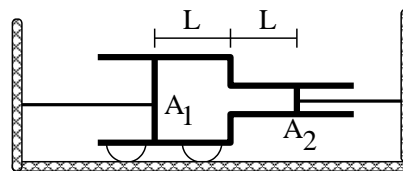
Az ábra héliumgázzal végrehajtott körfolyamatot mutat nyomás-térfogat grafikonon, $p_0 = 50 \text{ kPa}$, $V_0 = 2 \text{ dm}^3$.

- Határozd meg a gáz által felvett hőt és a gáz által leadott hőt!
- A körfolyamatot munkavégző körfolyamatnak tekintve, határozd meg a körfolyamat termikus hatásfokát!



73.

Egy elhanyagolható falvastagságú, jó hővezető anyagból készült kettős henger kerekeken mozoghat. A hengerek belső keresztmetszetei A_1 és A_2 . A hengerekben talajhoz rögzített dugattyúk vannak, amelyek távolsága a hengerek érintkezési síkjától L . Az elzárt térrészben T_0 hőmérsékletű oxigén gáz van. A külső



nyomás p_0 . A hőmérséklet lassan ΔT -vel emelkedik, miközben a külső nyomás nem változik.

- Mennyivel mozdul el a kettős henger a hőmérséklet változása közben?
 - Mennyi hőt vesz fel az oxigén gáz a melegedési folyamatban?
- ($A_1=10 \text{ cm}^2$, $A_2=5 \text{ cm}^2$, $L=10 \text{ cm}$, $p_0=100 \text{ kPa}$, $T_0=250 \text{ K}$, $\Delta T=50 \text{ K}$.)

74.

Modellezzük az $R = 6370 \text{ km}$ sugarú Föld légkörét a következőképpen. A légkör hőmérséklete mindenhol azonos. A levegőt alkotó gázok molekulái 5 energiahordozó szabadsági fokkal rendelkeznek és átlagos moláris tömegük $M = 29 \text{ g/mol}$. A Föld felületén a légnyomás $p_0 = 100 \text{ kPa}$. Tételezzük fel, hogy abban a tartományban, ahol a légkör elhelyezkedik a gravitációs gyorsulás értéke $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tételezzük fel, hogy valamilyen hatás következtében a légkör hőmérséklete mindenhol $\Delta T = 1^\circ\text{C}$ -kal felmelegszik, de a légkör tömege, összetétele változatlan marad. Határozzuk meg, hogy mennyivel növekszik a légkör magassági (helyzeti) energiája a melegedés miatt!

75.

Egy adott mennyiségű nitrogén-gáz kezdeti, minimális hőmérséklete T_0 , maximális hőmérséklete $4T_0$. A gázt először állandó térfogaton melegítjük, majd állandó nyomáson tágulni hagyjuk. Ezután állandó térfogaton hűtjük és végül állandó nyomáson összenyomjuk. Ek-

kor a gáz kiindulási állapotába jut vissza. Legfeljebb mekkora lehet a körfolyamat termikus hatásfoka?

76.

Hélium gáz állapotát úgy változtatjuk, hogy az állapotváltozások a nyomás - térfogat grafikonon egyenes mentén mozognak. A gázzal összességében annyi hőt közlünk, ami állandó térfogaton megduplázná a gáz abszolút hőmérsékletét. Legfeljebb hányszorosára növekedhet a gáz térfogata? (Az "összességében közölt hő" kifejezés a folyamat során a gáz által felvett és leadott hőek előjeles összegét jelenti.)

77.

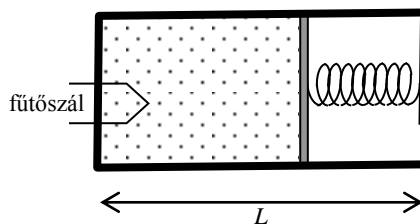
Egy fűthető kemencén kis lyuk van. A kemencén kívül 0°C hőmérsékletű, 100 kPa nyomású levegő van. A kemencében lévő levegőt a fűtőrendszer állandóan 57°C hőmérsékleten tartja. Kellő idő elteltével a kemencében a levegő nyomása állandósul. Becsüld meg, hogy mekkora az állandósult nyomás a kemencében?

78.

Egy erdőben a fák véletlenszerűen helyezkednek el. Átlagosan egy fára 16 m^2 szabad terület jut. Minden fa törzse $R = 0,3\text{ m}$ sugarú hengernek tekinthető. Az erdőben egy bekötött szemű ember bolyong, aki időnként beleütközik egy-egy fatörzsbe. Becsüljük meg, hogy átlagosan mekkora távolságot tesz meg az ember két ütközése között, ha a probléma szempontjából az ember is $R = 0,3\text{ m}$ sugarú hengernek tekinthető!

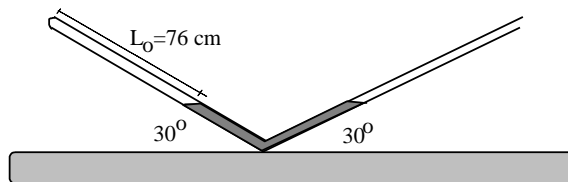
79.

Az ábra szerinti elrendezésben a súrlódás nélkül mozgó dugattyú $0,1\text{ mol}$ hélium gázt zár el. A hengeren kívül légritka tér van, aminek nyomása elhanyagolható. Az összenyomódáskor is erőt kifejtő rugó feszítetlen hossza egyenlő a tartály L hosszával. A gázt melegítjük. Mekkora hőközlés hatására növekszik 10 K -nel a gáz hőmérséklete?



80.

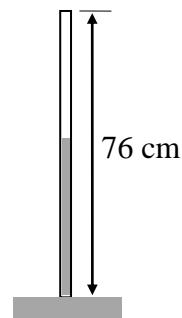
Az ábrán látható formára hajlított vékony üvegcső egyik vége zárt, a másik nyitott. A cső szárai 30° -os szöget zárnak be a vízszintessel. A cső alján higany van, a két szárban azonos magasságban. A zárt térrészben $0,003\text{ mol}$ nitrogén-gáz helyezkedik el. Kezdetben a gázoszlop $L_0 = 76\text{ cm}$ hosszúságú. A külső levegő nyomása 76 cm higany hidrosztatikai nyomásával egyenlő. Az elzárt gázt melegíteni kezdjük.



- Ábrázoljuk grafikonon a nitrogén nyomását a gázoszlop hosszának függvényében!
- Határozzuk meg, hogy mennyi hőt vesz fel a nitrogén, ha $\Delta T = 10\text{ K}$ -nel növekszik a hőmérséklete!

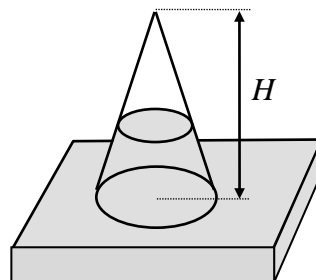
81.

Egy 76 cm hosszúságú, felül zárt üvegcső alsó vége higanyba merül, a cső részben higanyval telt, felette zárt térrészben 0,001 mol levegő van. A külső légköri nyomás 76 cm-es higanyoszloppal tart egyensúlyt. A levegő molhője állandó térfogaton $C_v = 20,5 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$. Mennyi hőt ad le a csőbe zárt levegő, amikor a hőmérséklete 10°C -kal süllyed?



82.

Egyenes körkúp alakú, vékonyfalú üvegedény alsó, nyitott vége higanyval telt kádba merül. Az üvegekúp csúcsa $H = 76 \text{ cm}$ magasan van a kádbeli higanyszint felett. Az üvegedényt részben higany tölti ki. A higany feletti zárt térrészben $n = 0,01 \text{ mol}$ levegő van. A külső légköri nyomás $H = 76 \text{ cm}$ magasságú higanyoszlop hidrosztatikai nyomásával egyenlő. Mennyi hőt vesz fel az elzárt levegő, ha hőmérséklete lassan $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ -kal emelkedik? (A kádbeli higanyszint változása elhanyagolható, a kúpbeli higanyszint nem süllyed a kádbeli higanyszint alá.)



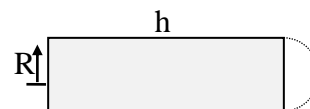
83.

Egy vékony falú, légritkított térben levő üvegcső egyik vége zárt, másik végére folyadék-hártya feszül. A hengeren belül és kívül p_0 nyomású, T_0 hőmérsékletű levegő van. Az üvegcső hossza h , sugara R . A folyadék felületi feszültsége α . A hőmérséklet lassan emelkedni kezd.

a) Mekkora hőmérsékletnél legnagyobb a bezárt levegő nyomása?

b) Mennyi hőt vesz fel az elzárt levegő a maximális nyomású állapot eléréséig?

($R = 5 \text{ mm}$, $T_0 = 250 \text{ K}$, $p_0 = 1000 \text{ Pa}$, $\alpha = \square \text{ J}/\text{m}^2$. Tegyük fel, hogy a vizsgált nyomás- és hőmérséklettartományban a folyadék távol van a forrástól.)



84.

Egy befogott végű kerékpárpumpa légterének hossza $L = 20 \text{ cm}$, belső keresztmetszet területe $A = 5 \text{ cm}^2$. A pumpában $T_1 = 20^\circ\text{C}$ hőmérsékletű, $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ nyomású levegő van. A külső levegő nyomása ugyancsak 10^5 Pa . A pumpa dugattyúját egy gyors mozdulattal benyomjuk és így a bezárt levegő térfogatát felére csökkentjük. Az összenyomás olyan gyors, hogy közben a bezárt levegő által a környezetének leadott hő elhanyagolható. A gáz összenyomása közben a dugattyút benyomó személy $W = 3 \text{ J}$ munkát végez.

a) Határozzuk meg a bezárt levegő hőmérsékletét a folyamat végén!

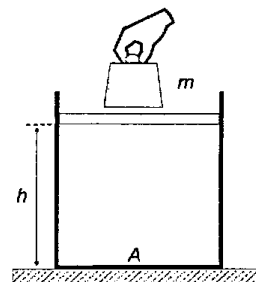
b) Mekkora lesz a bezárt levegő nyomása?

(Feltehetjük, hogy a dugattyú súrlódás nélkül mozog és tökéletesen zár. A levegő részecskéi $f = 5$ energiatároló szabadsági fokkal rendelkeznek.)

85.

Egy $A = 1 \text{ dm}^2$ alapterületű, függőlegesen álló hengerben lévő levegőt elhanyagolható tömegű, súrlódásmentesen mozgó dugattyú zár el a külső levegőtől. A levegőoszlop magassága $h = 5 \text{ dm}$. A dugattyúra óvatosan egy $m = 14 \text{ kg}$ tömegű nehezéket helyezünk, majd elengedjük azt. A dugattyú és a nehezék kis amplitúdójú, jó közelítéssel harmonikus rezgőmozgásba kezd.

Határozzuk meg a rezgés amplitúdóját, frekvenciáját és a dugattyú maximális sebességét! (A henger fala hőszigetelőnek tekinthető. A külső légnyomás $p_k = 100 \text{ kPa}$. Szükség esetén használjuk a következő közelítést: $(1+x)^n = 1+n \cdot x$, ha x nullához közeli érték.)



86.

Hőszigetelt falú, vízszintes tengelyű hengerben egy m tömegű dugattyú a külső légnyomáshoz nagyobb nyomású levegőt zár el. Ha a dugattyú rögzítését megszüntetjük, akkor a dugattyú súrlódás nélkül mozog a hengerben. A létrejövő adiabatikus állapotváltozás során az elzárt gáz legnagyobb térfogata az eredetinek kétszerese. Határozzuk meg

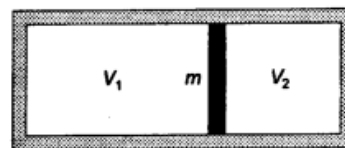
a) a gáz legkisebb és legnagyobb nyomásának arányát,

b) a kezdeti nyomás nagyságát!

(A külső levegő nyomása $p_k = 10^5 \text{ Pa}$, a levegő tekinthető 5 szabadsági fokú gáznak, ezért a kétféle fajhőjének hányadosa $\kappa = c_p / c_v = 1,4$.)

87.

Hőszigetelő falú hengerben $V_1 = 3 \text{ liter}$ térfogatú, $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomású és $T_1 = 1092 \text{ K}$ hőmérsékletű héliumgázt egy igen jó hőszigetelő, $m = 2 \text{ kg}$ tömegű fal választ el $V_2 = 2 \text{ liter}$ térfogatú, $p_2 = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomású és $T_2 = 1365 \text{ K}$ hőmérsékletű héliumgáztól. A válaszfalat elengedjük, ezután a fal súrlódásmentesen mozoghat. Maximálisan mekkora sebességre gyorsul fel a válaszfal?



88.

Egy henger belsejében jó hővezető rögzített fal p_0 nyomású, V_0 térfogatú, $T_0 = 280 \text{ K}$ hőmérsékletű hélium gázt zár be. A fal másik oldalán ugyancsak p_0 nyomású, V_0 térfogatú, T_0 hőmérsékletű hélium gáz van, amelyet egy dugattyú zár el a külső levegőtől. A henger és a dugattyú hőszigetelő anyagú és elhanyagolható hőkapacitású. A dugattyú lassú benyomásával a jobb oldali gázt $V_0 / 2$ térfogatra nyomjuk össze. Határozzuk meg ebben az állapotban a gázok hőmérsékletét!



89.

A p_0 alacsony nyomású levegőben ν frekvenciájú hanghullám halad a hangforrástól nagy távolságban c sebességgel. A hangterjedés közben a levegő maximális nyomásváltozása Δp

a) Mutassuk meg, hogy a hanghullámban létrejövő maximális sűrűségváltozás

$$\Delta \rho = \frac{\Delta p}{c^2}.$$

b) Mutassuk meg, hogy a levegő hullámmozgás miatti rezgési amplitúdója

$$A = \frac{1}{\kappa} \frac{\Delta p}{p_0} \frac{c}{2\pi\nu},$$

ahol κ a levegő állandó nyomású, és állandó térfogatú fajhőjének aránya.

- c) Határozzuk meg a maximális sűrűségváltozást, és a rezgési amplitúdót $p_0 = 10^5$ Pa, $\nu = 440$ Hz, $c = 330$ m/s és $\Delta p = 0,2$ Pa esetén.

Útmutatás:

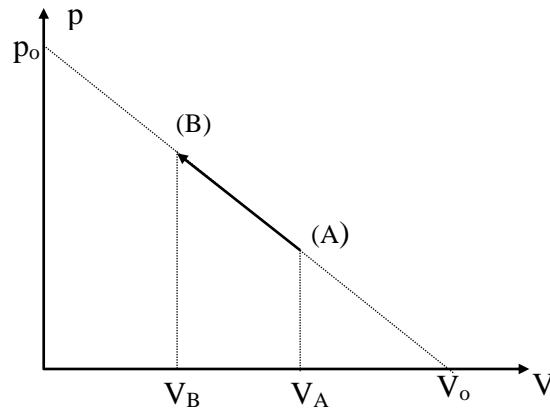
- A hétköznapi életben tapasztalható hangjelenségek esetén a hanghullámban a nyomás, a sűrűség, és a hőmérséklet relatív változása olyan kicsiny, hogy ha a relatív változást x jelöli, akkor közismert $(1+x)^n \approx 1+nx$ közelítés alkalmazható. A feladatban megfogalmazott állítások is ezen közelítés rendjében teljesülnek.
- A megoldásban bizonyítás nélkül felhasználható, hogy a hang sebessége gázban

$$c = \sqrt{\frac{\kappa R T_0}{M}}, \text{ ahol } R \text{ a gázállandó, } T_0 \text{ a gáz (alap)hőmérséklete, } M \text{ a moláris tömege,}$$

$$\kappa = c_p / c_v.$$

90.

Az ábra $p(V)$ grafikonon mutatja egy bizonyos mennyiségű oxigén-gáz állapotváltozását. Az ábrán szereplő V_0 térfogat és p_0 nyomás értékei: $V_0 = 12$ dm³, $p_0 = 1,2 \cdot 10^5$ Pa. A kezdeti (A) állapotban a gáz térfogata $V_A = \frac{2}{3} V_0$, hőmérséklete $T_A = 300$ K. A végső (B) állapotban $V_B = \frac{5}{12} V_0$. Határozza meg külön-külön, hogy mennyi hőt vesz fel és mennyi hőt ad le a gáz a folyamatban!



91.

Egy $A = 2$ mm² belső alapterületű, $2L = 152$ cm hosszúságú, függőlegesen álló üvegcső alsó vége zárt, felső része nyitott. A cső alsó részében L hosszúságú levegőoszlop, felette pedig ugyancsak L hosszúságú higanyoszlop helyezkedik el. A külső levegő légnyomása L magasságú higanyoszlop hidrosztatikai nyomásával egyenlő, a kezdeti hőmérséklet pedig $T_0 = 280$ K. Ezután a bezárt levegőt egy beépített izzósál segítségével melegíteni kezdjük. A fűtőteljesítmény olyan kicsiny, hogy a higanyoszlop gyorsulása elhanyagolható. Határozzuk meg, hogy mennyi hőt vesz fel az elzárt levegő addig, amíg az összes higany elhagyja a csövet! (Az egyszerűség kedvéért tételezzük fel, hogy az elzár levegő által az üvegcsőnek és a higanynak leadott hő elhanyagolható. A higany sűrűsége $\rho = 13\,600$ kg/m³.)

