Tabuľka 10.1

Stredné, najpravdepodobnejšie a priemerné rýchlosti molekúl plynov pri 0 °C

Plyn	μ	v_s [ms^{-1}]	v_m [ms^{-1}]	[v_p ms^{-1}]
H_2	2	1845	1500	1770
He	4	1305	1065	1200
N_2	28	493	402	454
O_2	32	461	376	425
CO_2	44	393	321	362

sa zväčšuje po isté maximum a potom sa opäť zmenšuje na nulu. Keď prívod vodíka alebo svietiplynu pod kadičku potom prerušíme, vytvára sa v nádobe podtlak.

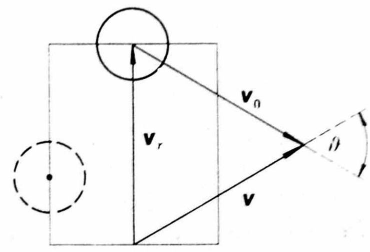
Je pozoruhodné, že medzi strednou rýchlosťou v_s molekúl plynu, ktorá je určená vzorcom (3), $v_s = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$, a rýchlosťou zvuku v tom istom plyne v_{zv}, určenou vzorcom (8.5.4) na str. 313, $v_{zv} = \sqrt{\varkappa \frac{p}{s}}$, je jednoduchý vzťah. Delením príslušných vzorcov dostávame:

$$v_{zv} : v_s = \sqrt{\varkappa \frac{p}{s} \cdot \frac{M}{3RT}} = \sqrt{\varkappa \frac{pV}{3RT}} = \sqrt{\frac{\varkappa}{3}}$$

alebo $v_{zv} = v_s \sqrt{\frac{\varkappa}{3}}$. Pretože pri dvojatómových plynoch je $\varkappa = c_p/c_v = 1{,}4$, pri týchto plynoch je $v_{zv} = 0{,}683 v_s$.

10.8. Počet zrážok a stredná voľná dráha molekúl zriedeného plynu. Nech je n počet molekúl zriedeného plynu v objemovej jednotke. Budeme počítať priemerný počet zrážok náhodile vybranej molekuly plynu s ostatnými molekulami za jednotku času, za predpokladu, že priemer molekúl je D. Pri riešení úlohy budeme postupovať tak, že budeme počítať, koľkokrát za jednotku času narazia na vybranú molekulu, ktorá sa v určitom okamihu pohybuje rýchlosťou v_0, ostatné molekuly. Pritom budeme podľa Clausia predpokladať, že jednotlivé molekuly sa pohybujú síce vo všetkých možných smeroch, avšak všetky priemernou rýchlosťou v_p určenou vzorcom (10.7.7).

Molekula pohybujúca sa rýchlosťou $\mathbf{v}$ pohybuje sa vzhľadom na molekulu, ktorej rýchlosť je $\mathbf{v}_0$, relatívnou rýchlosťou $\mathbf{v}_r = \mathbf{v} - \mathbf{v}_0$ (*obr. 10.6*). Počet molekúl pohybujúcich sa v smere spadajúcom do toho istého elementárneho priestorového uhla $d\omega$ je v objemovej jednotke $n \frac{d\omega}{4\pi}$. Takýchto narazí za jednotku času na vybranú molekulu toľko, koľko je ich vo valci s výškou v_r, ktorého kruhová základňa má polomer D. Z vysloveného predpokladu, že absolútne hodnoty rýchlostí všetkých molekúl sú rovnaké a že sa rovnajú v_p, vyplýva, že je ich



Obr. 10.6

$$d^2Z = \frac{n}{4\pi}\, d\omega \,.\, \pi D^2 v_r = \frac{\pi n D^2}{4\pi} \,.\, 2v_p \sin\frac{\vartheta}{2}\, d\omega = \frac{nD^2}{2}\, v_p \sin\frac{\vartheta}{2} \sin\vartheta\, d\vartheta\, d\varphi$$

Pretože je

$$\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} 2\sin^2\frac{\vartheta}{2}\cos\frac{\vartheta}{2}\, d\vartheta\, d\varphi = \frac{8\pi}{3}$$

počet všetkých molekúl, ktoré na vybranú molekulu narazia za jednotku času, je:

$$Z = \frac{4}{3}\pi n D^2 v_p \tag{a}$$

Medzi dvoma po sebe idúcimi zrážkami preletí teda molekula priemerne dráhu

$$l = \frac{v_p}{Z} = \frac{3}{4\pi n D^2} \tag{b}$$

Vzorec (a) a (b) boli odvodené za predpokladu, že sa všetky molekuly plynu pohybujú rýchlosťami s rovnakou absolútnou hodnotou rovnajúcou sa priemernej rýchlosti v_p. Pri presnejšom výpočte prizerajúcom k Maxwellovmu zákonu rozdelenia molekúl podľa ich rýchlosti dosahujú sa výsledky s inou číselnou konštantou

$$Z = \sqrt{2}\,\pi n D^2 v_p \tag{1}$$

$$l = \frac{v_p}{Z} = \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi D^2 n} \tag{2}$$

10.9. Stredná energia slabo spriahnutých harmonických oscilátorov. Predstavme si, že v nejakej nádobe máme M totožných gúľ s veľmi malými hmotnosťami m, ktoré sú viazané na svoje rovnovážne polohy silami úmernými