

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

1. (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:
 - (a) Perbedaan antara statistik klasik dan statistik kuantum!
 - (b) Perbedaan antara hukum distribusi MB, BE, dan FD!
 - (c) Hukum distribusi yang sesuai untuk assembli yang terdiri dari i) atom gas helium, ii) positron, dan iii) foton!

Solusi:

- a. Pada statistik klasik, sistem (partikel) bersifat identik, tetapi masih terbedakan karena jarak rata-rata antara partikel lebih besar dibandingkan rata-rata panjang gelombang de Broglienya. Pada statistik klasik, energi bersifat kontinu. Semen- tara itu, pada statistik kuantum, sistem (partikel) bersifat identik dan tak ter- bedakan karena adanya tumpang tindih antara fungsi gelombang de Broglienya. Pada statistik kuantum, energi bersifat diskrit.
- b. Hukum distribusi MB diterapkan pada sistem klasik dan susunan sistemnya ti- dak 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 dite- rapkan pada sistem kuantum dengan spin kelipatan ganjil setengah ($1/2; 3/2; 5/2;$ dst.) dan mematuhi aturan eksklusi Pauli.
- c. i) atom gas helium (MB, karena jarak antar atom gas helium lebih besar dari pan- jang gelombang de Broglienya); ii) positron (FD, karena memiliki spin kelipatan ganjil setengah); iii) foton (BE, karena memiliki spin kelipatan bilangan bulat)

2. (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 bersesuai $\{n_1, n_2, n_3\}$ 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