

八十八學年度 材料科學工程研究所(康) 系(所) 二乙 組碩士班研究生招生考試

科目 近代物理

科號 1801 共 7 頁第 1 頁 \*請在試卷【答案卷】內作答

注意事項：

1. 用中文作答。對專門名詞有疑問的，請看附的英漢名詞對照表。
2. 答題要有條理；要有嚴謹的邏輯。什麼是已知，什麼是假設，什麼是答案（結論），要說清楚。
3. 如果你用到題目裡沒有的符號，一定要定義。
4. 答案要完整；寫物理量要有數字和單位；如果畫圖，要有充分的說明。曲線圖的座標要有名稱、單位、尺度、等。
5. 有些數據和公式附此供參考。可能有用。

----- 以下是試題 -----

1. 將表中左邊的人名與右邊的事蹟配對（可能複配，也可能無配）。（5分）

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| a. P.A.M. Dirac | A. 電子繞核運行的原子模型 |
| b. M. Planck    | B. 發現放射性元素     |
| c. N. Bohr      | C. 創光的波動說      |
| d. J.J. Thomson | D. 最先的電子繞射實驗   |
| e. C.J. Davison | E. 發明電子顯微鏡     |
| f. A. Einstein  | F. 解釋黑體輻射      |
| g. C. Huygens   | G. 發現電子        |
| h. Y.T. Lee     | H. 解釋光電子現象     |

2. 附圖中是在兩個不同時間記錄的（假想的）雙星的光譜（a和b），以及不同時間雙星的相對位置和運動方向（A到D）。兩個光譜各是在哪種情況下記錄的？（5分）

以下3-7題，請選答其中4題，且

3. 推算用400 kV加速的電子的波長（以nm為單位）。要考慮相對論效應。要有推算的步驟，式子列出來，代入常數（注意單位），最後才計算。計算時兩位有效數字就夠了。（10分）

八十八學年度 系(所) 物理系 組碩士班研究生招生考試

近代物理

科目 科號 180/190 共 7 頁第 2 頁 \*請在試卷【答案卷】內作答

4. Compton 效應說一個 X 光子和一個靜止的電子碰撞後，電子得到動能，而散射的 X 光子的動能比入射光子小，也就是波長較長。那麼，有沒有可能入射光子把能量完全轉給電子，因而竟沒有散射光子呢？說明原因。(10分)

5. 附圖所示是單狹縫繞射實驗。波長為  $\lambda$  的光子通過寬為  $w$  的狹縫，射到距離  $L$  處的屏上，形成圖中所示的強度分布。用這個實驗說明不確定原理。(提示：光子在  $x$  方向的位置不確定度和狹縫的寬度有關。光子打到屏上，分布成一個寬峰。我們暫時不要管兩側的小峰。因此光子動量的  $x$  分量的不確定度，使光子打到這兩個零強度之間。這個角度又可以從光學繞射的原理求得。)(10分)

6. 有一個粒子，其角頻率為  $\omega$ ，波數為  $k$ ，位能為  $U$ 。這個粒子的波函數可以寫成

$$\Psi(x,t) = A \exp[-i(\omega t - kx)]$$

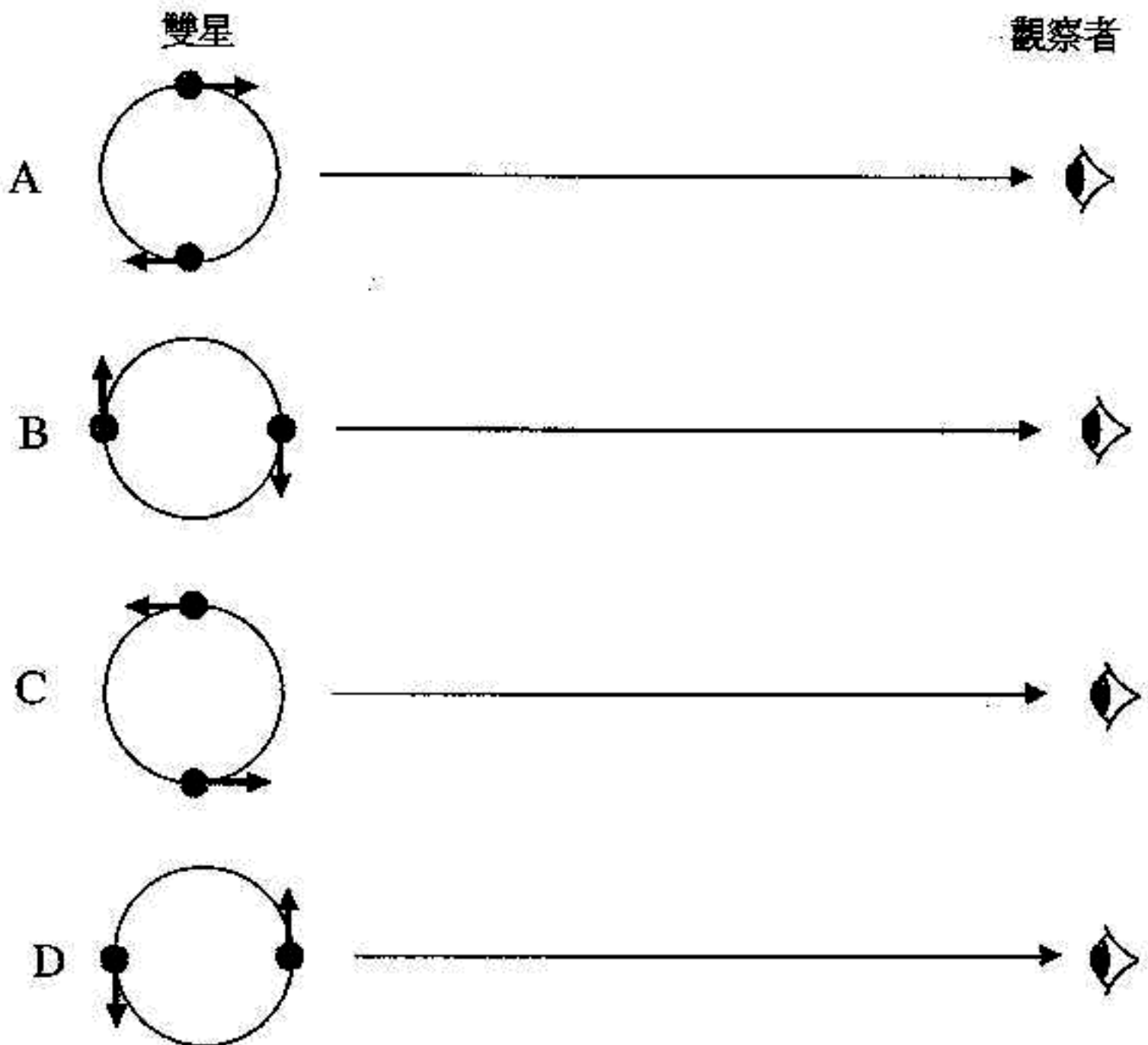
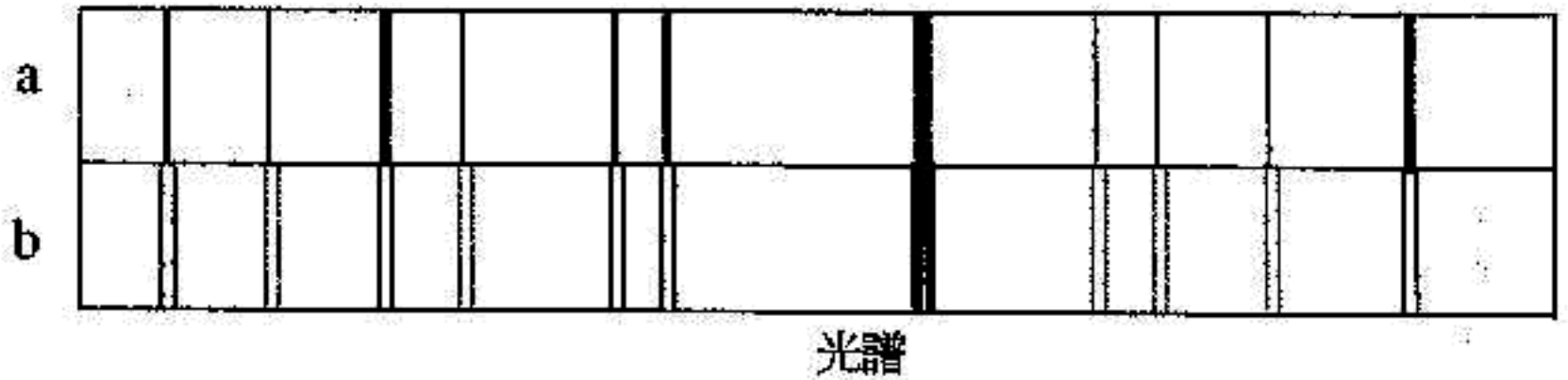
其中  $A$  為常數， $x$  和  $t$  各為一維空間和時間座標。我們知道總能量  $E = h\omega/(2\pi)$ ，動量  $p = hk/(2\pi)$ ，其中  $h$  是 Planck 常數。從能量守恆原理（總能恆等於動能加位能）推導 Schrödinger 方程式。(10分)

7. 解釋白熾燈（就是電燈泡啦！）和螢光燈（就是日光燈啦！抬頭看就有了啦！）的發光原理。它們的光譜有什麼不同？(10分)

八十八學年度 系(所) 物理系 組碩士班研究生招生考試

近代物理

科號 1801 共 7 頁第 3 頁 \*請在試卷【答案卷】內作答



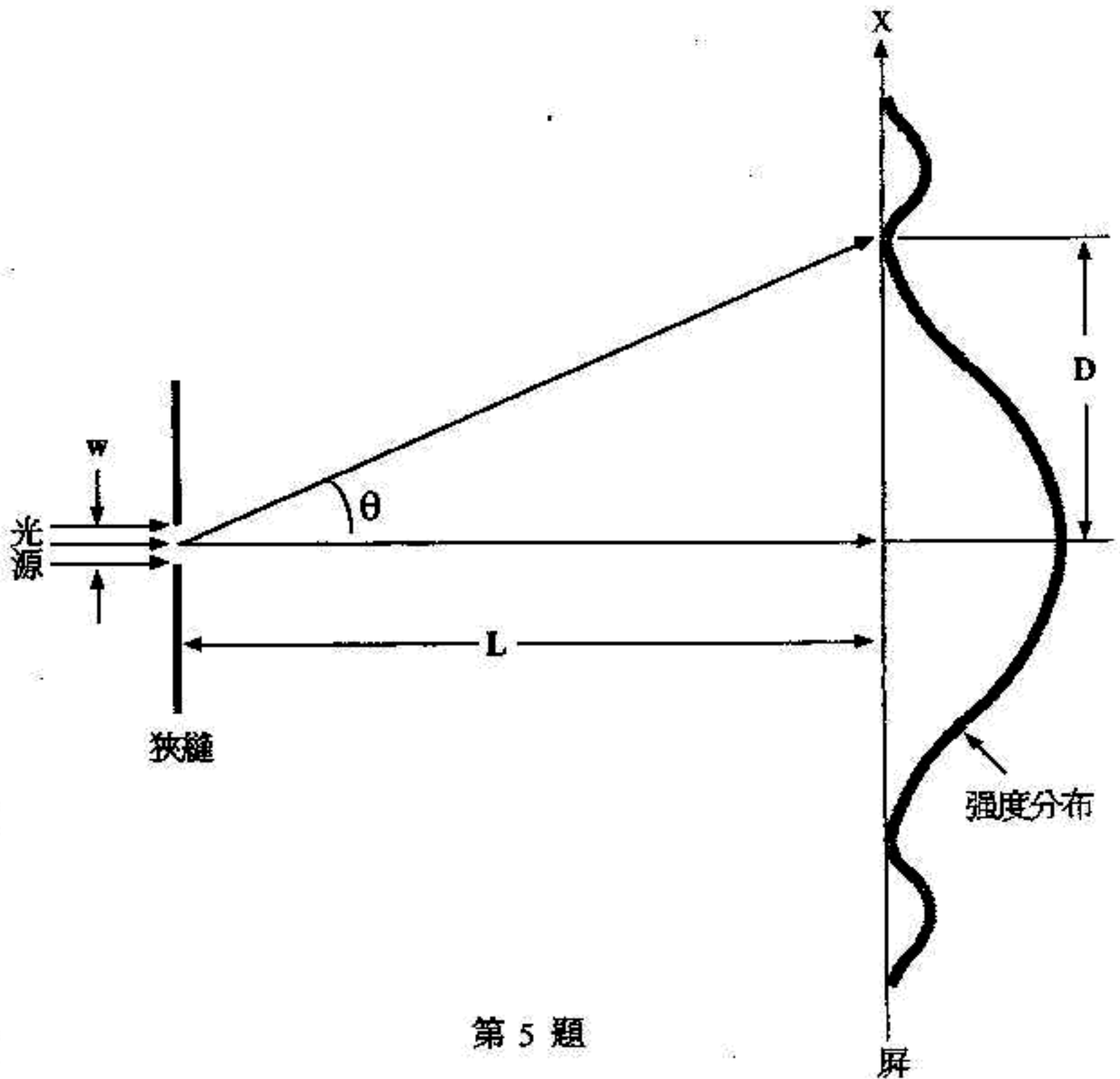
八十八學年度 材料科學工程研究所(系) 系(所) = 理 組碩士班研究生招生考試

近代物理

科號 180/90

共 7 頁第 4 頁

\*請在試卷【答案卷】內作答



第 5 題

八十八學年度 材料科學工程研究所(系) 系(所) = 乙 組碩士班研究生招生考試

近代物理

科號 1801 / 1901 共 7 頁第 5 頁 請在試卷【答案卷】內作答

英漢名詞對照表

埃	Ångstrom
白熾燈	Incandescent lamp
波長	Wavelength
波函數	Wave function
波束	Wave packet
波數	Wave number
不確定原理	Uncertainty Principle
常數	Constant
電子	Electron
電子顯微鏡	Electron microscope
動量	Momentum
動能	Kinetic energy
峰	Peak
方程式	Equation
固有函數	Eigen function
固有值	Eigen value
光譜	Spectrum
光子	Photon
核	Nucleus
黑體輻射	Blackbody radiation
角頻率	Angular frequency
空間	Space
粒子	Particle
能量	Energy
能量守恆	Conservation of energy
屏	Screen
強度	Intensity
繞射	Diffraction
散射	Scattering
時間	Time
位能	Potential energy
狹縫	Slit
相對論	Theory of relativity
螢光燈	Fluorescent lamp
總能量	Total energy
座標	Coordinate

八十八學年度 材料科學工程研究所(系) 系(所) = 乙 組碩士班研究生招生考試

近代物理

科號 1801 共 7 頁第 6 頁 \*請在試卷【答案卷】內作答

## Table of Values

Quantity	Symbol	Value	SI
Velocity of light	$c$	2.997925	$10^8 \text{ m s}^{-1}$
Proton charge	$e$	1.60219	$10^{-19} \text{ C}$
Planck's constant	$h$	4.80325	—
	$\hbar = h/2\pi$	6.62620	$10^{-34} \text{ J s}$
		1.05459	$10^{-34} \text{ J s}$
Avogadro's number	$N$	$6.02217 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	—
Atomic mass unit	amu	1.66053	$10^{-27} \text{ kg}$
Electron rest mass	$m$	9.10956	$10^{-31} \text{ kg}$
Proton rest mass	$M_p$	1.67261	$10^{-27} \text{ kg}$
Proton mass/electron mass	$M_p/m$	1836.1	—
Reciprocal fine structure constant $\hbar c/e^2$	$1/\alpha$	137.036	—
Electron radius $e^2/mc^2$	$r_e$	2.81794	$10^{-15} \text{ m}$
Electron Compton wavelength $\hbar/mc$	$\lambda_c$	3.86159	$10^{-13} \text{ m}$
Bohr radius $\hbar^2/me^2$	$r_0$	5.29177	$10^{-11} \text{ m}$
Bohr magneton $eh/2mc$	$\mu_B$	9.27410	$10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
Rydberg constant $me^4/2\hbar^2$	$R_\infty$ or $R_y$	2.17991	$10^{-18} \text{ J}$
		13.6058 eV	
1 electron volt	eV	1.60219	$10^{-19} \text{ J}$
	eV/h	$2.41797 \times 10^{14} \text{ Hz}$	—
	eV/hc	8.06546	$10^5 \text{ m}^{-1}$
	eV/k <sub>B</sub>	$1.16048 \times 10^4 \text{ K}$	—
Boltzmann constant	$k_B$	1.38062	$10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Permittivity of free space	$\epsilon_0$	—	$10^7/4\pi c^2$
Permeability of free space	$\mu_0$	—	$4\pi \times 10^{-7}$

八十八學年度 材料科學工程研究所(系) 系(所) = 乙 組碩士班研究生招生考試

近代物理

科號  $\frac{1801}{1901}$  共 7 頁第 7 頁 \*請在試卷【答案卷】內作答

8. a. Describe the Zeeman effect. (5%)
- b. A sample of a certain element is placed in a 0.3 T magnetic field and suitably excited. How far apart are the Zeeman components of the 450 nm spectral line of this element? (5%)
9. a. Find the possible values of the total angular-momentum quantum number  $J$  under LS coupling of two atomic electrons whose orbital quantum numbers are  $l_1=1$  and  $l_2=2$ . (5%)
- b. The term symbol of the ground state of sodium is  $3^2S_{1/2}$  and that of its excited state is  $3^2P_{1/2}$ . List the possible quantum numbers  $n, l, j$  and  $m_j$  of the outer electron in each case. (5%)
10. (a) Describe Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein and Fermi-Dirac distributions, and explain what systems can these distributions be applied to? Give examples. How many particles are allowed per state. (5%)
- (b) Plot the distribution function for fermions at three different temperatures. (a) at  $T=0$  K, (b) at  $T=0.1 \epsilon_f/k$ , (c) at  $T=1.0 \epsilon_f/k$  ( $\epsilon_f$ : fermi energy) (5%)
11. Find the drift velocity of the free electrons in a copper wire whose cross-sectional area is  $1.0 \text{ mm}^2$  when the wire carries a current of 1.0 A. Assume that each copper atom contributes one electron to the electron gas. (the density of copper is  $8.94 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  and its atomic mass is 63.5 u,  $1u=1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ) (10%)
12. Derive and plot the first and second Brillouin Zones of a two-dimensional square lattice. (10%)