

KUIS (Genap 2024/2025) MAF1510-Fisika Statistik

Dosen: I Wayan Windu Sara, S.Pd., M.Sc.

Maret 2025 (1 Halaman Catatan)

Total Poin

Durasi: 50 menit

100

SOAL

- (30 points) Secara umum dalam fisika statistik terdapat dua jenis pendekatan yang dapat diaplikasikan, yaitu pendekatan klasik dan pendekatan kuantum. Pendekatan statistik klasik dapat diformulasikan menggunakan hukum distribusi Maxwell-Boltzmann (MB), sedangkan pendekatan statistik kuantum dapat diformulasikan dengan hukum distribusi Bose-Einstein (BE) atau hukum distribusi Fermi-Dirac (FD). Jelaskanlah:
 - Perbedaan antara statistik klasik dan statistik kuantum!
 - Perbedaan antara hukum distribusi MB, BE, dan FD!
 - Hukum distribusi yang sesuai untuk assembli yang terdiri dari i) atom gas helium, ii) positron, dan iii) foton!

Solusi:

- Pada statistik klasik, sistem (partikel) bersifat identik, tetapi masih terbedakan karena jarak rata-rata antara partikel lebih besar dibandingkan rata-rata panjang gelombang de Broglie-nya. Pada statistik klasik, energi bersifat kontinu. Sementara itu, pada statistik kuantum, sistem (partikel) bersifat identik dan tak terbedakan karena adanya tumpang tindih antara fungsi gelombang de Broglie-nya. Pada statistik kuantum, energi bersifat diskrit.
 - Hukum distribusi MB diterapkan pada sistem klasik dan susunan sistemnya tidak dibatasi oleh aturan-aturan tertentu. Hukum distribusi BE diterapkan pada sistem kuantum dengan spin kelipatan bilangan bulat (0; 1; 2 dst.) dan susunan sistemnya tidak dibatasi oleh aturan-aturan tertentu. Hukum distribusi FD diterapkan pada sistem kuantum dengan spin kelipatan ganjil setengah ($1/2$; $3/2$; $5/2$; dst.) dan mematuhi aturan eksklusi Pauli.
 - i) atom gas helium (MB, karena jarak antar atom gas helium lebih besar dari panjang gelombang de Broglie-nya); ii) positron (FD, karena memiliki spin kelipatan ganjil setengah); iii) foton (BE, karena memiliki spin kelipatan bilangan bulat)
- (70 points) Terdapat 4 partikel yang terbedakan yang terdistribusi pada 3 tingkat energi $\epsilon_1 = 0$, $\epsilon_2 = 1$, dan $\epsilon_3 = 2$. Di antara tingkat energi tersebut, hanya tingkat energi ϵ_2 yang memiliki degenerasi, yaitu sebanyak 2. Jika energi totalnya sebesar 4 satuan. Tentukanlah:

- (a) Keadaan makro yang bersesuaian dengan kasus tersebut!
- (b) Banyaknya keadaan mikro dari setiap keadaan makro yang sesuai!
- (c) Seluruh keadaan mikro dari keadaan makro yang probabilitasnya paling rendah!

Solusi:

a. Keadaan makro yang bersesuaian $\{n_1, n_2, n_3\}$ adalah $\{2, 0, 2\}$, $\{1, 2, 1\}$, $\{0, 4, 0\}$

b. Banyaknya keadaan mikro dari setiap keadaan makro sebagai berikut:

$$\Omega_{\{n_1, n_2, n_3\}} = N! \prod_{i=1}^3 \frac{g_i^{n_i}}{n_i!}$$

$$\begin{aligned}\Omega_{\{2,0,2\}} &= 4! \left(\frac{1^2}{2!} \times \frac{2^0}{0!} \times \frac{1^2}{2!} \right) \\ &= \frac{4!}{2!2!} \\ &= \boxed{6}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Omega_{\{1,2,1\}} &= 4! \left(\frac{1^1}{1!} \times \frac{2^2}{2!} \times \frac{1^1}{1!} \right) \\ &= \frac{4! \times 4}{2!} \\ &= \boxed{48}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Omega_{\{0,4,0\}} &= 4! \left(\frac{1^0}{0!} \times \frac{2^4}{4!} \times \frac{1^0}{0!} \right) \\ &= \frac{4! \times 2^4}{4!} \\ &= \boxed{16}\end{aligned}$$

c. Keadaan makro dengan probabilitas paling rendah adalah $\Omega_{\{2,0,2\}}$. Jika keempat partikel diberikan label A , B , C , dan D , maka $\boxed{6}$ keadaan mikronya sebagai berikut:

Energi	konfig 1	konfig 2	konfig 3	konfig 4	konfig 5	konfig 6
ϵ_3	AB	CD	AC	BD	AD	CB
ϵ_2	-	-	-	-	-	-
ϵ_1	CD	AB	BD	AC	CB	AD