

13. Gázok állapotegyenlete, gáztörvények

Alapfeladatok

A hőmérséklet fogalma, az ekvipartíció törvénye

1.

Egy héliumot és neont tartalmazó gázban mely atomoknak nagyobb az átlagenergiája?

A) A He atomoknak. B) A Ne atomoknak. C) Az átlagenergiák egyenlők.

2.

Egy héliumot és neont tartalmazó gázban mely atomoknak nagyobb az átlagsebessége?

A) A He atomoknak. B) A Ne atomoknak. C) Az átlagsebességek egyenlők.

Állapotegyenlet

3.

A napjainkban elérhető legjobb vákuum 273 K hőmérsékleten, 10^{-11} Pa. Hány részecske van ilyen nyomáson 1 cm³-nyi térfogatú gázban?

(A Boltzmann-állandó értéke $1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K.)

4.

Egy $2 \cdot 10^{-3}$ m³ térfogatú gáztartályban $5 \cdot 10^{22}$ darab neonatom van. A gáz nyomása 10^5 Pa. Határozzuk meg a gáz hőmérsékletét!

(A gázállandó értéke $R = 8,31$ J/mol·K, a Boltzmann-állandó $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K.)

5.

Egy 35 literes gázpalackban 0°C -os hőmérsékletű oxigéngáz van. A gáz tömege 0,4 kg. Mekkora az oxigén nyomása?

(Az oxigén moláris tömege $M = 32$ g/mol, a Boltzmann-állandó $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K, a moláris gázállandó $R = 8,31$ J/mol·K, az Avogadro-szám $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ 1/mol.)

6.

Mekkora a 10 cm³ térfogatú villanykörtében levő argongáz tömege, ha 120°C átlagos hőmérsékleten a körtében $9,7 \cdot 10^4$ Pa a nyomás?

(Az argon moláris tömege 40 g/mol, a Boltzmann-állandó $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K, a moláris gázállandó

$R = 8,31$ J/mol·K, az Avogadro-szám $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ 1/mol.)

7.

Egy 35 literes gázpalackban 0°C hőmérsékletű oxigéngáz van. A gáz tömege 0,4 kg.

Mekkora az oxigén nyomása? (Az oxigéngáz moláris tömege $M = 32$ g/mol, a gázállandó $R = 8,31$ J/mol·K, a Boltzmann-állandó $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K.)

Egyesített gáztörvény

8.

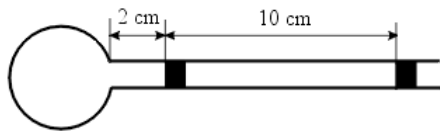
Egy mélyhűtőszekrényben -20°C a hőmérséklet. A szekrény ajtaja közel légmentesen zár.

Ha az ajtót kinyitjuk, majd zárása után néhány másodperccel újra nyitni akarjuk, akkor az ajtó nehezen nyílik. Mi lehet a jelenség magyarázata?

9.

Nemesgázzal töltött üvegfialában a töltéskor, 20°C hőmérsékleten, a nyomás $9,2 \cdot 10^4$ Pa. Szétrobban-e a fiola, ha a gáz hőmérsékletét 92°C-ra emeljük? (Az üvegfiala maximálisan $1,15 \cdot 10^5$ Pa belső nyomást bír ki, az üveg hőtágulása elhanyagolható.)

10.



Egy $9,8 \text{ cm}^3$ -es üveggömbhöz $0,1 \text{ cm}^2$ keresztmetszetű, a végén nyitott, vízszintes üvegcső csatlakozik. A csőben egy higanycsepp 27°C -on a gömbtől 2 cm -re. Hány fok a hőmérséklet akkor, ha változatlan nyomás mellett a higanycsepp 10 cm -re távolodott el a kezdeti helyzetétől? (330 K)

Haladó szintű feladatok

11.

Melyik fizikai mennyiség mértékegysége a $\frac{\text{kg}}{\text{m s}^2}$?

A) nyomás B) energia C) erő

12.

Egy p nyomású, T hőmérsékletű gázban r sugarú, gömb alakú részecskék vannak. Az alábbiak közül melyik összefüggés adhatja helyesen a részecskék átlagos szabad úthosszát, azaz a két ütközés között átlagosan megtett utat?

$$A) \frac{kT}{4\sqrt{2}\pi pr^2} \quad B) \frac{kT}{4\sqrt{2}\pi pr} \quad C) \frac{kT^2}{4\sqrt{2}\pi pr}$$

13.

Ha egy gáztartályban a ρ sűrűségű gáz nyomása (p_b) nagyobb, mint a külső nyomás (p_k) és a tartály lyukas akkor a gáz kifelé áramlik a lyukon. Melyik összefüggés adhatja meg a kiáramlás sebességét?

$$A) v = \sqrt{\frac{2(p_b - p_k)}{\rho^2}} \quad B) v = \sqrt{\frac{2(p_b - p_k)}{\rho}} \quad C) v = \sqrt{\frac{2(p_b - p_k)^2}{\rho}}$$

A hőmérséklet fogalma, az ekvipartíció törvénye

14.

Egy gáztartályban H_2 és He gáz keveréke van.

a) Milyen kapcsolat van a részecskék haladó mozgásának átlagos sebességei között?

A) $v_{\text{hidrogén}} = v_{\text{hélium}}$ B) $v_{\text{hidrogén}} > v_{\text{hélium}}$ C) $v_{\text{hidrogén}} < v_{\text{hélium}}$

b) Mekkora a két sebesség aránya?

A) 1:1 B) 1:2 C) 1: $\sqrt{2}$

15.

Egy héliumot és neont tartalmazó gázban mely atomoknak nagyobb az átlagos lendületnagysága?

A) A He atomoknak. B) A Ne atomoknak C) Az átlagos lendületnagyságok egyenlők.

16.

Ha egy gáz hőmérséklete -23°C -ról 227°C -ra emelkedik, akkor hányszorosára növekszik részecskéinek átlagenergiája?

A) $\sqrt{2}$ B) 3,5 C) 2

17.

Ha egy gáz hőmérséklete -73°C -ról 27°C -ra emelkedik, akkor hány %-kal növekszik részecskéinek átlagenergiája?

- A) 37%-kal; B) 17%-kal; C) 50 %-kal.

18.

Milyen nagyságrendű egy oxigénmolekula átlagos sebessége szobahőmérsékleten?

- A) 5 m/s B) 50 m/s C) 500 m/s

19.

A 30°C hőmérsékletű levegőben 20 mikrométer átmérőjű, 2500 kg/m^3 sűrűségű, gömb alakú füst-szemcsék lebegnek. Mekkora az átlagsebességük?

Állapotegyenlet

20.

Egy gáztartályban 10 l térfogatú 58°C -os $1,5 \cdot 10^7\text{ Pa}$ nyomású oxigén van. A tartályból kiengedjük a gáz egy részét, így a nyomás $5 \cdot 10^6\text{ Pa}$, a hőmérséklet 18°C lesz. Mennyi gáz volt a tartályban és mennyit engedünk ki?

21.

Súrlódás nélkül mozgó, elhanyagolható tömegű dugattyú 500 dm^3 térfogatú gázt zár be egy edénybe. A gáz hőmérséklete 350 K. Mekkora lesz a maradék gáz térfogata, ha a hőmérsékletét 50 fokkal csökkentjük, és kiengedjük a gáz $2/3$ részét?

22.

Egy gáztartályban 27°C fokos, $1 \cdot 10^5\text{ Pa}$ nyomású ideális gáz van. Ha a gáz negyed részét kiengedjük, a hőmérséklet 10°C fokkal csökken. Mennyi lesz a palackban a nyomás ezután?

23.

Egy tartályba zárt gáz 25%-át kiengedik miközben a hőmérséklet nem változik. Hogyan változik a visszamaradó gáz nyomása?

- A) 25%-kal csökken. B) 25%-kal növekszik. C) Nem változik.

24.

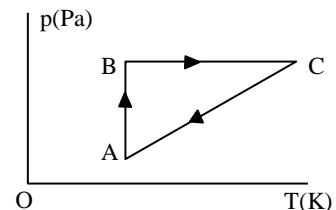
Egy zárt hengert egy könnyen mozgó, fémből készült dugattyú két egyenlő térfogatú részre oszt. A dugattyú bal oldalán hidrogéngáz, a jobb oldalán nitrogéngáz van. A dugattyú már hosszabb ideje egyensúlyban van. Melyik oldalon van több gázz részecske?

- A) A bal oldalon. B) A részecskeszámok egyenlők. C) A jobb oldalon.

25.

Egy ideális gáz állapotváltozása látható az ábrán. Van-e olyan szakasza az állapotváltozásnak ahol a gáz térfogata állandó?

- A) Van. B) Nincs. C) Nem dönthető el.



26.

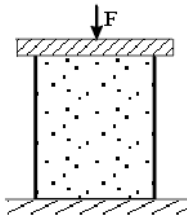
Ha egy ideális gáz állapotváltozásánál a nyomás egyenesen arányos a térfogattal, akkor milyen kapcsolat van a térfogat és a hőmérséklet között?

- A) $V \sim T$ B) $V \sim T^2$ C) $V^2 \sim T$

27.

- a) Milyen kapcsolat van állandó nyomáson a gázok sűrűsége és hőmérséklete között?
b) Készítse el az $1,66 \cdot 10^5\text{ Pa}$ nyomású hidrogéngáz hőmérséklet-sűrűség grafikonját!

28.



Egy $44,8 \text{ dm}^3$ térfogatú és $1,12 \text{ m}$ magas hengerben 0°C hőmérsékletű oxigén van. A 200 kg tömegű fedőt egy külső szerkezet F erővel szorítja a hengerhez. Ha a bezárt oxigént 273°C -ra melegítjük fel, akkor az oxigén éppen megemeli a fedőt. A külső levegő nyomása 10^5 Pa , az oxigén sűrűsége 0°C -on és 10^5 Pa nyomáson $1,43 \text{ kg/m}^3$; $g=10 \text{ m/s}^2$; $F=18000 \text{ N}$.

- a) Mekkora volt a gáz nyomása a melegítés előtt? (**300 kPa**)
 b) Hány gramm oxigén volt a hengerben? (**192 g**)

Egyesített gáztörvény

29.

Egy gáz térfogata 50% -kal növekszik, miközben nyomása 50% -kal csökken. Hány százalékkal változik a kelvinben kifejezett hőmérséklete?

- A) 0% B) 25% -kal növekszik C) 25% -kal csökken

30.

Hogyan változik egy gáz sűrűsége, ha nyomása, és Kelvinben mért hőmérséklete kétszeresére növekszik?

- a) kétszeresére növekszik b) négyszeresére növekszik c) nem változik

31.

Egy gázt állandó térfogaton melegítünk. A gáz nyomása 20% -kal növekszik. Hány $^\circ\text{C}$ -kal emelkedik a gáz hőmérséklete, ha kezdetben 27°C volt?

- A) 60°C B) $5,4^\circ\text{C}$ C) 10°C

32.

Egy dugattyúval elzárt ideális gáz Kelvin-skálán mért hőmérsékletét állandó nyomáson kétszeresére növelik. Mit mondhatunk a gáz sűrűségéről?

- A) Nem változik. B) Kétszeresére növekszik. C) Felére csökken.

33.

Egy argongázzal töltött izzólámpa térfogata $84,2 \text{ cm}^3$.

- a) Mekkora a gáz tömege, ha nyomása 120°C hőmérsékleten $9,7 \cdot 10^4 \text{ Pa}$? (**$0,1 \text{ g}$**)
 b) Mekkora a gáz nyomása 20°C -on? (**$72,3 \text{ kPa}$**)

Az általános gázállandó: $8,31 \text{ J/molK}$; a Boltzmann-állandó: $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$; az Avogadro-szám: $6,02 \cdot 10^{23}$; az argon móltömege: 40 g/mol .

34.

Egy 20 literes palackban $100 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomású 0°C hőmérsékletű oxigén van. Az oxigénből kiengedünk $0,86 \text{ kg}$ -ot.

- a) Mekkora lesz a nyomás, ha a hőmérséklet ismét 0°C ? (**$70,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$**)
 b) Mekkora hőmérsékletre kell az oxigént melegítenünk, hogy nyomás újból $100 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ legyen? (**390 K**)

Az oxigén sűrűsége 0°C és 10^5 Pa nyomás mellett $1,42 \text{ kg/m}^3$.

35.

8 dm^3 térfogatú tartályban 12 gramm tömegű gáz van 295 K hőmérsékleten. Egy-egy molekula tömege: $6,64 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$. Az edényből kiengedtünk 3 gramm gázt. A maradék 290 K hőmérsékletű lett.

- a) Mekkora volt a gáznyomás kezdetben?
 b) Mennyi lett a nyomás új értéke?
 c) Hány gázmolekulát engedünk ki?

Versenyszűfeladatok

36.

Igaz-e, hogy az állandó hőmérsékletű légkörben, nagy magasságban, a gravitációs hatás miatt átlagosan lassabban mozognak az oxigén-molekulák mint a Föld felszínén?

- A) Igaz B) Bizonyos feltételek mellett igaz C) Nem igaz

37.

Egy porózus falú zárt edényt hidrogén gázzal töltünk meg, az edényen kívül levegő van. A levegő és a hidrogén nyomása és hőmérséklete kezdetben megegyezik. Hogyan kezd változni az edényben a nyomás?

- A) nem változik; B) növekedni kezd; C) csökkenni kezd.

38.

Egy $A = 0,5 \text{ m}^2$ keresztmetszetű gázcsőben $v = 2 \text{ m/s}$ sebességgel $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomású N_2 gáz áramlik. A gáz hőmérséklete $T = 300 \text{ K}$.

- Hány m^3 térfogatú gáz áramlik át a cső valamely keresztmetszetén $t = 1$ másodperc alatt?
- Határozzuk meg az 1 másodperc alatt átáramlott gáz tömegét!
(A nitrogén mol tömege $M = 28 \text{ g/mol}$, $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$, $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$.)

39.

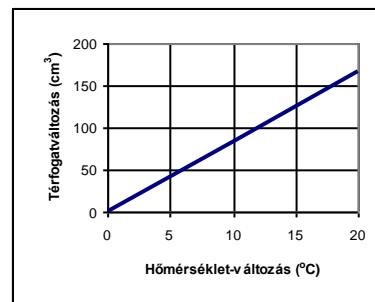
Csővezetéken 17°C hőmérsékletű, $5 \times 10^5 \text{ Pa}$ nyomású nitrogén áramlik. A cső 6 cm^2 területű keresztmetszetén 5 perc alatt $2,5 \text{ kg}$ gáz áramlik át.

- Mennyi az áramló gáz sűrűsége? (**$5,8 \text{ kg/m}^3$**)
- Mennyi a gáz áramlási sebessége? (**$2,4 \text{ m/s}$**)

$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$, $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ és $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$. 1 mol nitrogén tömege 28 g .

40.

Egytized mól ideális gázt melegíteni kezdünk állandó nyomáson. A gáz térfogatváltozását a hőmérséklet-változás függvényében a mellékelt grafikonon láthatjuk. Határozzuk meg a gáz nyomását!



41.

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

- Mekkora a tartály térfogata?
- Mekkora a gáztömek átlagos mozgási energiája?

42.

Egy ideális gáz hélium atomokat és oxigén molekulákat tartalmaz. A gázkeverék tömege 20 gramm , térfogata 200 kPa nyomáson és 27°C hőmérsékleten $18,63 \text{ liter}$.

- Határozd meg a gázkeverék anyagmennyiségét mol-ban kifejezve!
- Hány mol hélium és hány mol oxigén van a gázkeverékben?

43.

A He-Ne gázlézerben a héliumok és a neonnak olyan elegye van, amelyben a He-atomok száma kilencszerese a Ne-atomoknak. A 130 Pa nyomású elegy egy 50 cm^3 térfogatú üvegcsőbe van zárva.

- Mekkora a nyomás az üvegcsőben, ha benne még csak a szükséges mennyiségű héliumgáz van? (**117 Pa**)

Az üvegcsovák töltése egy-egy 2 liter térfogatú ballonból történik: az egyikben 1200 Pa nyomású héliumgáz, a másikban 4000 Pa nyomású neongáz van. Az üvegcsovákban és a ballonokban lévő gázok azonos hőmérsékletűek.

b) Legfeljebb hány gázlézerhez elegendő a ballonokban lévő gázmennyiség? **(410)**

44.

Egy beteg lélegeztetéséhez használt 75 liter térfogatú 18°C hőmérsékletű palackban lévő oxigén nyomása már csak $6 \cdot 10^5$ Pa. A palackból addig lehet oxigént kinyerni, amíg nyomása a külső 10^5 Pa értékre nem csökken. A beteg ellátásához percenként 2,5 liter, 10^5 Pa nyomású oxigénre van szükség.

a) Mekkora a palackban lévő $6 \cdot 10^5$ Pa nyomású oxigéngáz sűrűsége? **(7,94 kg/m³)**

b) E gáz tömegének hányad részét tudjuk még kinyerni? **(5/6)**

c) Hány órán át elegendő a palackból még kinyerhető gáz? **(2,5 h)**

A gáz hőmérséklete mindvégig 18°C . $R=8,31$ J/molK.

45.

Egy 50 literes gázpalackban 17°C -on $1,5 \cdot 10^6$ Pa nyomású levegő van. A palackot a levegővel együtt lassan 200°C -ra melegítjük. Amikor a palackban lévő levegő nyomása a $2 \cdot 10^6$ Pa értéket, kinyílik egy biztonsági szelep, amelyen keresztül úgy áramlik ki a levegő, hogy a benti nyomás végig $2 \cdot 10^6$ Pa marad. Ha a benti nyomás $2 \cdot 10^6$ Pa alá süllyed, a szelep újra bezárul.

a) Hány $^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletnél nyílik ki a szelep? **(113,6 $^{\circ}\text{C}$)**

(A palack hőtágulását ne vegyük figyelembe!)

b) Ha a 200°C elérése után lehűl a gáz 17°C -ra, mekkora lesz a palackban maradt gáz nyomása? **(1,226 MPa)**

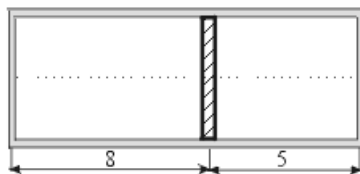
46.

Függőlegesen álló, mindkét végén zárt, hengeres edényt 5 cm^2 keresztmetszetű, $0,3\text{ kg}$ tömegű, súrlódás nélkül mozgó dugattyú két egyenlő térfogatú részre oszt. A két részben a hőmérséklet egyenlő, a felső térfogatban lévő gáz nyomása 60 kPa . ($g=10\text{ m/s}^2$)

a) Hányszor annyi molekula van az alsó térfogathoz, mint a felsőben? **(1,1)**

b) Az edényt vízszintes helyzetbe fektetjük, és az abszolút hőmérsékletet 20% -kal növeljük. Mekkora nyomás alakul ki az edényben? **(75,6 kPa)**

47.



Henger alakú zárt edényben súrlódásmentes, jól záró, vékony dugattyú áll. Kiinduláskor a dugattyú bal oldalán 8 liter normálállapotú, a jobb oldalán 5 liter normálállapotú gáz van lezárva. A jobb oldali gázt ezután 100°C -ra melegítjük, miközben a dugattyútól balra levő részt továbbra is 0°C -on tartjuk. A henger fala és a dugattyú

hőszigetelőnek tekinthető.

a) Mekkora lesz az egyik, illetve a másikkoldalán a nyomás, ha a dugattyút nem engedjük melegítés közben elmozdulni? **($p_J = 138,4\text{ kPa}$, $p_B = 100\text{ kPa}$)**

b) Mekkora lesz a bal, illetve a jobb oldali részben a gáz nyomása és térfogata, ha a dugattyú a melegítés folyamán elmozdulhat? **($p_K = 115\text{ kPa}$, $V_J = 5,98\text{ dm}^3$, $V_B = 7,02\text{ dm}^3$)**

48.

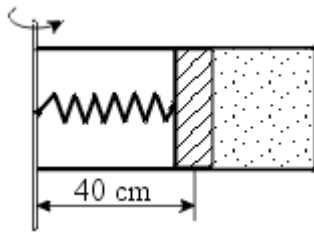


Az ábrán látható hengert egy súrlódásmentesen mozgatható fal egy 5 literes és egy 3 literes részre osztja. A hengerben a környezet hőmérsékletével azonos hőmérsékletű, de a külső levegő nyomásánál megfelelően nagyobb nyomású gáz van. A fal és a henger jó hővezető. A henger alapterülete 1 dm^2 .

A baloldali részből kiengedjük a gáz tömegének $2/5$ részét.

Hol állapodik meg a fal, miután minden része felvette a környezet hőmérsékletét? **(középre áll be)**

49.



Függőleges tengely körül, az ábrán látható módon, egy $0,5 \text{ dm}^2$ belső keresztmetszetű henger foroghat. A hengerben sűrűdásmentesen mozoghat egy 4 kg tömegű dugattyú, amelynek tömegközéppontja nyugalmi helyzetben 40 cm távolságban van a forgástengelytől. A jól záró dugattyú 2 dm^2 térfogatú, 10^5 Pa nyomású gázt zár be a hengerbe. A külső levegő nyomása 10^5 Pa . A dugattyút a tengellyel feszítetlen, 1000 N/m rugóállandójú rugó köti össze. A hengert a

függőleges tengely körül lassan felpörgetjük, majd 40 1/s állandó szögsebességű forgásban tarjuk. A gáz hőmérséklete nem változik.

Mennyi lesz a felpörgetés után a rugó megnyúlása, a hengerbe zárt gáz nyomása?

(0,36 m; 1 MPa)

50.

Függőleges tengelyű hengerben sűrűdásmentesen mozgatható, jól záró, 10 kg tömegű dugattyú alatt ideális gáz van. A henger alapterülete 50 cm^2 . Az edényt 8 m/s^2 gyorsulással függőlegesen mozgatva a gázoszlop hossza a dugattyú alatt 31 %-kal csökken, miközben a gáz hőmérséklete 20 %-kal nő. ($g=10 \text{ m/s}^2$)

a) Hány százalékkal változik közben a gáz nyomása? (74 %)

b) Mekkora a külső légnyomás?

51.

Egy Föld körül keringő űrállomás zárt kabinjában $p = 50 \text{ kPa}$ nyomású, $T = 295 \text{ K}$ hőmérsékletű oxigén-gázt tartalmazó mesterséges légkör van. A kabin belső térfogata $V = 80 \text{ m}^3$. A kabin falán egy kicsiny, $A = 0,1 \text{ mm}^2$ alapterületű lyuk keletkezik, és az oxigén szökni kezd. Becsülje meg, hogy mennyi idő alatt csökken a kabinban a nyomás 1 %-kal!

(A kabin belsejében a fűtőrendszer állandó hőmérsékletet tart.)