

101年公務人員特種考試外交領事人員外交行政人員考試、101年公務人員特種考試國際經濟商務人員考試、101年公務人員特種考試法務部調查局調查人員考試、101年公務人員特種考試國家安全局國家安全情報人員考試、101年公務人員特種考試民航人員考試、101年公務人員特種考試經濟部專利商標審查人員考試試題

代號：80340

全一張
(正面)

考試別：專利商標審查人員

等別：三等考試

類科組：電子工程

科目：固態物理

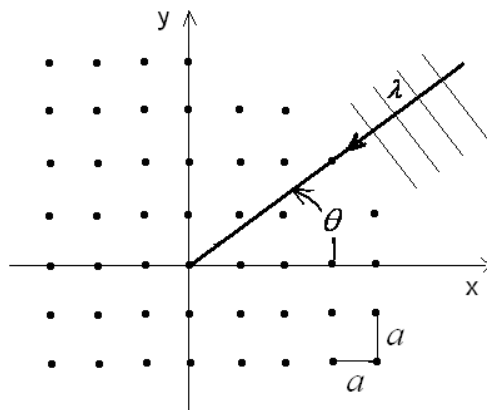
考試時間：2小時

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

- 一、如圖，一個單原子基底的平面四方晶格位於 x - y 平面，其晶格常數為 $a = 2\text{\AA}$ 且其原始向量 (primitive vectors) 為 $\bar{a}_1 = a\hat{x}$ 與 $\bar{a}_2 = a\hat{y}$ (\hat{x} 與 \hat{y} 為 $+x$ 與 $+y$ 方向之單位向量)，若有波長為 λ 之單頻 X 光沿 x - y 平面入射，入射角 θ 定為波向量與 $+x$ 軸之夾角。



- (一)該晶格的倒晶格向量 \bar{b}_1 與 \bar{b}_2 為何？(2分) (二)請在 $k_x - k_y$ 平面畫出倒晶格之第一布里淵區 (first Brillouin zone) (請註明座標軸的刻度)。(2分) 若考慮彈性散射，則 (三)當入射波長為 $\lambda = 3.2\text{\AA}$ 的 X-光入射該晶體，入射角 θ ($0 < \theta < \pi/4$) 需為多少才會產生布拉格繞射 (Bragg diffraction)；令 $\theta = \tan^{-1}(x)$ ， $x = ?$ 請詳細說明過程。(8分) (四)同(三)，反射波的方向角 θ_r 是多少？請由入射、反射波向量與倒晶格向量之關係詳細說明過程。(8分) (五)當入射角為 $\pi/3$ 時能產生布拉格繞射的最大波長為何？請詳細說明過程。(5分)

- 二、考慮一三維的無窮大導體，導體中只存在單一電載子 (載子密度為 n ，載子質量為 m 、電荷為 e)。若有外加均勻電場 $\vec{E} = E_x\hat{x} + E_y\hat{y} + E_z\hat{z}$ 與 Z -方向均勻磁場 $\vec{B} = B\hat{z}$ ，且電載子運動時還受到一造成能量損耗的碰撞力 $\vec{F}_r = \frac{-m\vec{v}}{\tau}$ (其中 \vec{v} 為載子之速度、 τ 為能量弛豫時間常數)。當系統達到穩定態 (steady state) 時只存在穩定電流，(一)請依牛頓運動定律 (請用 SI 單位) 推導該系統之 3×3 電阻率張量 (resistivity tensor) ρ_{ij} 。(10分) (二)現考慮導體限縮為一個 X - Y 平面上的長二維導體 (Y -方向寬度為 w)，且外加電場只在 X -方向有值 ($\vec{E} = E\hat{x}$)。若在穩定態時系統只在 X -方向有電流，請由(一)的結果計算 X -方向的電流密度 $j_x = ?$ 並討論 Y -方向是否會存在電場 E_y ，若 $E_y \neq 0$ ，請詳細說明其成因。(15分)

(請接背面)

101年公務人員特種考試外交領事人員外交行政人員考試、101年公務人員特種考試國際經濟商務人員考試、101年公務人員特種考試法務部調查局調查人員考試、101年公務人員特種考試國家安全局國家安全情報人員考試、101年公務人員特種考試民航人員考試、101年公務人員特種考試經濟部專利商標審查人員考試試題

代號：80340

全一張
(背面)

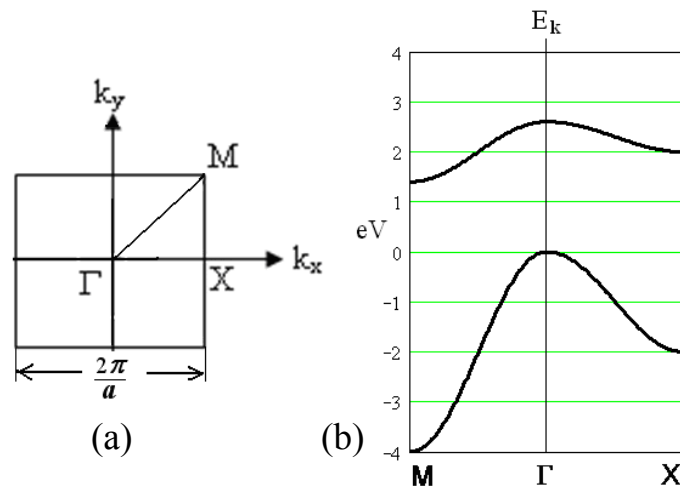
考試別：專利商標審查人員
等別：三等考試
類科組：電子工程
科目：固態物理

三、給定一個面積為 $L \times L$ 的二維平面晶體，該晶體之結構為正方晶格（晶格常數為 $a = L/N$ ）與二價（divalent）單原子分子基底，全系統包含 $N \times N$ 個原子。若該系統之最低能量的兩個電子能帶為：

$$E_C(\mathbf{k}) = 2.0 \text{ eV} + 0.3 [\cos(k_x a) + \cos(k_y a)] \text{ eV},$$

$$E_V(\mathbf{k}) = -2.0 \text{ eV} + [\cos(k_x a) + \cos(k_y a)] \text{ eV}.$$

圖(a)所示為正方晶格對應之第一布里淵區，圖(b)為對應之能帶圖。



- (一)寫出上述兩個能帶的能帶邊緣（band edge）位置及兩個能帶的帶寬（band width）各為多少。（4分）
- (二)本系統能隙（band gap）多大？若有能量與能隙相同的光子入射，電子能否因單純吸收光子而自 E_V 能帶躍遷至 E_C 能帶？請詳述理由。（5分）
- (三)本系統是金屬、半導體或絕緣體？請詳述理由。（2分）
- (四)試求電子與電洞的群速。（4分）
- (五)試求電子與電洞在 Γ 點鄰近之「有效質量倒數張量」（reciprocal effective mass tensor） $\left(\frac{1}{m^*}\right)_{ij}$ 。（5分）
- (六)試求 E_C 能帶與 E_V 能帶在 Γ 點鄰近之態密度（density of states）。請使用週期性邊界條件。（5分）

- 四、(一)請使用少於 20 個字說明「聲子」（phonon）是甚麼？（4分）
- (二)請敘述殘餘電阻（residual resistance）是甚麼，並說明其產生機制。（4分）
- (三)請說明凡霍夫奇點（Van Hove singularities）是甚麼，及其發生的條件。（4分）
- (四)請說明反鐵磁磁性及尼爾溫度（Néel temperature）的意義。（4分）
- (五)請敘述溫度對金屬與半導體導電性的影響，並說明原因。（4分）
- (六)請說明順磁物質與鐵磁物質的差別，及居禮溫度（Curie Temperature）是甚麼？（5分）