

Sbírka pro předmět Středoškolská fyzika v příkladech 1 a 2

Termodynamika a statistická fyzika: Kinetická teorie plynů, skutečné plyny – zadání

1. Předpokládejme, že v nějakém objemu je

1 000 částic s rychlostí asi $100 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

5 000 částic s rychlostí asi $200 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

20 000 částic s rychlostí asi $300 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

4 000 částic s rychlostí asi $400 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

1 000 částic s rychlostí asi $500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

500 částic s rychlostí asi $600 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Vypočítejte

(a) střední rychlost

(b) střední kvadratickou rychlost.

[(a) $302 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (b) $313 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$]

2. V nádobě je plyn, který má tlak $0,01 \text{ mm Hg}$ a teplotu 7°C . Kolik molekul je v 1 cm^3 ?

[$3,5\cdot 10^{14}$]

3. ★ Jaký tlak vznikne při 0°C v kulové baňce o objemu $V = 100 \text{ cm}^3$, jestliže se v ní pohybuje tolik molekul kyslíku, že by pokryly monomolekulární vrstvou vnitřní povrch baňky a jestliže každá molekula vrstvy pokrývá plochu $S = 9\cdot 10^{-16} \text{ cm}^2$?

[$p = \frac{\sqrt[3]{36\pi}}{\sqrt[3]{V}} \cdot \frac{kT}{S} = 3,3\cdot 10^{-2} \text{ mm Hg}$]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

4. * Nádoba obsahující jakési množství plynu se pohybuje rychlostí v . Nádoba se naráz zastaví a veškerá kinetická energie plynu se promění v teplo. O kolik se zvětší při tom čtverec střední kvadratické rychlosti molekul plynu,

- (a) když plyn je jednoatomový?
- (b) když plyn je dvouatomový?

Jaký je fyzikální smysl výsledku?

[(a) v^2 (b) $0,6v^2$]

5. Určete střední kvadratickou rychlost molekul těchto plynů:

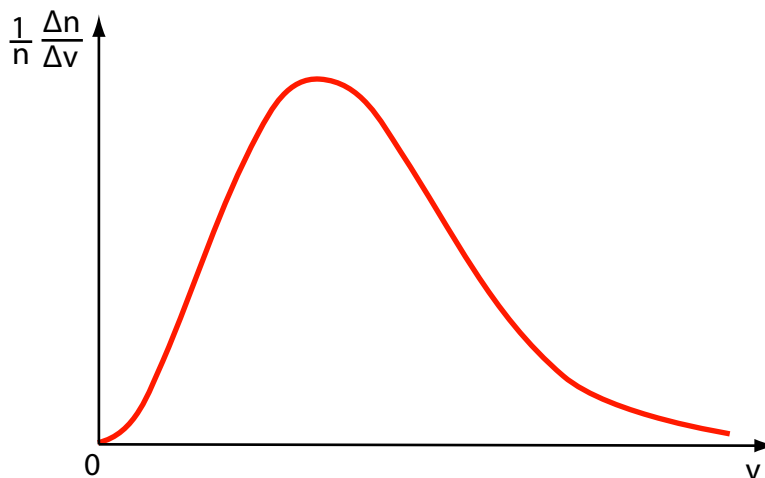
- (a) kyslíku při 132°C ,
- (b) helia při $0,1\text{ K}$.

[(a) $562\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (b) $24,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$]

6. * Vnitřní energie ideálního jednoatomového plynu je $\frac{3}{2}pV$ a dvouatomového plynu $\frac{5}{2}pV$. Dokažte tato tvrzení pomocí kinetické teorie plynů.

7. Na obrázku 1 je graf, znázorňující rozložení rychlostí molekul plynu podle Maxwellova zákona. Na vodorovnou osu nanášíme rychlost molekul v , na svislou osu veličinu $\frac{1}{n} \frac{\Delta n}{\Delta v}$, kde Δn je počet molekul, které mají rychlosti v mezích od v do $v + \Delta v$, n je celkový počet molekul v daném objemu.

Obrázek 1:



- (a) Co značí úsečka, odpovídající maximu grafu?
- (b) Z čeho je vidět, že střední rychlost je větší než nejpravděpodobnější rychlost?
- (c) Čemu je rovná plocha ohraničená osou úseček a grafem?

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

(d) Načrtněte graf, odpovídající čtyřikrát větší teplotě než je na obrázku.

8. * Dokažte, že počet molekul, jejichž rychlosti jsou v intervalu mezi nejpravděpodobnější rychlostí a rychlostí, která se od ní liší o zvolenou hodnotu (např. $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), je nepřímo úměrný \sqrt{T} .

9. * Střední relativní rychlost pohybu dvou molekul je $r = u\sqrt{2}$, kde u je střední rychlost vzhledem ke stěnám nádoby. Jaký závěr je možno z toho učinit o střední hodnotě úhlu mezi rychlostmi molekul?

[90°]

10. * Při jakém tlaku se střední volná dráha molekul vodíku rovná $\lambda = 2,5 \text{ cm}$? Teplota je $t = 68^\circ$.

$$[p = \frac{kT}{\sqrt{2}\sigma^2\lambda\pi} = 6\cdot 10^{-3} \text{ mm Hg}]$$

11. * Najděte střední dobu mezi dvěma nárazy molekul kyslíku při tlaku $p = 2 \text{ mm Hg}$ a při teplotě $t = 27^\circ\text{C}$.

$$[\tau = \frac{\sqrt{RM_m T}}{4\sqrt{\pi}\sigma^2 N_{AP}} = 9,3\cdot 10^{-8} \text{ s}]$$

12. * Určete počet všech srážek mezi molekulami, ke kterým dojde během jedné sekundy v 1 cm^3 dusíku za normálních podmínek.

[1, $4\cdot 10^{29}$]

13. * Jak se změní počet nárazů dvouatomového plynu na 1 cm^2 stěny nádoby za 1 s, jestliže se objem adiabaticky zvětší $\gamma = 2$ krát?

[zmenší se $\gamma^{\frac{\kappa+1}{2}} = 2,3\times$]

Literatura a prameny k dalšímu procvičování

- [1] Kolářová Růžena, Salach S., Plazak T., Sanok S., Pralovszký, B., *500 testových úloh z fyziky pro studenty středních škol a uchazeče o studium na vysokých školách*. Prometheus, Praha 2004, 2.vydání.
- [2] Široká Miroslava, Bednařík Milan, Ordelt Svatopluk *Testy ze středoškolské fyziky*. Prometheus, Praha 2004, 2. vydání
- [3] Lepil Oldřich, Široká Miroslava *Sbírka testových úloh k maturitě z fyziky*. Prometheus, Praha 2001, 1. vydání
- [4] Ostrý Metoděj, *Fysika v úlohách 516 rozřešených příkladů*, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1958

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- [5] Гурьев Л. Г., Кортнев А. В., Куценко А. Н., Латьев Б. В., Минкова С. Е., Протопопов Р. В., Рублев Ю. В., Тищенко В. В., Шепетуря М. И., *Сборник задач по общему курсу физики*, Высшая школа, Москва 1966
- [6] Большенштейн, В. С., *Сборник задач по общему курсу физики*, Наука, Москва 1967
- [7] Sacharov, D. I., Kosminkov, I. S., *Sbírka úloh z fyziky*, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha 1953
- [8] Бендриков Г.А., Бучовцев Б.Б., Керженцев В. В., Мякишев Г.Я., *Задачи по физике для поступающих в вузы*, Наука, Москва 1987
- [9] Koubek Václav, Lepil Oldřich, Pišút Ján, Rakovská Mária, Široký Jaromír, Tománová Eva, *Sbírka úloh z fyziky II.díl pro gymnázia*, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1989
- [10] Ungermann Zdeněk, Simerský Mojmír, Kluvanec Daniel, Volf Ivo, *27. ročník Fyzikální olympiády brožura*, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1991
- [11] Klepl Václav, *Elektrotechnika v příkladech*, Práce, Praha 1962
- [12] Říman Evžen, Slavík Josef B., Šoler Kliment, *Fyzika s příklady a úlohami, příručka pro přípravu na vysokou školu*, Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1966
- [13] Bartuška Karel, *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy I*, Prometheus, Praha 2007
- [14] Bartuška Karel, *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy II*, Prometheus, Praha 2008
- [15] Bartuška Karel, *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy III*, Prometheus, Praha 2008
- [16] Bartuška Karel, *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy IV*, Prometheus, Praha 2008
- [17] vlastní tvorba