

112 學年度物理系學士班「個人申請」入學第二階段招生考試

【物理試題】

【本考科不可使用計算機】

答案及計算過程請務必寫在試卷本上，並請標明題號，試題隨卷繳回

1. 圖 1 顯示迴旋加速器中加速電子質量 m_e 的軌跡圖。我們利用上下兩個金屬塊間距 d 產生時變的均勻電場 \vec{E} ，電場的強度是方波、在 $\pm E$ 間震盪。(a) 請問電子由靜止開始，第一次經過間距 d 的電場後所獲得的動能 ΔK 、和速度變化 Δv 分別是多少？(b) 金屬塊內存在磁場 \vec{B} ，電子會轉彎回到電場範圍再被加速，請問對此圖，磁場的方向為何？(c) 第一次的迴旋半徑 r 為何？第 n 次加速後迴旋半徑為何？(d) 如果 $d \ll r$ ，可以把電子看成是做多次的圓周運動。請問電子圓周運動的角頻率 ω 為何？頻率 f 為何？(e) 如果在加速 $2N$ 次後，電子獲得最大動能離開加速器，估計電子總路徑長度 (忽略 d ；可以用平均半徑來近似) [20 分]

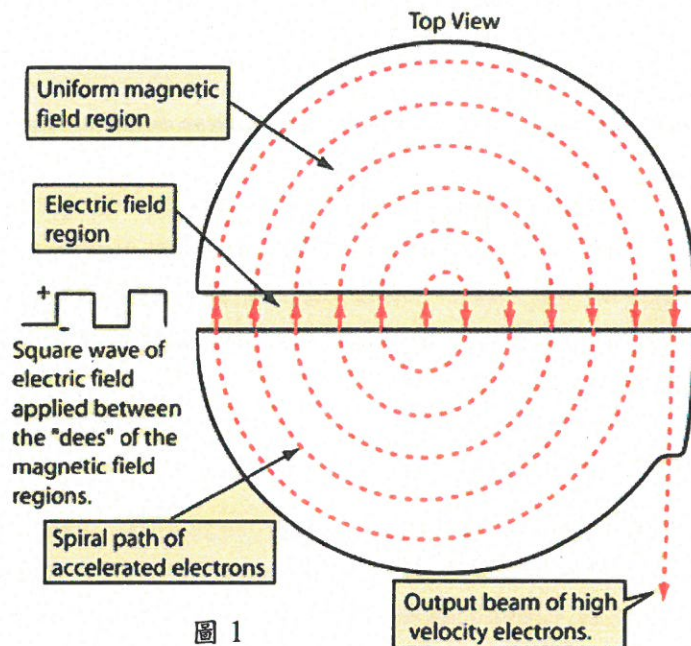


圖 1

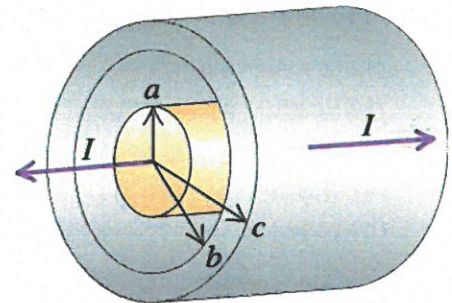


圖 2

2. 圖 2，一條同軸電纜內有實心半徑為 a 的導線被同軸的圓柱導體內徑 b 與外徑 c 包覆。兩層導體分別攜帶不同方向但相同強度的電流 I 。(a) 用安培定律寫下在兩個導體之間 ($a < r < b$) 的磁場大小和方向。(b) 在導體間定義一個矩形平面長度 l 寬度為 $b - a$ 並且徑向連結兩個導體，這個平面所通過的磁通量是多少？(c) 這個長度 l 同軸電纜的電感值 L 為何？(d) 當它攜帶電流 i 時，儲存了多少磁能 U_B ？(e) 證明從磁能密度出發 $u_B = B^2/2\mu_0$ ，積分所有體積內的磁能密度後可以得到與(d)相同的總磁能，即 $\int u_B dV = U_B$ 。[20 分]
3. 德布羅意提出物質也可以用波的形式來描述。若有一個光子 γ 和一個質量 m_e 的電子 e 有相同動能 K ，請寫下光子的波長 λ_γ 和電子的物質波波長 λ_e 的表現式。[5 分]
4. 當你用不同頻率的光去照射光電板而得到測量的光電板電壓與入射光頻率關係圖 3，請利用此圖預估光電板的功函數 Φ (電子擺脫物質所需最小能量)，寫下光電效應的方程式，和普朗克常數與基本電荷值比率 h/e 的數值。(假設 h 和 e 都是未知數值的常數) [5 分]

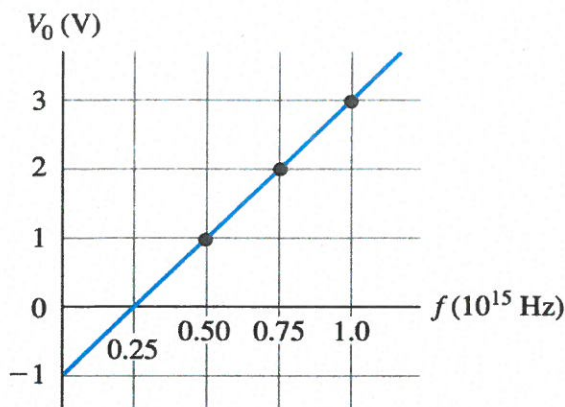


圖 3：光電效應實驗，光電板電壓對應入射光頻率圖。

5. 長度為 L 的水平圓柱形長管，一端為固定閉口，另一端為質量為 m 的活塞，管內有 n 莫耳的單元子理想氣體，理想氣體常數為 R ，外界氣壓保持恆定。若活塞由初始靜止而受外力開始作小幅的水平振動，振幅遠小於 L ，考慮以下兩種情況，求該振動的時間週期（以題目所給變數表之）：
- (a) 過程中，長管內氣體溫度 T 保持恆定。[5 分]
- (b) 過程中，長管為絕熱，且管內氣體的初始溫度 T 與初始壓力皆和外界相同。[5 分]
6. 太空中有兩個球形星體，半徑同為 R ，質量分別為 M 、 $2M$ ，質心相距 $9R$ ，兩者以正圓軌道繞行總質心旋轉且各自自轉，互繞的公轉週期和自轉週期同為 T 。已知兩者繞著通過各自質心之軸的自轉轉動慣量分別為 $\frac{2}{5}MR^2$ 及 $\frac{4}{5}MR^2$ 。在無外力、無外力矩的作用下，經一段時間後，兩者因過程中某些彼此間的交互作用而使得該系統的總動能變為原來的 3 倍，且此時的互繞週期仍和自轉週期相同。
- (a) 求此時的旋轉週期。[5 分]
- (b) 求此時兩者質心間的距離。[10 分]
7. 質量分別為 m 及 $2m$ 的甲、乙兩質點同時自俯角 30° 的光滑斜坡頂端出發，甲自靜止釋放、因重力 g 而沿斜坡向下滑動，乙則以仰角 θ 、初速 v 斜拋、全程自由落體，經過時間 t 後兩者同時到達斜坡底端。斜坡總長 $2L$ ，忽略空氣阻力及摩擦力。以下答案以數值或 m 、 L 、 g 表之。
- (a) 求 θ 、 v 、 t 。[12 分]
- (b) 求甲、乙各自所受到的總衝量。[4 分]
8. 考慮空間中某一固定點上的兩個波函數 $f(t) = A \sin(\alpha t)$ 及 $g(t) = A \cos(-\beta t + \gamma)$ ，其中 t 為時間， A, α, β, γ 為常數，即 A 為兩者的振幅， α, β 分別為兩者的角頻率。
- (a) 求兩波疊加後的波函數 $h(t) = f(t) + g(t)$ 。又其振幅及角頻率為何？[4 分]
- (b) 若 $\alpha = 8\omega, \beta = 6\omega, \gamma = 0$ ，其中 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 、 T 為常數，畫出 $h(t)$ ， $-\frac{T}{8} < t < \frac{7T}{8}$ 。[5 分]

試題隨卷繳回