ZADANIA Z FIZYKI STATYSTYCZNEJ DUŻEJ DLA WSZYSTKICH GRUP

ZESTAW IV

- Liczbę stanów kwantowych układu $N = N_A + N_B + \ldots$ cząstek różnego rodzaju w objętości V o energii z przedziału $(E, E + \delta E)$ nazywamy wagą termodynamiczną stanu makroskopowego:

$$W(E, \delta E, N, V) = \sum_{E < E_l(N,V) < E + \delta E} 1. \tag{1}$$

- W przypadku klasycznym,

$$W(E, \delta E, N, V) = \int_{E < H(N,V) < E + \delta E} \frac{d\Gamma}{h^{3N} N_A! N_B! \ldots}, \tag{2}$$

  gdzie $d\Gamma$ jest elementem objętości w przestrzeni fazowej.

- Entropia Boltzmanna $S(E, N, V) = k \ln W(E, \delta E, N, V)$.
- Liczbę stanów o energii pomiędzy 0 i E oznaczamy $\Omega_0(E, N, V) = \sum_{0 < E_l < E} 1$.
- Gęstość stanów $\Omega(E, N, V) = \frac{d}{dE}\Omega_0(E, N, V)$ oraz $W(E, \delta E, N, V) = \Omega(E, N, V)\delta E$.

ZAD. 1
Znaleźć $\Omega_0(E)$ dla idealnego gazu (klasycznego) N cząstek w objętości V. Obliczyć entropię i wyprowadzić równanie stanu.

ZAD. 2
Niech całkowita energia N niezależnych oscylatorów wynosi $E = \frac{1}{2}Nh\nu + Mh\nu$. Znaleźć wagę termodynamiczną W_M oraz relację między temperaturą T i energią E dla tego systemu.

ZAD. 3
Każda z N niezależnych cząstek może znajdować się tylko w dwu stanach energetycznych $\pm\epsilon$. Znaleźć wagi termodynamiczne W_M stanów o energii $E = M\epsilon$ ($M = -N, \ldots, N$). Pokazać, że temperatura bezwzględna układu T jest ujemna gdy $E > 0$. W obszarze $E < 0$ zbadać zależność energii i ciepła właściwego od temperatury.

ZAD. 4
Dla układu z Zad. 2 ($N \gg 1$) w równowadze termodynamicznej znaleźć prawdopodobieństwo, że wybrany oscylator jest w stanie kwantowym n.

ZAD. 5
Pokazać, że prawdopodobieństwo iż wybrana cząstka z Zad. 1 ma energię $\epsilon = p^2/2m$ jest proporcjonalne do $e^{-\epsilon/kT}$ dla układu w równowadze termodynamicznej.