FISICA III

Marco Militello

Indice

0.1 Teoria cinetica 2
    0.1.1 Esperimento selettore di velocità 3
    0.1.2 Effetto Doppler termico 4

1 Calore specifico solidi **5**
1.1 Teoria Einstein (1906) 5
1.2 Modello di Debye 5

0.1 Teoria cinetica

$\frac{m<v_x^2>}{2} = \frac{K_BT}{2} \Rightarrow < v_x^2 >= \frac{K_BT}{m}$
$< v_x^2 >= \int_{-\infty}^{\infty} v_x^2 \frac{A}{\sqrt{\pi}} e^{-A^2 v_x^2} = \frac{K_BT}{m}$
$< v_x^2 >= \frac{1}{2A^2} = \frac{K_BT}{m} \Rightarrow A = \sqrt{\frac{m}{2K_BT}}$
$f(v_x^2)dv_x = \sqrt{\frac{m}{2\pi K_BT} e^{-\frac{mv_x^2}{2K_BT} dv_x}} \Rightarrow$ Gaussiana centrata in 0 con $\sigma^2 = \frac{K_BT}{M}$ [la velocità media è nulla]
Passando alle coordinate sferiche ($dxdydz = r\sin\theta d\phi r d\theta dr$) si ottiene la DISTRIBUZIONE DI MAXWELL-BOLTZMANN

$$F(v)dv = 4\pi(\frac{m}{2\pi K_BT})^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\frac{m}{2K_BT}v^2} dv$$

$n(v)dv = NF(v)dv$ numero di particelle con $v \in (v, v + dv)$

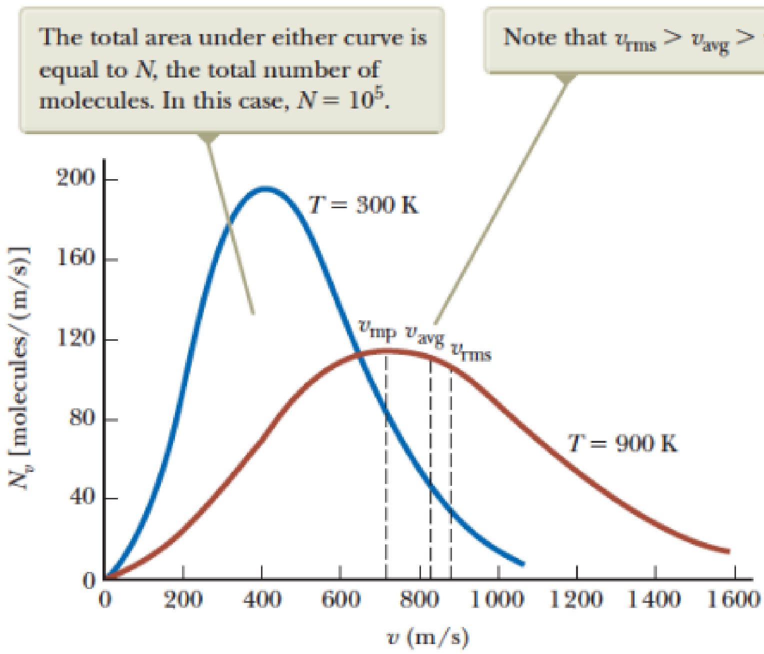


Figura 1: Distribuzione asimmetrica delle velocità

- Per ricavare v_{mp} derivo la distribuzione rispetto a $v \Rightarrow v_{mp} = \sqrt{\frac{2K_BT}{m}}$
- $v_media =< v >= \sqrt{\frac{8K_BT}{\pi m}}$
- $v_{rms} = \sqrt{\frac{3K_BT}{m}}$

$v_{mp} < v_{media} < v_{rms}$

0.1.1 Esperimento selettore di velocità

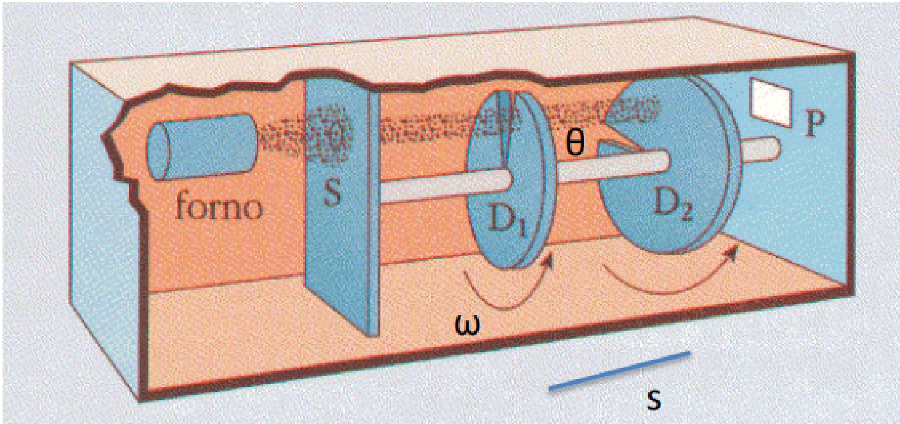
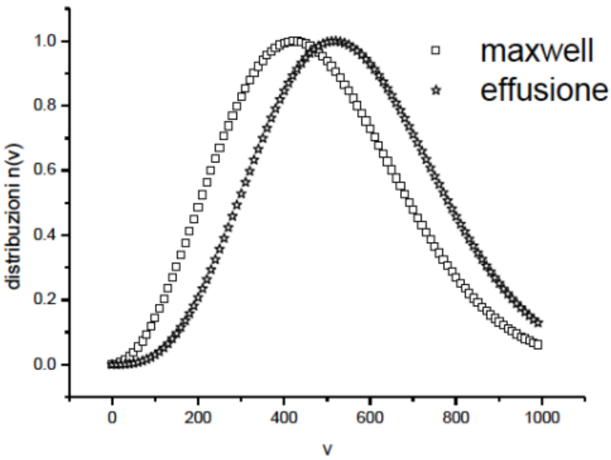


Figura 2: apparecchiatura selettore di velocità

$$\frac{s}{v} = \frac{\theta}{\omega} \Rightarrow v = \frac{s\omega}{\theta}$$

Con questo esperimento si può ottenere la distribuzione di velocità di Maxwell-Boltzmann, a meno di un bias; il bias è dovuto al fatto che dal fornetto escono solo le particelle con una velocità molto alta, perchè hanno una maggiore probabilità di urtare le pareti



$dn_{effusione} = NF(v)dv\frac{dA\cos\theta vdt}{V}$ = numero di particelle con velocità $v \in (v, v+dv)$ nel cilindretto vicino all'apertura $\Rightarrow dn_e = Nv^2 e^{-\frac{mv^2}{2K_BT}} v\Phi_0$

dn_e = N * la P(di avere v) * la P(distanza giusta per uscire) * la P(direzione giusta per uscire)

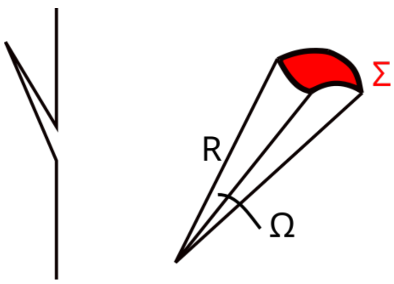


Figura 3: Angolo solido

$d\Omega = \frac{dA\cos\theta}{vdt^2} \Rightarrow p = \frac{d\Omega}{4\pi} = \frac{dA\cos\theta}{4\pi vdt^2}$

$v^e_{mrs} = \sqrt{\frac{4K_BT}{m}} > v_{mrs}$

0.1.2 Effetto Doppler termico

Capitolo 1

Calore specifico solidi

1.1 Teoria Einstein (1906)

1. Corpo solido è composto da oscillatori indipendenti
2. Le 3 dimensioni sono indipendenti
3. Tutti gli oscillatori hanno stessa frequenza $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{b}{m}}$

$$U = N * \overline{E} * 3 \qquad \overline{E} = \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{KT}} - 1}$$

$N = n_{\text{moli}} N_A \qquad R = N_A K_B$

$$C_v = \frac{1}{n_{\text{moli}}}(\frac{\delta U}{\delta T})_{v=cost} = 3N_A \frac{(-e^{\frac{h\nu}{KT}})(-\frac{h\nu}{KT^2})}{(e^{\frac{h\nu}{KT}} - 1)^2} h\nu \frac{K_B}{K_B} = 3R\frac{h\nu}{KT}^2 \frac{e^{\frac{h\nu}{KT}}}{(e^{\frac{h\nu}{KT}} - 1)^2}$$

Temperatura di Einstein: $\qquad \theta_E = \frac{h\nu}{K}$

$$C_v = 3R\frac{\theta_E}{T}^2 \frac{e^{\frac{\theta_E}{T}}}{(e^{\frac{\theta_E}{T}} - 1)^2} \tag{1.1}$$

Se $T >> \theta_E \Rightarrow \frac{\theta_E}{T} \to 0 \qquad C_v = 3R$
Se $T << \theta_E \Rightarrow C_v \to 0 \qquad \sim e^{-\frac{\theta_E}{T}}$

1.2 Modello di Debye

1. Vibrazioni terminche $\sim$ onde sonore
2. Solido $\Rightarrow$ continuo elastico
3. Esistono modi di vibrazione

$$g(\nu)d\nu = \frac{4\pi V}{v^3}\nu^2 d\nu \qquad v \text{ velocità di propagazione del suono nel mezzo}$$

$$g(\nu)d\nu = \frac{4\pi V}{v_{\text{long}}}\nu^2 d\nu + \frac{4\pi V}{v_{\text{trasv}}}\nu^2 d\nu 2$$

$$G(\nu)d\nu = 4\pi V\nu^2 \underbrace{[\frac{1}{v_L^2} + \frac{2}{v_t^3}]}_{\frac{1}{v_s^3}} \tag{1.2}$$

$\int_0^{\nu_D} G(\nu)d\nu = 3N$ 3N: numero massimo di modi

$$\frac{4\pi V}{\overline{v_s}^3} = \frac{9N}{\nu_D^3} \tag{1.3}$$

$$\nu_D^3 = \frac{9N\overline{v_s}^3}{4\pi V}$$