



Final Examination
2017/2018 Academic Session

May/June 2018

JIF415 – Statistical Mechanics
[Mekanik Statistik]

Duration : 2 hours
(Masa : 2 jam)

Please check that this examination paper contains **FIVE** printed pages before you begin the examination.

Answer **ALL** questions. You may answer **either** in English or in Bahasa Malaysia.

Read the instructions carefully before answering.

In the event of any discrepancies in the exam questions, the English version shall be used.

*Sila semak kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA** muka surat yang bercetak sebelum anda menjawab sebarang soalan.*

*Jawab **SEMUA** soalan. Anda dibenarkan menjawab soalan **sama ada** dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.*

Baca setiap arahan dengan teliti sebelum menjawab.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

Constants:

Universal gravitational constant $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$

$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$

Molar gas constant $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Permeability constant $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ wb A}^{-1} \text{ m}^{-1}$ (or H m^{-1})

Permittivity constant $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$

Planck's constant $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J s}$

$c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

$1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$

Electron rest-mass $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Mass of proton = 1.007276 amu

Mass of neutron = 1.008665 amu

Avogadro's number $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg} = 931 \text{ MeV}$

Answer ALL questions.
Jawab SEMUA soalan.

1. (a). Find the number of ways N distinguishable particles can be put into r cells where n_1 particles will occupy the first cell, n_2 the second cell, and n_r the r^{th} cell. Note that $\sum n_i = N$.

Cari bilangan cara N zarah yang boleh dibezakan boleh dimasukkan ke dalam sel-sel r di mana bilangan zarah n_1 akan di masukkan ke dalam sel pertama, n_2 ke dalam sel kedua, dan n_r dalam sel ke- r . Di sini $\sum n_i = N$.

(5 marks/markah)

- (b). What is the fundamental postulate? How do you interpret it?
Apakah postulat fundamental? Bagaimanakah anda menginterpretasi postulat ini?

(5 marks/markah)

- (c). Find the most probable distribution of 5 distinguishable particles among $r = 3$ cells if the intrinsic probabilities for the cells are
Cari taburan yang paling mungkin bagi 5 zarah yang boleh dibezakan bagi $r = 3$ sel jika kebarangkalian intrinsik setiap sel adalah

$$g_1 = g_2 = g_3 = 1/3$$

(5 marks/markah)

- (d). What are macrostates and microstates? Give a simple example to distinguish the two.

Apakah keadaan makro dan keadaan mikro? Berikan contoh yang mudah untuk membezakan kedua-dua keadaan tersebut.

(10 marks/markah)

...4/-

2. (a). Define the heat capacity of a solid.

Berikan definisi muatan haba suatu pepejal.

(5 marks/markah)

- (b). The classical Dulong – Petit Law states that $C_v = 3R$ where R is the ideal gas constant and C_v is the heat capacity at constant volume. However, experimentally C_v is found to vary with temperature as shown in Figure 1 at low temperatures.

Hukum klasik Dulong dan Petit menyatakan $C_v = 3R$ di sini R adalah pemalar gas unggul dan C_v adalah muatan haba pada isipadu malar. Walau bagaimanapun C_v didapati secara eksperimen berubah dengan suhu seperti pada Rajah 1 bagi keadaan suhu rendah.

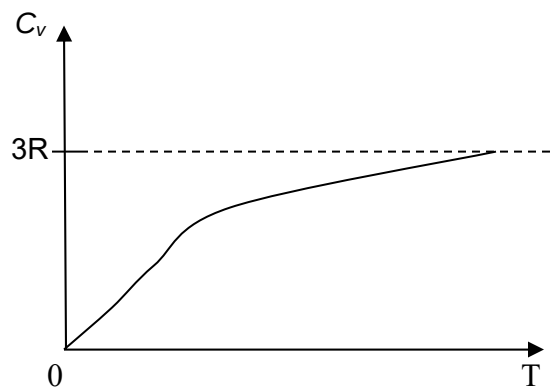


Figure 1

Rajah 1

- (i). Use the Debye theory to explain the behavior of C_v ,
Gunakan teori Debye untuk menerangkan perubahan C_v ,
- (ii). Show that at low temperatures, C_v varies as T^3 .
Tunjukkan bahawa pada suhu rendah, C_v berubah dengan T^3 .

(20 marks/markah)

...5/-

- 5 -

3. (a). Describe the free electron theory of metals.

Huraikan teori elektron bebas bagi logam.

(10 marks/markah)

- (b). Potassium has a density of $0.86 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$. Find the Fermi energy for the electrons in the metal assuming that each potassium atom donates one electron to the electron gas. (Atomic weight of potassium is 39 a.m.u.)

Kalium mempunyai ketumpatan $0.86 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$. Cari nilai tenaga Fermi bagi elektron dalam logam tersebut dengan menganggap bahawa setiap atom menderma satu elektron kepada gas elektron. (Berat atom kalium 39 a.m.u.)

(15 marks/markah)

4. With the help of a diagram, show all the possible macrostates of a system consisting of four particles obeying Maxwell-Boltzmann distribution with a total energy of 4ϵ . The degeneracy of the energy levels is two. Determine the statistical weights of each macrostate.

Dengan bantuan rajah, tunjukkan semua keadaan makro bagi suatu sistem yang mengandungi empat zarah yang mematuhi taburan Maxwell-Boltzmann dengan jumlah tenaga 4ϵ . Degenerasi paras tenaga adalah dua. Dapatkan berat statistik bagi setiap keadaan makro.

(25 marks/markah)

- oooOooo -