



# Ujian Akhir Semester

Matakuliah	: Fisika Statistik/ FSK 30414
Dosen	: Muhammad Hikam
Departemen	: Fisika FMIPA UI
Hari/Tanggal	: 13 Desember 2011
Waktu	: 07:30 – 09:30
Sifat	: buku ditutup

Dalam soal-soal ini apabila tidak ada ketentuan lain, maka anggap statistik memenuhi Maxwell-Boltzman.

1. Jawablah dengan singkat dan jelas:

- Untuk menurunkan suhu sistem sampai sekitar 0,001 K pertama kali diperlukan suatu isolator panas yang mendekati sempurna seperti dewar. Jelaskan bagaimana desain suatu dewar!
- Apakah yang dimaksud dengan boson fundamental dan boson komposit? Berilah contoh-contohnya masing-masing minimal 4!
- Apa asumsi dasar pendekatan Debey dan Einstein untuk menjelaskan kapasitas panas zat padat? Mana yang lebih mendekati hasil eksperimen?

2. Pada sistem dengan berbagai komponen, kita pandang sistem homogen dengan energi  $E$  dan volume  $V$  yang terdiri dari molekul tipe  $k$ . Ambil  $N_i$  sebagai jumlah molekul tipe ke- $i$ , maka entropi merupakan fungsi sbb:  $S = S(E, V, N_1, N_2, N_3, \dots, N_k)$ . Tunjukkan bahwa potensial Kimia dapat dinyatakan:

$$(a). \mu_j = \left( \frac{\partial E}{\partial N_j} \right)_{S, V, N} \quad (b). \mu_j = \left( \frac{\partial F}{\partial N_j} \right)_{T, V, N} \quad (c). \mu_j = \left( \frac{\partial G}{\partial N_j} \right)_{T, p, N}$$

$E$ ,  $F$  dan  $G$  masing-masing adalah energi dalam, energi bebas Helmholtz dan energi bebas Gibbs.

3. Anggap energi partikel dapat dinyatakan sebagai  $E(z) = a z^2$  dengan  $z$  bisa momentum atau koordinat ruang dan dapat bernilai antara  $-\infty$  sampai  $\infty$ . Tunjukkan bahwa energi rata-rata  $= kT/2$ .

4. Suatu sistem gas terdiri dari  $N$  molekul identik yang tidak berinteraksi dalam suatu wadah bervolume  $V$  pada suhu  $T$ . Setiap molekul memiliki 4 kemungkinan keadaan internal yakni satu keadaan dasar dan tiga keadaan tereksitasi yang memiliki besar energi yang sama (terdegenerasi 3). Pada keadaan dasar energi internal molekul adalah  $\varepsilon_{\text{int}} = 0$ , sementara pada keadaan eksitasi memiliki  $\varepsilon_{\text{int}} = \varepsilon_1$ . Energi total untuk

satu molekul dapat ditulis sebagai  $\varepsilon = \frac{|\vec{p}|^2}{2m} + \varepsilon_{\text{int}}$

- Cari fungsi partisi sistem,  $Z$ !
- Cari energi rata-rata untuk satu molekul gas,  $\bar{\varepsilon}$  !
- Cari kapasitas panas  $C_V$  dan buat sketsa  $C_V$  terhadap  $T$ !

---

Persamaan-persamaan dan konstanta-konstanta yang mungkin digunakan:

$$Z = \sum_r e^{-\beta \varepsilon_r} ; \quad S = (\ln Z + \beta \bar{E}) k ; \quad \bar{E} = - \frac{\partial \ln Z}{\partial \beta} ; F = - kT \ln Z;$$

$$\mu_j \equiv - T \left( \frac{\partial S}{\partial N_j} \right)_{E, V, N} ; \quad \Gamma(t) = \int_0^\infty e^{-x} x^{t-1} dx \quad ; \quad \Gamma(1/2) = \sqrt{\pi} \quad \text{dan} \quad \Gamma(n) = (n-1)\Gamma(n-1);$$

$$F = E - TS; \quad G = E - TS + pV \quad ; \quad \text{F. Partisi 1 molekul Gas ideal } \xi = V \left( \frac{2\pi m}{h_0^2 \beta} \right)^{3/2}$$