

SFaT – domácí úkol

Zde je zadání třetí sady příkladů do Statistické fyziky a termodynamiky. Řešení, prosím, pište čitelně na papír formátu A4 nebo to můžete vysázet třeba v \LaTeX u. Svůj postup řádně zdůvodněte.

1. Hamiltonián volné částice

Spočítejte střední hodnotu Hamiltoniánu volné částice se znalostí partiční funkce (v rámci kvantové fyziky)

$$Z = \frac{V}{\lambda_T^3}. \quad (1)$$

Výpočet je možné provést v impulzové reprezentaci.

2. Matice hustoty polarizovaného světla

Matice hustoty levotočivě a pravotočivě polarizovaného světla (polarizační matice) má v bázi vektorů lineárně polarizovaného světla tvar

$$\hat{\rho}_L = \begin{pmatrix} 1/2 & i/2 \\ -i/2 & 1/2 \end{pmatrix}, \quad \hat{\rho}_R = \begin{pmatrix} 1/2 & -i/2 \\ i/2 & 1/2 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Pomocí $\hat{\rho}_L$ a $\hat{\rho}_R$ spočítejte matici hustoty nepolarizovaného světla $\hat{\rho}_n$ a spočítejte $\hat{\rho}_L^2$, $\hat{\rho}_R^2$ a $\hat{\rho}_n^2$. Výsledek diskutujte.

3. Boltzmannův neideální plyn

Spočítejte přibližně tepelnou kapacitu při konstantním objemu plynu, jehož meziatomový potenciál je $U(r)$ (neznámý integrál si vhodně označte). Částice plynu považujte za hmotné body.

4. Tepelná difuze

V přítomnosti gradientu teploty $T = T_0 + \alpha y$ je přibližným řešením Boltzmannovy kinetické rovnice funkce

$$f = f_0 + \alpha \tau v_y \frac{T_0}{2(T_0 - \alpha y)^{7/2}} \left(\frac{p^2}{mk(T_0 - \alpha y)} - 5 \right) n_0 \left(\frac{2\pi\hbar^2}{mk} \right)^{3/2} e^{-\frac{p^2}{2mk(T_0 - \alpha y)}}, \quad (3)$$

kde f_0 je rovnovážná rozdělovací funkce. Spočítejte střední hodnotu toku hybnosti rychlosti $\langle mv_y |v_y| \rangle$, v rozdělovací funkci položte pro jednoduchost $T_0 - \alpha y \approx T_0$. Nenulový tok hybnosti způsobuje např. pohyb lopatek tzv. světelného mlýnku.