

Sprendžiame uždavinius

1. Atidžiai perskaitoma sąlyga;
2. Išrenkami ir užrašomi duoti dydžiai, parametrai, duomenys (naudojama tarptautinė vienetų sistema);
3. Nustatoma: „ką reikia rasti (apskaičiuoti)“;
4. Taikomi dėsniai, pasirenkamos formulės, įstatomos į formules dydžių skaitinės reikšmės;
5. Pateikiamas atsakymas.

1 uždavinys

Kokį tūrį užima 1 molio idealios dujos 0 °C temperatūroje, kai slėgis lygus 1 atm.?

Duota:

$$T = 273 \text{ K};$$

$$p = 1 \text{ atm} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa};$$

$$\nu = 1 \text{ mol};$$

$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}};$$

Rasti:

$$V - ?$$

Sprendimas:

Taikome idealiųjų dujų būsenos (būvio) lygtį:

$$pV = \nu RT \rightarrow V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot 273}{1 \cdot 10^5} = 0,023 \text{ m}^3$$

$$\text{Ats.: } V = 0,023 \text{ m}^3$$

2 uždavinys

Apskaičiuokite, iš kiek atomų būtų sudarytas 50 kg sveriantis moksleivis, jei laikytume, kad visas žmogaus organizmas sudarytas iš vandens, kurio molinė masė 18 g/mol, o molekulė sudaryta iš trijų atomų.

Sprendimas:

Duota:

$$m = 50 \text{ kg};$$

$$M = 0,018 \text{ kg/mol};$$

$$1 \text{ molekulė} = 3 \text{ atomai};$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ molek./mol};$$

Rasti:

$$N_{\text{atomų}} - ?$$

Apskaičiuojame atomų skaičių $N_{\text{atomų}}$:

$$N_{\text{atomų}} = 3 \cdot N_{\text{molekulių}} \quad (1)$$

$$N_{\text{molekulių}} = \nu \cdot N_A \quad (2)$$

Molių skaičių $\nu = \frac{m}{M}$ įsistatome į (2) lygtį, molekulių skaičių į (1) ir apskaičiuojame:

$$N_{\text{atomų}} = 3 \cdot \nu \cdot N_A = 3 \cdot \frac{m}{M} \cdot N_A = 3 \cdot \frac{50}{0,018} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 5 \cdot 10^{27} \text{ (atomų)}.$$

Ats.: $N_{\text{atomų}} = 5 \cdot 10^{27}$ atomų.

3 uždavinys

20 litrų talpoje yra $4,86 \cdot 10^{-4}$ kg 18°C helio dujų. Helio molinė masė lygi 4 g/mol. Kiek helio molekulių yra šioje talpoje?
Kiek atmosferų slėgis bus šioje talpoje?

Sprendimas:

Duota:

$$V = 20 \text{ l} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3;$$

$$m = 4,86 \cdot 10^{-4} \text{ kg};$$

$$T = 18^\circ\text{C} = 291 \text{ K};$$

$$M = 0,004 \text{ kg/mol};$$

$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}};$$

Rasti:

ν - ?

p [atm] - ?

Apskaičiuojame molekulių skaičių:

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{4,86 \cdot 10^{-4}}{0,004} = 0,122 \text{ mol}$$

Taikome idealiųjų dujų būsenos (būvio) lygtį slėgiui apskaičiuoti:

$$pV = \nu RT \rightarrow p = \frac{\nu RT}{V} = \frac{0,122 \cdot 8,31 \cdot 291}{20 \cdot 10^{-3}} = 1,47 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

Išreiškiame slėgį [atm]:

$$p = \frac{1,47 \cdot 10^4}{1 \cdot 10^5} = 0,147 \text{ atm.}$$

Ats.: $\nu = 0,122 \text{ mol}; p = 0,147 \text{ atm.}$

4 uždavinys

2,6 l helio dujos, kurių temperatūra 41°C ir slėgis 0,18 atmosferų, yra šildomos tol, kol slėgis ir tūris padvigubėja. Kam lygi galinė temperatūra? Kiek gramų yra Helio dujų?

Duota:

$$T_1 = 41 \text{ }^\circ\text{C} = 314 \text{ K};$$

$$p_1 = 0,18 \text{ atm} = 0,18 \cdot 10^5 \text{ Pa};$$

$$V_1 = 2,6 \text{ l} = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3;$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 2;$$

$$\frac{p_2}{p_1} = 2;$$

$$M = 0,004 \text{ kg/mol};$$

$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}};$$

Rasti:

V - ?

Sprendimas:

Taikome idealiųjų dujų būsenos (būvio) lygtį helio masei apskaičiuoti:

$$pV = \frac{m}{M}RT \rightarrow m = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot M}{RT_1} = \frac{0,18 \cdot 10^5 \cdot 2,6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,004}{8,31 \cdot 314} = 7,2 \cdot 10^{-5} \text{ kg}.$$

Jei masė išlieka pastovi, galinei temperatūrai apskaičiuoti galima taikyti sąryšį:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{T_1 \cdot p_2 \cdot V_2}{p_1 \cdot V_1} = T_1 \cdot 2 \cdot 2 = 1256 \text{ K}$$

Ats.: $T_2 = 1256 \text{ K}; m = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ g}.$

5 uždavinys

3 l talpoje yra 3 atmosferų 20 °C oras. Talpa uždaroma ir vėsinama tol, kol slėgis tampa lygus 1 atmosferai.

1) Kokia bus temperatūra [°C], jei talpos tūris nesikeičia?

2) Jei palaikytume gautą temperatūrą pastovia, o orą suslėgtume, tai kokio tūrio reikėtų, kad slėgis grįžtų į pradinę 3 atmosferų vertę?

Duota:

$$V_1 = V_2 = 3 \text{ l} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3;$$

$$p_1 = p_3 = 3 \text{ atm} = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa};$$

$$p_2 = 1 \text{ atm} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa};$$

$$T_1 = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K};$$

$$T_2 = T_3$$

Rasti:

1) T_2 (kai $V_1 = V_2$) - ?

2) V_3 (kai $T_2 = T_3$) - ?

Sprendimas:

Yra trys būsenos, kurių parametrai:

$$p_1 V_1 T_1$$

$$p_2 V_2 T_2$$

$$p_3 V_3 T_3$$

1) Kai tūris yra pastovus ($V_1 = V_2$), temperatūrai T_2 apskaičiuoti taikomas sąryšis:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{T_1 \cdot p_2}{p_1} = \frac{293 \cdot 1 \cdot 10^5}{3 \cdot 10^5} = 97,7 \text{ K} = -175,3 \text{ °C};$$

2) Kai temperatūra pastovi ($T_2 = T_3$), tūriui apskaičiuoti taikomas sąryšis:

$$p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 \rightarrow V_3 = \frac{p_2 \cdot V_2}{p_3} = \frac{1 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^5} = 1 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

Ats.: $T_2 = -175,3 \text{ °C}; V_3 = 1 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

6 uždavinys

100 °C temperatūroje yra 2 m³ deguonies (O₂) ir sieros dvideginio (SO₂) mišinys 4·10⁵ Pa slėgyje. Raskite dalinius (parcialinius, kiekvieno komponento) slėgius ir deguonies masę, jei žinoma, kad sieros dvideginio yra 8 kg.

Sprendimas:

Duota:

$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}};$$

$$p = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa};$$

$$T = 100 \text{ }^\circ\text{C} = 373 \text{ K};$$

$$V = 2 \text{ m}^3;$$

$$M_{O_2} = 0,032 \text{ kg/mol};$$

$$M_{SO_2} = 0,064 \text{ kg/mol};$$

$$m_{SO_2} = 8 \text{ kg};$$

Rasti:

$$m_{O_2} - ?$$

$$p_{O_2} - ?$$

$$p_{SO_2} - ?$$

Bendrą mišinio slėgį sudaro atskirų dujų slėgių suma (dalinių/parcialinių slėgių suma):

$$p = p_{O_2} + p_{SO_2} \quad (1)$$

Dalinius slėgius galima apskaičiuoti taikant idealiųjų dujų būsenos (būvio) lygtį:

$$p_{O_2} \cdot V = \frac{m_{O_2}}{M_{O_2}} \cdot R \cdot T \quad (2)$$

$$p_{SO_2} \cdot V = \frac{m_{SO_2}}{M_{SO_2}} \cdot R \cdot T \rightarrow p_{SO_2} = \frac{m_{SO_2}}{M_{SO_2}} \cdot \frac{R \cdot T}{V} = \frac{8}{0,064} \cdot \frac{8,31 \cdot 373}{2} = 1,94 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad (3)$$

Iš (1) lygties randame p_{O_2} :

$$p_{O_2} = p - p_{SO_2} = 4 \cdot 10^5 - 1,94 \cdot 10^5 = 2,06 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Iš (2) lygties randame m_{O_2} :

$$m_{O_2} = \frac{p_{O_2} \cdot V \cdot M_{O_2}}{R \cdot T} = \frac{2,06 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 0,032}{8,31 \cdot 373} = 4,25 \text{ kg}$$

Ats.: $m_{O_2} = 4,25 \text{ kg}$; $p_{SO_2} = 1,94 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; $p_{O_2} = 2,06 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

7 uždavinys

7 °C temperatūroje izotermiškai besiplečiančio azoto tūris padidėjo 2 kartus. Masė 200 g. Apskaičiuokite: 1) dujų plėtimosi darbą. 2) dujų vidinės energijos pokytį. 3) dujoms suteiktą šilumos kiekį.

Duota:

$$T = 280 \text{ K};$$

$$M = 0,028 \text{ kg/mol};$$

$$m = 0,2 \text{ kg};$$

$$V_2 = 2V_1$$

$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}};$$

Rasti:

$$\Delta U - ?$$

$$Q - ?$$

$$A - ?$$

Sprendimas:

Taikome I termodinamikos dėsnį:

$$Q = \Delta U + A$$

Izoterminio proceso metu temperatūra yra pastovi, todėl vidinės energijos pokytis: $\Delta U = 0$

Gaunasi, kad $Q = A$.

$$A = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{0,2}{0,028} \cdot 8,31 \cdot 280 \cdot \ln 2 = 11520 \text{ J} = 11,52 \text{ kJ}$$

$$Q = 11520 \text{ J} = 11,52 \text{ kJ}$$

Ats.: $\Delta U = 0; Q = A = 11,52 \text{ kJ}$

8 uždavinys

Nubrėžtas idealiųjų dujų nekintamos masės būsenos kitimo ciklas. Pirmojoje būsenoje dujų temperatūra T_0 . Kam lygi dujų temperatūra antrojoje būsenoje T_2 ?

Duota:

$$T_1 = T_0;$$

$$p_2 = 3p_0;$$

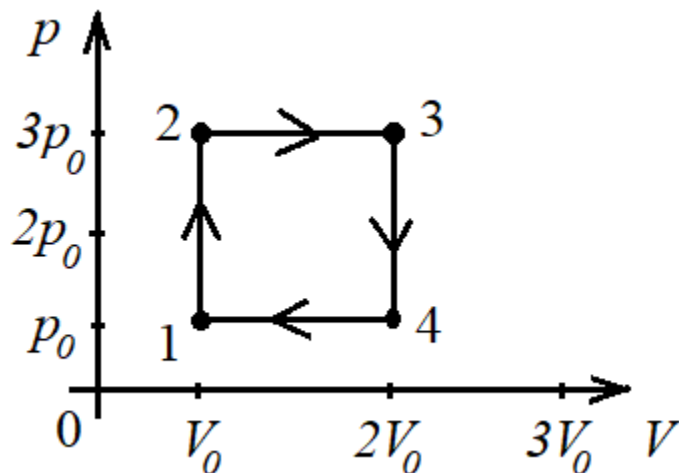
$$V_2 = V_1 = V_0;$$

$$p_1 = p_0;$$

$$m = \text{const};$$

Rasti:

$$T_2 - ?$$



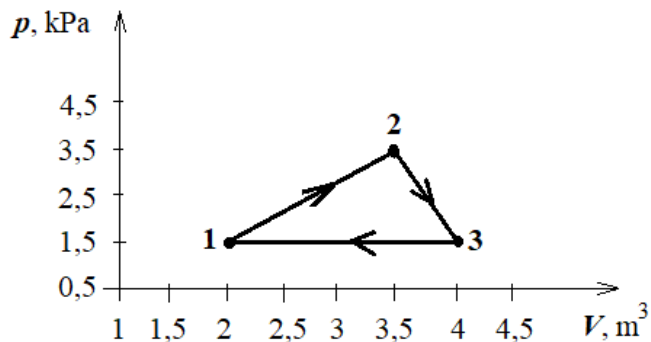
Sprendimas:

Jei masė išlieka pastovi, galinei temperatūrai apskaičiuoti galima taikyti sąryšį:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \rightarrow (T_1 = T_0; p_2 = 3p_0; V_2 = V_1 = V_0; p_1 = p_0) \rightarrow T_2 = \frac{T_1 \cdot p_2 \cdot V_2}{p_1 \cdot V_1} = \frac{T_0 \cdot 3p_0 \cdot V_0}{p_0 \cdot V_0} = 3T_0$$

Ats.: $T_2 = 3T_0$

9 uždavinys



Grafike pateiktas vienatomių 5 molių idealiųjų dujų būsenos kitimo ciklas. Apskaičiuokite, būsenų, vaizduojamų 1, 2, 3 taškuose, temperatūras ir ciklo metu atliktą darbą.

Sprendimas:

Iš grafiko išrenkame duomenis.

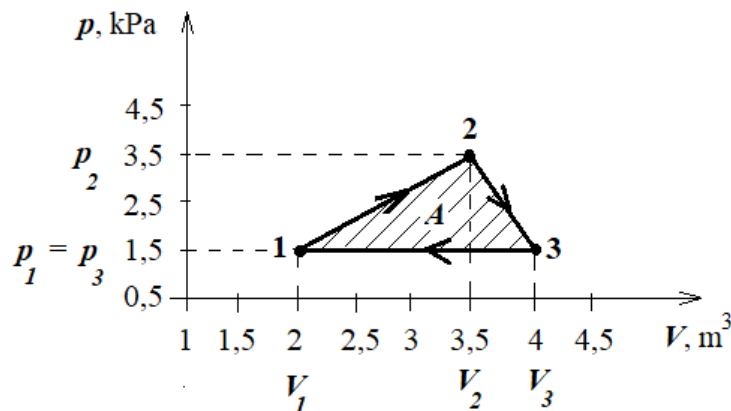
Taikome idealiųjų dujų būsenos (būvio) lygtį temperatūrai apskaičiuoti:

$$pV = \nu RT \rightarrow$$

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} = \frac{1,5 \cdot 10^3 \cdot 2}{5 \cdot 8,31} = 72 \text{ K}$$

$$T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R} = \frac{3,5 \cdot 10^3 \cdot 3,5}{5 \cdot 8,31} = 295 \text{ K}$$

$$T_3 = \frac{p_3 V_3}{\nu R} = \frac{1,5 \cdot 10^3 \cdot 4}{5 \cdot 8,31} = 144 \text{ K}$$



Dujų atliktas darbas lygus užbrūkšniuoto trikampio plotui:

$$A = \frac{(V_3 - V_1) \cdot (p_2 - p_1)}{2} = \frac{(4 - 2)(3,5 \cdot 10^3 - 1,5 \cdot 10^3)}{2} = 2000 \text{ J}$$

Ats.: $T_1 = 72 \text{ K}$; $T_2 = 295 \text{ K}$; $T_3 = 144 \text{ K}$; $A = 2000 \text{ J}$.

Duota:

$$V_1 = 2 \text{ m}^3;$$

$$V_2 = 3,5 \text{ m}^3;$$

$$V_3 = 4 \text{ m}^3;$$

$$p_1 = p_3 = 1,5 \text{ kPa} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ Pa};$$

$$p_2 = 3,5 \text{ kPa} = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Pa};$$

$$\nu = 5 \text{ mol};$$

$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}};$$

Rasti:

$$T_1 - ? \quad T_2 - ? \quad T_3 - ?$$

$$A - ?$$

10 uždavinys

Ideali Karno šiluminė mašina gauna iš šildytuvo, kurio temperatūra 500 K, per vieną ciklą 3360 J šilumos. Kiek šilumos ji atiduoda per vieną ciklą aušintuvui, kurio temperatūra 400 K? Kokį darbą atlieka mašina per vieną ciklą?

Duota:

$$T_1 = 500 \text{ K};$$

$$T_2 = 400 \text{ K};$$

$$Q_1 = 3360 \text{ J};$$

Rasti:

$$Q_2 - ?$$

$$A - ?$$

Sprendimas:

Karno ciklą sudaro du izoterminiai ir du adiabatiniai procesai. Tai didžiausią naudingumo koeficientą turinti grįžtamoju ciklu dirbanti ideali (be nuostolių) šiluminė mašina.

Jos naudingumo koeficientas:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \rightarrow \eta = \frac{500 - 400}{500} = 0,2$$

$$0,2 = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \rightarrow Q_2 = 0,8 \cdot Q_1 = 0,8 \cdot 3360 = 2688 \text{ J}$$

Darbas apskaičiuojamas:

$$A = Q_1 - Q_2 = 3360 - 2688 = 672 \text{ J}$$

Ats.: $Q_2 = 2688 \text{ J}; A = 672 \text{ J}$.