

Maxwellovo rozdělení molekul plynu

1. Při jaké teplotě se střední kvadratická rychlost molekul oxidu uhličitého rovná střední kvadratické rychlosti molekul dusíku při teplotě 0 °C?

2. Při které teplotě je střední kvadratická rychlost molekul plynu právě poloviční vzhledem k rychlosti při teplotě 19 °C?

Stavová rovnice

3. Určete, kolik molekul je ve vzduchu, který má objem 1 m³, tlak 150 kPa a teplotu 27 °C.

4. V nádobě o objemu 2 l je $6 \cdot 10^{20}$ molekul plynu. Tlak plynu je $2,6 \cdot 10^3$ Pa. Jaká je jeho teplota?

5. V nádobě o objemu 1 l je uzavřen plyn, který je sloučeninou kyslíku a dusíku. Hmotnost plynu je 1 g, teplota 17 °C a tlak $3,17 \cdot 10^4$ Pa. Určete název a chemický (sumární) vzorec této sloučeniny.

6. Jaký tlak je při teplotě 0 °C v kulové baňce o objemu 100 cm³, jestliže se ní pohybuje tolik molekul kyslíku, že by pokryly monomolekulární vrstvou vnitřní povrch baňky? Každá molekula kyslíku zaujímá na vnitřním povrchu baňky plochu o obsahu $9 \cdot 10^{-16}$ cm².

7. Vodík H₂ má v počátečním stadiu objem 1 m³, teplotu 250 K a tlak $2 \cdot 10^5$ Pa. Jaký bude tlak téhož množství vodíku při teplotě 5 000 K a objemu 10 m³, budeme-li předpokládat, že při tak vysoké teplotě všechny molekuly vodíku disociují na atomy?

8. V bombě je plyn o teplotě 27 °C a tlaku 4 MPa. Jaký bude jeho tlak, jestliže z nádoby vypustíme poloviční množství plynu a jeho teplota při tom poklesne o 15 °C?

9. Plyn o hmotnosti 100 g se v otevřené nádobě zahřál z počáteční teploty 0 °C na teplotu 100 °C. Určete hmotnost plynu, který z nádoby unikne. Neuvažujte objemovou roztažnost nádoby.

10. Ve vodorovně umístěné nádobě, která má tvar válce o délce 85 cm, je pohyblivý píst, který rozděluje nádobu na dvě části. V levé části je kyslík O₂, v pravé vodík H₂ o téže hmotnosti a teplotě. Určete polohu pístu v rovnovážném stavu. Tření neuvažujte.

11. Teplovzdušené balony obsahují teplý vzduch, který je zahříván plynovým hořákem. Na jakou teplotu je třeba zahřát vzduch v balonu, jestliže má unést dvoučlenou posádku hmotnosti 120 kg. Hmotnost balonu a koše je 300 kg, průměr balonu 20 m, teplota okolního vzduchu 17 °C. Molární hmotnost vzduchu 0,029 kg/mol.

12. V nádobě je ideální plyn o teplotě 40 °C. Na jakou teplotu je třeba plyn zahřát, aby se jeho tlak dvakrát zvětšil a objem se zvětšil o 1/8 původního objemu?

13. Ideální plyn má při teplotě 15 °C objem 5 l a tlak $2 \cdot 10^5$ Pa. Jaký objem má tento plyn za normálních podmínek?

14. Stlačený plyn v tlakové láhvi má při teplotě 18 °C tlak 8,5 MPa. Jaký tlak bude mít, sníží-li se teplota na -23 °C? Změnu objemu tlakové láhve při ochlazení zanedbejte.

Izotermický, izobarický a izochorický děj

15. Ideální plyn má při teplotě 0 °C objem V_0 . Při jaké teplotě bude mít plyn objem $V = 2V_0/3$? Tlak plynu je konstantní.

16. Ve fotbalovém míči je při teplotě 10 °C tlak 75 kPa. Na jakou hodnotu se změní tlak v míči, ohřeje-li se při hře na 30 °C? Změnu objemu míče neuvažujte.

17. Jak se změní tlak vzduchu v pneumatice automobilu, která je nahuštěna na tlak 250 kPa, jestliže se během jízdy zvýšila její teplota ze 17 °C na 77 °C?

18. V nádobě o vnitřním objemu 10 l je uzavřen vzduch o tlaku 10^5 Pa. Nádobu spojíme krátkou trubicí s jinou nádobou o vnitřním objemu 5 l, ve které je vakuum. Určete výsledný tlak vzduchu. Předpokládáme, že teplota vzduchu je stálá, objem trubice zanedbatelný.

19. Objem bubliny vzduchu, která se uvolnila u dna jezera, se u jeho povrchu zvětšil třikrát. Jaká je hloubka jezera? Teplotu vzduchu v bublině považujeme za stálou. Kapilární tlak zanedbejte.

20. V jaké hloubce pod povrchem jezera se bude hustota vzduchové bubliny rovnat 1 % hustoty vody? Teplota vzduchové bubliny je 4 °C. Hustota vzduchu za teploty 0 °C a tlaku 0,1 MPa je $1,293 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Kapilární tlak zanedbejte.

21. V trubici, jejíž jeden konec je uzavřen, je vzduch. Nad ním je sloupec rtuti o délce 20 cm. Jestliže trubici umístíme ve svislé poloze otevřeným koncem nahoru, objem vzduchu pod rtuťovým sloupcem je 1,5 cm³. Jaký bude objem vzduchu v trubici v opačné a ve vodorovné poloze? Hustota rtuti je $13\,600 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

22. Vzduch, který se nachází v nádobě o objemu 3 l, je odčerpáván pístovou vývěvou, jejíž pracovní komora má objem 2 l. Vypočtěte, jaký bude v nádobě tlak po čtvrtém zdvihu pístu, bude-li čerpání probíhat tak, že teplota v nádobě i v pracovní komoře zůstane konstantní.

23. Nádoba tvaru válce, umístěna ve svislé poloze, je uzavřena pohyblivým pístem, jehož obsah je 100 cm². V nádobě je plyn o teplotě 7 °C. Položíme-li na píst závaží o hmotnosti 10 kg, píst poněkud poklesne. Na jakou teplotu je třeba plyn zahřát, aby se píst vrátil do své původní polohy? Hmotnost pístu a tření neuvažujeme.

24. Dvě stejné nádoby A a B tvaru válce o výšce $0,8\text{ m}$ a obsahu dna 10^{-2} m^2 jsou postaveny vedle sebe na vodorovné podložce a jsou spolu těsně u dna spojeny krátkou trubičkou. Nádoba B je uzavřena, do nádoby A lijeme vodu. Jaký je objem vody, kterou je možno maximálně do takto postavených nádob nalít, považujeme-li teplotu vzduchu za stálou?

25. Plyn uzavřený ve válcové nádobě s pohyblivým pístem se zahřál při stálém tlaku tak, že se jeho objem zvětšil $1,5$ krát. Píst byl potom upevněn a při stálém objemu se plyn zahřál tak, že se jeho tlak zvýšil dvakrát. Určete poměr výsledné termodynamické teploty plynu k jeho teplotě počáteční.

26. V uzavřené nádobě o objemu 2 l je dusík o hustotě $1,4\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Jaké teplo přijme, zvýší-li se jeho teplota o $100\text{ }^\circ\text{C}$ při stálém objemu? Jakou práci při tom dusík vykoná? Pro dusík je $c_V = 739\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

27. V nádobě o objemu 10 l je uzavřen vzduch při tlaku $0,1\text{ MPa}$. Jaké teplo přijme, zvětší-li se při stálém objemu jeho tlak na $0,5\text{ MPa}$? Měrná tepelná kapacita vzduchu při stálém objemu je $718\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, molární hmotnost vzduchu $0,029\text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Adiabatický děj

28. Počáteční tlak plynu je $12 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Jaký bude tlak plynu, rozpne-li se adiabatickým dějem na pětinašobný objem? Plyn je a) jednoatomový, b) dvouatomový.

29. Při adiabatické kompresi vzduchu se jeho objem zmenšil na a) $1/10$, b) $1/20$ původního objemu. V obou případech vypočítejte tlak a teplotu vzduchu po skončení adiabatické komprese. Počáteční tlak vzduchu je 10^5 Pa , počáteční teplota $20\text{ }^\circ\text{C}$. Poissonova konstanta vzduchu je $1,4$.

30. Vodík H_2 daného objemu má teplotu $-3\text{ }^\circ\text{C}$. Adiabatickým dějem se jeho objem zvětší na trojnásobek původního objemu. Jaká je výsledná teplota vodíku? Poissonova konstanta pro vodík je $1,41$.

31. Ve válci o výšce 50 cm je vzduch teploty $20\text{ }^\circ\text{C}$ a tlaku $0,1\text{ MPa}$. Jak se změní tlak i teplota vzduchu, jestliže se při adiabatickém stlačení píst posune o vzdálenost 20 cm ? Poissonova konstanta pro vzduch je $\kappa = 1,4$.

Ideální tepelný stroj

32. Tepelný stroj přijal během jednoho cyklu od ohříváče teplo 100 kJ a odevzdal chladiči teplo 60 kJ . Jaká je účinnost tepelného stroje?

33. Jaká je horní hranice účinnosti parní turbíny, je-li teplota ohříváče $530\text{ }^\circ\text{C}$ a teplota chladiče $50\text{ }^\circ\text{C}$?

34. Carnotův tepelný stroj má účinnost 10% . Určete teplotu ohříváče a teplotu chladiče, je-li rozdíl jejich teplot $40\text{ }^\circ\text{C}$.

35. Tepelný motor pracující s ohříváčem o teplotě $200\text{ }^\circ\text{C}$ a s chladičem o teplotě $0\text{ }^\circ\text{C}$ zvedá závaží o hmotnosti 400 kg . Do jaké maximální výšky je může zvednout, jestliže přijme od ohříváče teplo 80 kJ ?

36. V ideálním tepelném stroji předal plyn chladiči 67% tepla, které získal od ohříváče. Určete teplotu chladiče, jestliže teplota ohříváče je 430 K .

37. Předpokládejme, že tepelný motor velké lodi pracuje tak, že za každou minutu ochladí mořskou vodu o objemu 10 m^3 z teploty $20\text{ }^\circ\text{C}$ na teplotu $5\text{ }^\circ\text{C}$ a takto získané teplo využije ke konání práce. Jaký výkon by bylo možno získat tímto způsobem? Je tento způsob pohonu lodi možný?

38. Určete hmotnost paliva, které spotřebují motory letadla při letu do vzdálenosti 500 km , je-li jeho průměrná rychlost 250 km/h . Střední výkon motorů je 2 MW , účinnost motoru 25% a výhřevnost paliva 45 MJ/kg .