



# Ujian Akhir Semester

Matakuliah	: Fisika Statistik/ FSK 30414
Dosen	: Muhammad Hikam
Departemen	: Fisika FMIPA UI
Hari/Tanggal	: Selasa, 8 Desember 2009
Waktu	: 08:00 – 09:50
Sifat	: buku ditutup

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

1. Jawablah dengan singkat dan jelas:

- Jelaskan cara menurunkan suhu dengan kerja magnetik!
- Apa yang dimaksud dengan frekuensi Debye?
- Pada suhu nol absolut mengapa sistem partikel fermion memiliki energi tidak sama dengan nol, sementara pada sistem partikel boson mempunyai energi nol?
- Hukum Termodinamika II dapat ditulis:  $TdS = dE + pdV + MdH$ , jelaskan!

2. Debye melakukan asumsi bahwa perambatan gelombang di solid seperti suara:  $\omega = c_s k$ , sehingga jumlah frekuensi mode normal menjadi  $\sigma_c(\omega)d\omega = 3 \frac{V}{(2\pi)^3} (4\pi k^2 dk)$ .

Hitunglah frekuensi Debye apabila digunakan data kecepatan suara dalam zat padat 300 m/s dan terdapat  $10^{22}$  atom-atom yang bervibrasi pada volume  $1 \text{ cm}^3$ .

3. 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  $T$ !

4. A gas of molecules, each of mass  $m$ , is in thermal equilibrium at the absolute temperature  $T$ . Denote the velocity of a molecule by  $\mathbf{v}$ , its three Cartesian components by  $v_x$ ,  $v_y$ , and  $v_z$  and its speed. What are the following mean values:

- $\overline{v_x}$
- $\overline{v_y^2}$
- $\overline{v^2 v_x}$
- $\overline{1/v}$

Persamaan-persamaan dan konstanta-konstanta yang mungkin digunakan:

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

$$\Gamma(t) = \int_0^\infty e^{-x} x^{t-1} dx ; \quad \Gamma(1/2) = \sqrt{\pi} \quad \text{dan} \quad \Gamma(n) = (n-1)\Gamma(n-1) ; \quad N_A = 6,02 \times 10^{23}$$

$$f(\mathbf{r}, \mathbf{v}) d^3\mathbf{r} d^3\mathbf{v} = n \left( \frac{\beta m}{2\pi} \right)^{3/2} e^{-\beta m v^2 / 2} d^3\mathbf{r} d^3\mathbf{v} ; \quad e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ coulomb}$$

$$F(v) dv = \frac{4n}{\sqrt{\pi}} \left( \frac{m}{2kT} \right)^{3/2} v^2 \exp \left( - \frac{mv^2}{2kT} \right) dv ; \quad m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah mode normal: } V/(2\pi)^3 \quad k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ joule/K} \quad h = 6,625 \times 10^{-34} \text{ SI}$$