

Makroskopsko ponašanje 1

idealnog plina

1.1. Temperatura

1.2. Toplinsko rastezanje tvari

1.3. Plinski zakoni

1.4. Jednadžba stanja idealnog plina

Celzijeva ljestvica je temperaturna ljestvica koja se temelji na talištu vode (0°C) i vrelištu vode (100°C).

Kelvinova ljestvica je temperaturna ljestvica koja se temelji na apsolutnoj nuli (0 K).

Veza apsolutne temperature T i celzijeve temperature t :

$$T/\text{K} = t/^{\circ}\text{C} + 273,15.$$

Fahrenheitova ljestvica je temperaturna ljestvica koja se temelji na talištu vode (32°F) i vrelištu vode (212°F).

Koeficijent linearnog rastezanja, α , je omjer relativnog linearnog širenja $\frac{\Delta l}{l}$ i razlike temperatura ΔT .

Linearno rastezanje opisuje izraz:

$$L(t) = L_0 (1 + \alpha t),$$

gdje je L_0 duljina pri temperaturi 0°C , a $L(t)$ duljina pri temperaturi t .

Koeficijent površinskog rastezanja, β , je omjer relativnog površinskog širenja $\frac{\Delta S}{S}$ i razlike temperatura ΔT .

Površinsko rastezanje opisuje izraz:

$$S(t) = S_0 (1 + \beta t),$$

gdje je S_0 površina pri temperaturi 0°C , a $S(t)$ površina pri temperaturi t .

Koeficijent volumnog rastezanja, γ , je omjer relativnog volumnog produljenja $\frac{\Delta V}{V}$ i razlike temperatura ΔT .

Volumno rastezanje opisuje izraz:

$$V(t) = V_0 (1 + \gamma t),$$

gdje je V_0 volumen pri temperaturi 0°C , a $V(t)$ volumen pri temperaturi t .

Avogadrov broj je broj čestica u jednom molu, $6,022 \cdot 10^{23}$.

Boyle–Mariotteov zakon je plinski zakon koji opisuje izotermnu promjenu stanja plina. Umnožak tlaka i volumena ostaje stalan.

$$pV = \text{konst.}$$

Gay-Lussacov zakon je plinski zakon koji opisuje izobarnu promjenu stanja plina. Omjer volumena i temperature ostaje stalan.

$$\frac{V}{T} = \text{konst.}$$

Charles–Gay-Lussacov zakon je plinski zakon koji opisuje izohornu promjenu stanja plina. Omjer tlaka i temperature ostaje stalan.

$$\frac{p}{T} = \text{konst.}$$

Jednadžba stanja idelanog plina:

$$pV = nRT$$

1.1. Temperatura

1. Normalna temperatura ljudskog tijela je $36,8^{\circ}\text{C}$. Izrazite ovu temperaturu u kelvinima i stupnjevima Fahrenheita.

Rješenje: 310 K, $98,2^{\circ}\text{F}$

2. Kolika bi bila temperatura svemira izražena u stupnjevima Fahrenheita? Pronađite na internetu, odnosno provjerite da temperatura svemira, temperatura tzv. pozadinskog zračenja ostala od Velikog praska, iznosi 2,73 K.

Rješenje: $-454,76^{\circ}\text{F}$

1.2. Toplinsko rastezanje tvari

1. Željezna šina dugačka je 20 m pri temperaturi od 32°C . Izračunajte njezinu duljinu pri -10°C . Koeficijent linearnog rastezanja čelika je $12 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Rješenje: 19,99 m

2. Bakrena šipka dugačka je 80 cm pri temperaturi od 15°C . Koliko je produljenje šipke pri temperaturi od 35°C ? Koeficijent linearnog širenja bakra je $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Rješenje: $2,7 \cdot 10^{-4}$ m

3. Izračunajte produljenje bakrene žice dugačke 50 m pri promjeni temperature s 12°C na 32°C . Koeficijent linearnog širenja bakra je $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Rješenje: 1,7 cm

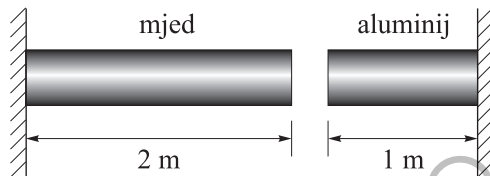
4. Zagrijavamo li metalni štap od 20°C do temperature 100°C , njegova se duljina poveća za $8,47 \cdot 10^{-4}$ m. Za koliko se duljina štapa smanji ako ga hladimo od 25°C do temperature smrzavanja vode?

Rješenje: $2,65 \cdot 10^{-4}$ m

5. Gustoća žive pri 0°C je $13\,600 \text{ kgm}^{-3}$. Izračunajte gustoću žive na temperaturi od 50°C . Koeficijent volumnog širenja žive je $1,82 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Rješenje: $13\,500 \text{ kgm}^{-3}$

6. Mjedena i aluminijska šipka pričvršćene su na zid, kao što je prikazano na slici. Pri 20°C prostor između šipaka iznosi $1,2\text{ mm}$. Na kojoj će se temperaturi taj zrakoprazan prostor “zatvoriti”? Koeficijent linearnog širenja mjedi je $19 \cdot 10^{-6}\text{C}^{-1}$, a aluminijska $23 \cdot 10^{-6}\text{C}^{-1}$.



Rješenje: 100°C

7. Pri 20°C čelična kugla ima promjer $0,900\text{ cm}$. Pri istoj temperaturi promjer rupe u aluminijskoj ploči iznosi $0,899\text{ cm}$. Pri kojoj će temperaturi (istoj za kuglu i ploču) kugla proći kroz rupu? Koeficijent linearnog širenja čelika je $1,1 \cdot 10^{-5}\text{C}^{-1}$, a aluminijska $2,2 \cdot 10^{-5}\text{C}^{-1}$.

Rješenje: 121°C

8. Gustoća zlata pri 20°C iznosi $19\,300\text{ kgm}^{-3}$, a koeficijent linearnog širenja zlata je $14,3 \cdot 10^{-6}\text{C}^{-1}$. Kolika je gustoća zlata pri 90°C ?

Rješenje: $19\,200\text{ kgm}^{-3}$

1.3. Plinski zakoni

1. Pri temperaturi od 27°C plin ima obujam V . Do koje je temperature potrebno izobarno hladiti taj plin da mu se obujam smanji za 20%?

Rješenje: -33°C

2. Temperatura plina u žarulji je 20°C . Kada je žarulja upaljena, tlak plina poveća se dva puta. Kolika je tada temperatura plina?

Rješenje: 313°C

3. Plinska boca napunjena je plinom temperature 15°C pod tlakom upola manjim od tlaka pri kojem dolazi do rasprsnuća boce. Pri kojoj bi se temperaturi plina boca rasprsnula?

Rješenje: 303°C

4. Ako pri konstantnoj temperaturi plina klip u cilindru spustimo za trećinu visine cilindra, koliko će se puta povećati tlak?

Rješenje: Povećat će se 1,5 puta.

5. Koliko se puta poveća tlak plina u balonu električne žarulje ako se nakon uključivanja temperatura plina povisi sa 15°C na 303°C ?

Rješenje: 2

6. Pri temperaturi 27°C tlak plina je p . Do koje je temperature potrebno izovolumno zagrijati plin da mu tlak bude $4p$?
- Rješenje: 1200 K
7. Pri temperaturi 227°C volumen plina je V . Do koje je temperature potrebno izobarno hladiti plin da bi mu se volumen upola smanjio?
- Rješenje: -23°C
8. U automobilskoj gumi nalazi se zrak pod tlakom od $6 \cdot 10^5\text{ Pa}$ pri 293 K . Dok se auto giba, temperatura gume se povećava na 308 K . Ako je volumen zraka konstantan, koliko se pritom povećao tlak zraka?
- Rješenje: $6,3 \cdot 10^5\text{ Pa}$
9. Koja je temperatura plina u zatvorenoj posudi ako mu se tlak poveća za $0,4\%$ pri promjeni temperature za 1 K ?
- Rješenje: 250 K
10. Jednu litru idealnog plina pri atmosferskom tlaku 1 bar i temperaturi 0°C najprije izotermno komprimiramo na volumen $0,4\text{ L}$, a zatim izohorno (uz isti volumen) zagrijemo na 100°C . Koliki će nakon toga biti tlak plina?
- Rješenje: $3,42\text{ bar}$
11. Tlak zraka u automobilskoj gumi je $2,2\text{ bara}$ ($1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa}$) pri temperaturi od 10°C . Koliki će tlak biti u istoj gumi pri 35°C ? Zanemarite promjenu obujma.
- Rješenje: $2,4\text{ bar}$
12. Koliko se puta poveća tlak plina ako njegova temperatura poraste s 68°F na 140°F ? Volumen ostaje stalan.
- Rješenje: Povećat će se $1,14$ puta.
13. Izobarnom ekspanzijom plin se zagrijava. Koliko je puta povećan volumen plina pri stalnom tlaku ako mu je temperatura porasla sa 0°C na 85°C ?
- Rješenje: Povećat će se $1,31$ puta.
14. Izračunajte konačni tlak plina pri izotermnoj promjeni stanja plina ako je početni tlak bio $1,6\text{ bar}$. Volumen se povećao četiri puta.
- Rješenje: $0,4\text{ bar}$
15. Izohornom promjenom tlak plina se poveća s $2,0 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Koja je bila početna temperatura ako je konačna 456 K ?
- Rješenje: 350 K

16. Pri izobarnoj promjeni temperature za 1,0 K volumen plina se promjeni za 1,0 L. Izračunajte količinu plina ako je tlak normirani atmosferski.

Rješenje: 12 mol

17. Plin u cilindru s pomičnim klipom nalazi se pod tlakom od $1,6 \cdot 10^6$ Pa. Pomakom klipa volumen se smanji za 20%. Koliki je sada tlak plina? Pretpostavite izotermnu promjenu.

Rješenje: $2 \cdot 10^6$ Pa

18. Količina plina od 4,5 mol pri normiranom atmosferskom tlaku zauzima volumen od 143 L. Kolika je temperatura tog plina?

Rješenje: 114°C

19. U dizelskom motoru klip stlačuje zrak pri 305 K na volumen koji iznosi jednu šesnaestinu početnog volumena i na tlak koji je 48,5 puta veći od početnoga tlaka. Kolika je temperatura zraka nakon kompresije?

Rješenje: 925 K

1.4. Jednadžba stanja idealnog plina

1. Izračunajte gustoću zraka u boci za ronjenje pri temperaturi od 0°C. Tlak u boci je $3 \cdot 10^7$ Pa.

Rješenje: 380 kgm^{-3}

2. Količina zraka od 50,2 mol zatvorena je u posudi od 3,5 L pri temperaturi od 40°C. Koliki je tlak u posudi?

Rješenje: $3,7 \cdot 10^7$ Pa

3. Koliki će volumen zauzeti vodena para (pri normalnom tlaku i temperaturi od 100°C) dobivena iz 1 L kipuće vode? Molarna masa vode je 18 g/mol.

Rješenje: 1700 L

4. Plin u posudi volumena V, pri temperaturi T, nalazi se pod tlakom P. Što će se dogoditi s temperaturom ako istovremeno plinu tlak povećavamo dva puta, a volumen smanjimo dva puta? Količina plina se ne mijenja.

Rješenje: Temperatura će ostati ista.

5. Idealni plin pri temperaturi od 17°C i tlaku $2 \cdot 10^5$ Pa zauzima volumen od 3 m^3 .

a) Odredite količinu plina.

b) Ako se volumen poveća na 4 m^3 , a temperatura na 27°C, koliki će biti tlak plina?

Rješenje: a) 240 mol; b) $1,6 \cdot 10^5$ Pa

6. U spremniku volumena 1000 cm^3 nalazi se 10 g dušika pri tlaku od 2 atm. Kolika je temperatura plina?

Rješenje: 68,2 K

7. Koliko se molekula plina nalazi u boci od 1 L pri normalnom atmosferskom tlaku i sobnoj temperaturi (21°C)?
Rješenje: $2,5 \cdot 10^{22}$
8. Boca za ronjenje sadrži 12 L zraka pri tlaku od $2,5 \cdot 10^7$ Pa i temperaturi od 21°C . Koliko je molekula zraka u boci?
Rješenje: $7,4 \cdot 10^{25}$
9. Što će se dogoditi s bocom iz gornjeg zadatka nakon što dovoljno dugo bude u hladnoj vodi jezera, na 5°C .
Rješenje: tlak će pasti na $2,45 \cdot 10^7$ Pa
10. Koliko je molova u 1 L zraka pri 0°C i tlaku od 101 325 Pa?
Rješenje: 0,045
11. Koliko litara ima 1 mol zraka pri 0°C i tlaku od 101 325 Pa?
Rješenje: 22,4 L
12. Izračunajte gustoću zraka pri normalnim uvjetima (0°C , 101 325 Pa) iz molarne mase zraka (29 g mol^{-1}).
Rješenje: $1,29 \text{ kg m}^{-3}$