

八十六學年度轉科科學工程研究所(系) 92 組碩士班研究生入學考試

科目 近代物理(I) 科號 2001 共 5 頁第 1 頁 請在試卷【答案卷】內作答

Part I

以下有 15 個填空，每一個括弧中有從 1 到 15 的阿拉伯數字標號，且在標號底下加了底線的部分即為請您填寫答案的部分，在答案紙上不用寫題號，可是在每個答案之前請清楚地標明該答案的阿拉伯數字標號。標號為第 3 這個答案每個 4 分、標號為第 8 和第 14 這兩個答案每個 5 分，其他每個 3 分。

一、一位駕車闖紅燈者在法庭上宣稱由於 Doppler Effect，他當時所看到的是綠燈而不是紅燈，交通法庭接受了他的解釋而將闖紅燈的罰單改成超速的罰單。假設紅光的頻率是  $4.80 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ，綠光的頻率是  $5.60 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ，則此駕駛人超速若干？請寫出最接近的答案標號。  
 (a)  $7.7 \times 10^6 \text{ m/s}$ ; (b)  $2.3 \times 10^7 \text{ m/s}$ ; (c)  $4.3 \times 10^7 \text{ m/s}$ ; (d)  $5 \times 10^7 \text{ m/s}$ ; (e)  $7.3 \times 10^7 \text{ m/s}$ 。答案：(1)。

二、下列敘述何者為正確？請寫出正確敘述的標號，如果正確答案有兩個以上，則請把所有的正確標號都寫上。(a) 若粒子為 Massless Particle，則其速度必為  $c$ ；(b) 粒子的能量為  $mc^2$ ，若粒子為 Massless Particle，則其能量必為 0；(c) 當粒子的速度接近  $c$  時，其 Kinetic Energy 為其 Rest Energy 的一半。答案：(2)。

三、我們知道牛頓第二運動定律是  $F = m_0 \cdot \frac{dv}{dt}$ ，在這式子中我們假設施力  $F$  和速度  $v$  是同方向，並且假設  $v \ll c$  因此不用考慮相對論。如果  $v \rightarrow c$  而必需考慮相對論時，則以上的牛頓第二運動定律公式將改寫成(3)。

四、下列有關 Blackbody Radiation 的敘述何者為正確？請寫出正確敘述的標號，如果正確答案有兩個以上，則請把所有的正確標號都寫上。  
 (a) 如果把溫度逐漸昇高，我們會先看到紅色光，之後才會看到橙色光。(b) 在 Cavity 中 Blackbody Radiation 會視溫度高低產生一定數目的 Particle，這一定數目的 Particle 產生之後即永遠在該 Cavity 中以 Standing Wave 型式存在；(c) 每一個 Standing Wave 的平均能量是  $h\omega$ 。答案：(4)。

八十六學年度材料科學工程研究所(系)(所) 25 組碩士班研究生入學考試

科目 近代物理(I) 科號 2101 共 5 頁第 2 頁 \*請在試卷【答案卷】內作答

五、下列有關 Photoelectric Effect 的敘述何者為正確？請寫出正確敘述的標號，如果正確答案有兩個以上，則請把所有的正確標號都寫上。

(a) 如果照光越強，即照光的 Intensity 越高，其所產生的 Photoelectron 動能越大；(b) Photoelectric Effect 是屬於紫外光 Ultraviolet 和可見光範圍的現象；(c) 以紫外光照射較以紫色光照射能夠得到更大的 Photoelectron Current；(d) 電視機或個人電腦 Monitor 中所使用的陰極射線管 (Cathode Ray Tube, CRT)，即是以 Photoelectric Effect 產生電子撞擊在 Phosphorescent Screen 上。答案：(5)。

六、下列對 X 光的敘述何者為正確？請寫出正確敘述的標號，如果正確答案有兩個以上，則請把所有的正確標號都寫上。(a) 只要電子速度改變就會有 X 光發射出，此 X 光稱為 Bremsstrahlung；(b)

在實驗室 X 光機的 X 光管中，以  $eV$  能量的電子撞擊金屬靶，此  $eV$  能量大部份都轉換成 X 光的能量；(c) 在實驗室 X 光機的 X 光管中，以  $eV$  能量的電子撞擊金屬靶，所得到 X 光的強度  $I$  隨  $eV$  之增加而加強。答案：(6)。

七、下列對 X 光的敘述何者為正確？請寫出正確敘述的標號，如果正確答案有兩個以上，則請把所有的正確標號都寫上。(a) 在實驗室 X 光機的 X 光管中，以  $eV$  能量的電子撞擊金屬靶，所得到 X 光的最短波長  $\lambda_{\min}$  因所使用的金屬靶不同而不同，金屬靶的原子序數越

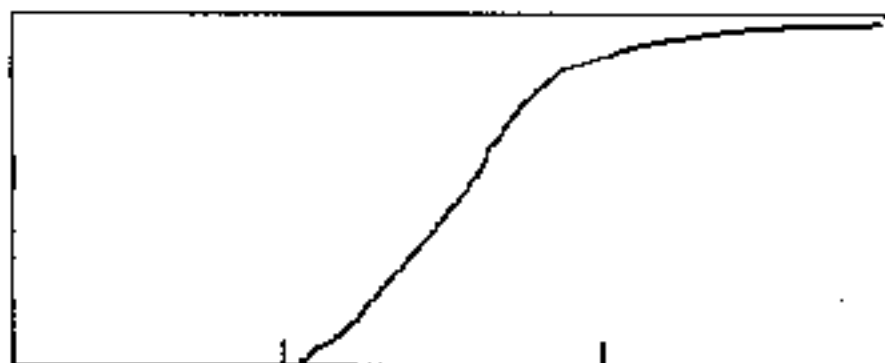
大，其所得到的  $\lambda_{\min}$  越小；(b) 位於新竹市科學工業園區的「行政院同步輻射研究中心」，同步輻射所產生的就是 X 光源，它的光譜和一般實驗室中以  $eV$  能量的電子撞擊金屬靶所發射出的 X 光源有非常類似的光譜，只是它的強度大很多，能量也大很多；(c) 在實驗室 X 光機的 X 光管中，以  $eV$  能量的電子撞擊金屬靶，所選用的金屬靶不宜選擇原子序數小的金屬；(d) 當 X 光穿入物質時，X 光的能量以  $\exp(-x/x_0)$  的公式減小，式中  $x$  表 X 光進入物質的深度， $x_0$  為一隨不同物質而不同的一個特性長度。答案：(7)。

八、在 Compton Effect 實驗中，若  $h$  表 Planck Constant， $m_0$  表 Electron 的 Rest Mass， $\phi$  表示 Photon 的 Scattering Angle，則 Photon 的波長改變量  $\lambda' - \lambda$  為 (8)。

八十六學年度材料科學工程研究所(系)(所) 二 組碩士班研究生入學考試

科目 近代物理(I) 科號 2101 共 5 頁第 3 頁 \*請在試卷【答案卷】內作答

九、某人進行一項 Pair Production 的實驗，其實驗結果如下圖，其縱軸為線性座標，標示 Relative Probability，其值從 0 至 1；橫軸為對數座標，標示 Photon Energy (MeV)。不幸因為紙張受到污損，橫軸座標上所標示的數字看不清楚，從以下幾個可能的標示數字中您能否確定是哪一個？如果不能確定為某一個標示而有兩種以上的可能時，則請將所有的可能都寫上。(a) 0.001, 0.01, 0.1, 1; (b) 0.01, 0.1, 1, 10; (c) 0.1, 1, 10, 100; (d) 1, 10, 100, 1000。答案：(9)。



十、下列敘述何者為正確？請寫出正確敘述的標號，如果正確答案有兩個以上，則請把所有的正確標號都寫上。(a) 若光速  $c$  較現在一般所認知的數值為小，則相對論的現象將更為顯著；(b) 若 Planck's Constant  $h$  較現在一般所認知的數值為小，則量子的現象將更為顯著；(c) 依據一般相對論，光速仍為  $c$ ，和特殊相對論中所討論者相同，然而若依據一般相對論，光所走的路徑不一定是直線。答案：(10)。

十一、粒子也有波的性質，稱之為 de Broglie Wave。能量為 100 eV 的電子其 de Broglie Wavelength 與以下各值何者最接近？請寫出最接近正確答案的標號。(a) 0.01 Å; (b) 0.05 Å; (c) 0.1 Å; (d) 0.5 Å; (e) 1 Å; (f) 5 Å; (g) 10 Å。答案：(11)。

十二、下列敘述何者為最接近正確？請寫出最接近正確敘述的標號。(a) 100 keV 能量的電子其速度和光速相比仍為極小，不需要考慮

八十六學年度物理學工程研究所(系) 甲二 組碩士班研究生入學考試

科目 近代物理(I) 科號 200/2101 共 5 頁第 4 頁 \*請在試卷【答案卷】內作答

相對論的校正；(b) 100 keV 能量的電子若不經過相對論的校正，其所得的 de Broglie Wavelength 較經過相對論校正所得的正確值為小，其誤差約為 5%；(c) 100 keV 能量的電子若不經過相對論的校正，其所得的 de Broglie Wavelength 較經過相對論校正所得的正確值為大，其誤差約為 5%；(d) 100 keV 能量的電子若不經過相對論的校正，其所得的 de Broglie Wavelength 較經過相對論校正所得的正確值為小，其誤差約為 10%；(e) 100 keV 能量的電子若不經過相對論的校正，其所得的 de Broglie Wavelength 較經過相對論校正所得的正確值為大，其誤差約為 10%。答案：(12)。

十三、若  $p = KE/c$ ，其中  $p$  表 Momentum， $KE$  表 Kinetic Energy，試求其 Rest Mass  $m_0$ 。答案：(13)。

十四、設有速度接近光速的自由粒子 (Free Particle)，其 Phase Velocity 為 (14)。

十五、下列敘述何者為正確？請寫出正確敘述的標號，如果正確答案有兩個以上，則請把所有的正確標號都寫上。(a) 在沒有 Dispersion 的情況下，Phase Velocity 和 Group Velocity 相等；(b) Phase Velocity 有可能會大於光速，Group Velocity 則不會；(c) 對於  $m_0 > 0$  的自由粒子而言，若其 Group Velocity  $v_g \rightarrow 0$ ，則其 Phase Velocity  $v_{ph} \rightarrow \infty$ ；(d)  $v_g = v_{ph} + k \frac{dv_{ph}}{dk}$ 。答案：(15)。

附註：

quantum of charge	$e$	$1.602177 \times 10^{-19} C$
Boltzmann's constant	$k$	$1.38066 \times 10^{-23} J/K = 8.6174 \times 10^{-5} eV/K$
Planck's constant	$h$	$6.62608 \times 10^{-34} J \cdot s = 4.13567 \times 10^{-15} eV \cdot s$
electron rest mass	$m$	$9.10939 \times 10^{-31} Kg = 0.510999 MeV/c^2$

國立清華大學命題紙

八十六學年度 材料科學工程學系(所) 甲二組碩士班研究生入學考試

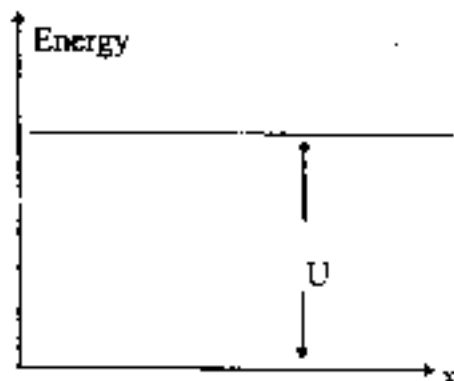
科目 近代物理 (I) 科號 200 / 210 共 5 頁第 5 頁 \*請在試卷【答案卷】內作答

Part II

- (a) What is the assumption of Bohr atomic model? (5%)

(b) What is the correspondence principle? (5%)
- (a) Is it possible to derive the Schrodinger equation? Why? (5%)

(b) Please explain the physical meaning of wave function obtained from Schrodinger equation. (5%)
- Consider a beam of identical particles all of which have the same kinetic energy  $E$ . The beam is incident from the left on a potential barrier  $U$  as shown in the following figure. Please solve this problem for both  $E > U$  and  $U > E$  based on (a) classical mechanics (5%) and (b) quantum mechanics (5%), respectively.



- (a) Show that the expectation values  $\langle px \rangle$  and  $\langle xp \rangle$  are related by  $\langle px \rangle - \langle xp \rangle = \hbar/(2\pi i)$  where  $p$  and  $x$  are linear momentum and position operators, respectively. (5%)

(b) What is the physical meaning of part (a)? (5%)
- (a) What kind of concept is required for laser operation? (5%)

(b) Please explain the optical pumping. (5%)