

Vlastnosti plynů a tepelné stroje

úloha 1

Plyn se skládá z celkem 50 molekul vody. Jejich rychlosti jsou zaznamenány v tabulce.

rychlost [m·s ⁻¹]	počet molekul
0 - 200	3
200 - 400	11
400 - 600	14
600 - 800	13
800 - 1000	6
1000 - 1200	2
1200 - 1400	1

Určete

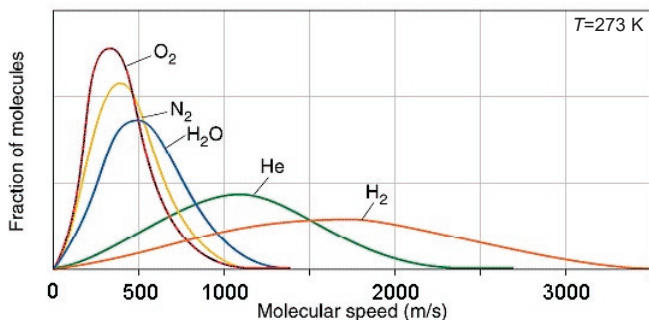
- průměrnou rychlost molekul,
- nejpravděpodobnější rychlost molekul,
- střední kvadratickou rychlost molekul,
- teplotu plynu,

*(e) celkovou kinetickou energii plynu.

[572 m·s⁻¹, 500 m·s⁻¹, 630 m·s⁻¹, 286 K]

úloha 2

Doplňte stručný a výstižný popis ke grafu.



úloha 3

Vypočítejte střední kvadratickou rychlost molekul

- dusíku N₂ při teplotě 0°C, [493 m·s⁻¹]
- dusíku N₂ při teplotě 300°C, [715 m·s⁻¹]
- vody H₂O při teplotě 300°C. [890 m·s⁻¹]

úloha 4

Určete střední kinetickou energii

- jedné molekuly ideálního plynu o teplotě 273 K,
- 1 molu ideálního plynu o teplotě 273 K. [5,6·10⁻²¹ J, 3,4 kJ]

úloha 5

Vzorek argonu o hmotnosti 100 g má teplotu 20°C za atmosférického tlaku. Vypočítejte (a) hustotu plynu, (b) celkovou kinetickou energii všech jeho molekul.

[1,66 kg/m³, 9,1 kJ]

úloha 6

(a) Nejhlubší vakuum, kterého lze dosáhnout v laboratoři, odpovídá zhruba tlaku 10⁻¹⁸ Pa. (b) Atmosférický tlak na povrchu Měsíce je asi 3·10⁻¹⁰ Pa. Kolik molekul je v 1 dm³ plynu o teplotě 0°C v těchto případech?

[(a) 0,27, (b) 80·10⁶]

úloha 7

Odvodte Avogadrův zákon na základě stavové rovnice. Tedy vypočítejte, jaký objem zaujímá 1 mol ideálního plynu za normálních podmínek (p_A=101,3 kPa, t=0°C).

úloha 8

35 litrů vzduchu v pneumatice osobního automobilu se při jízdě zahřeje na teplotu 60°C. Tlak v pneumatice během jízdy má být 250 kPa. Určete, jaký objem vzduchu o teplotě 20°C a tlaku 100 kPa je nutné do pneumatiky nahustit. [77 l]

úloha 9

Vzduch ve stříkačce o objemu 20 ml a normálním tlaku jsme stlačili na 4 ml. Jaký by byl konečný tlak plynu, pokud by se teplota během stlačování neměnila? Jaký bude skutečný tlak a proč? [500 kPa]

úloha 10

V tlakové nádobě o objemu 0,75 l je při teplotě 25°C tlak 3,6 atmosféry. Nádobu podle výrobce odolá max. tlaku 10 atmosfér. Jaká je maximální možná teplota nádoby? [555°C]

úloha 11

Určete, o kolik procent klesne tlak v automobilové pneumatice, pokud se vnější teplota sníží z 20°C na -15°C. [o 12%]

úloha 12

Hustota vzduchu při teplotě 0°C a tlaku 100 kPa je 1,275 kg·m⁻³.

- Jaká bude hustota vzduchu při tlaku 100 kPa a teplotě 20°C?
- Jaká bude hustota vzduchu při tlaku 100 kPa a teplotě -20°C? [1,188 kg·m⁻³, 1,376 kg·m⁻³]

úloha 13

Pomocí izobarického děje můžeme určit teplotu absolutní nuly. Při laboratorním experimentu bylo změřeno, že při teplotě 20°C má dusík objem 0,22 m³ a při teplotě 167°C se rozepne na 0,33 m³ (za stálého tlaku). Výsledky zanepte do grafu V=f(t) a určete teplotu absolutní nuly.

úloha 14

Nakreslete grafy pV, VT a PT pro

- izobarický děj,
- izochorický děj,
- izotermický děj.

úloha 15

Vypočítejte, jaké teplo je třeba k ohřátí 1 kg vzduchu o 1°C

- za stálého objemu,
- za stálého tlaku.
- Vysvětlete rozdíl mezi oběma hodnotami. [(a) 720 J, (b) 1010 J]

úloha 16

Jisté množství vzduchu (κ=1,40) zaujímá při tlaku 1,2 atmosféry a teplotě 310 K objem 4,3 l. Plyn je velmi rychle stlačen na objem 0,76 l. Jaký bude jeho tlak a teplota? [14 atm, 620 K]

úloha 17

(a) Vysvětlete, proč se teplota vzduchu z nadmořskou výškou zmenšuje, když "teplejší vzduch stoupá vzhůru".

*(b) Konvekce vzduchu se dá přibližně modelovat adiabatickým dějem (vzduch špatně vede teplo). Pokuste se odhadnout teplotní rozdíl mezi nadmořskou výškou 0 m.n.m. (tlak 101 kPa) a 1000 m.n.m (89 kPa). [T₁₀₀₀=0,965 T₀]

úloha 18

(a) Popište obecný princip tepelného stroje. Co je to účinnost a jak se určuje?

(b) Co je to perpetuum mobile prvního druhu? Vymyslete příklad stroje, který by představoval perpetuum mobile prvního druhu.

(c) Co je to perpetuum mobile druhého druhu? Vymyslete příklad stroje, který by představoval perpetuum mobile druhého druhu.

úloha 19

(a) Moderní superkritické parní turbíny pracují s teplotou páry 550°C. Teplota v kondenzátoru je 40°C. Jaká je maximální možná účinnost parní turbíny? [η=62%]

(b) Proč je skutečná účinnost menší (asi 45%)?

(c) Parní turbína v elektrárně přeměňuje tepelnou energii na mechanickou. Kam se "ztratí" zbývající energie? Dala by se nějak využít? K čemu se použije získaná mechanická energie?

úloha 20

Popište fyzikální princip a konstrukci

- parního stroje,
- parní turbíny,
- motoru zážehového a vznětového,
- proudového motoru,
- raketového motoru,
- chladicího zařízení, tepelného čerpadla.