

注意事項:

1. 答案一律寫在試卷上，不可寫在試題紙上，否則不予計分。
2. 請依序作答，標明題號，不必抄題。
3. 試題紙隨卷繳回，不得攜出試場。

1. (25%)

如圖1所示，質量為 M ，長為 l 的均勻細桿，可繞 A 端的水平軸自由轉動。當桿自由下垂時，有一質量為 $m = 0.1M$ 的小球，在離桿下端 $a = l/3$ 處，以速度 v_0 垂直擊中細桿。碰撞後，小球自由下落；細桿繞軸轉動。在整個過程中，沒有摩擦損耗。以 g 表示重力加速度。

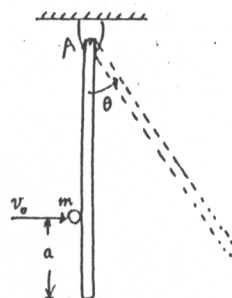


圖 1

- (1) 試證明：細桿轉動時的轉動慣量為 $I = \frac{1}{3} Ml^2$ 。 (5%)
- (2) 剛碰撞後的瞬間，細桿的轉速為多大？ (5%)
- (3) 當細桿的偏轉角為 θ 時，細桿的角加速度為多大？ (5%)
- (4) 若最大的偏轉角為 90° 時，小球擊中細桿前的速度有多大？ (5%)
- (5) 續上題，當細桿再自由地下擺到鉛垂位置時，軸端 A 受的外力為何？ (5%)

2. (25%)

如圖2所示，一圓柱形長導線載有穩恆電流 I ，其截面半徑為 a ，電導率為 σ 。在導線內任取半徑為 r ，長為 l 的一段共軸圓柱。

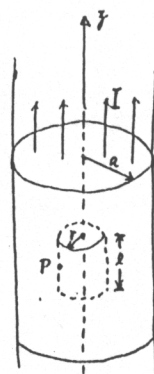


圖 2

- (1) 在此小圓柱段的側面上一點 P 的電場的大小和方向為何？ (5%)
- (2) 在此小圓柱段的側面上一點 P 的磁場的大小和方向為何？ (5%)
- (3) 在此小圓柱段的側面上一點 P 的坡印廷向量的大小和方向為何？ (5%)
- (4) 在單位時間內，通過此小圓柱段側面的能量為何？ (5%)
- (5) 這小圓柱段的電阻所耗損的電功率為何？ (5%)

3. (25%)

如圖3所示，頻率為 $5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ 的單色平面電磁波，以速率 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 在自由空間傳播，其電場表達式為

$$\vec{E}(x, t) = (6 \times 10^3 \text{ V/m}) \left(\frac{3}{5} \hat{y} + \frac{4}{5} \hat{z} \right) \sin(\omega t - kx)$$

式中的 ω 和 k 分別表示此波的角頻率和角波數。

此電磁波通過一偏振軸在 y 方向的偏振片後，垂直入射一透射式的繞射光柵；在光柵後的透鏡的焦平面上，有一觀測屏。現測得繞射光的第3級譜線的方向角為 30° ，並發現缺第4級譜線。

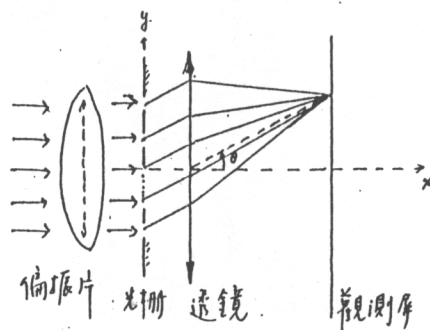


圖 3

- (1) 在通過偏振片前，此電磁波的磁場表達式 $\vec{B}(x, t)$ 為何？ (5%)
- (2) 求通過偏振片後的波強度與通過前的波強度的比值。 (5%)
- (3) 求此光柵的縫間距。 (5%)
- (4) 求此光柵的狹縫的最小寬度。 (5%)
- (5) 求觀測屏上，實際可呈現的譜線數目為多少？ (5%)

4. (25%)

n 莫耳的單原子分子理想氣體，經歷如圖4所示的可逆的熱力學過程。

(以 P_0 , V_0 , n 和氣體常數 R 表示下列問題的答案)

- (1) 試導出此過程的 T (溫度) - V (體積) 的關係。 (5%)
- (2) 在此過程中，氣體對外界作功多少？ (5%)
- (3) 在此過程中，氣體與外界交換多少的熱？ (5%)
- (4) 在此過程中，氣體的熵增加多少？ (5%)
- (5) 在此過程中，氣體放熱和吸熱的區間各為何？ (5%)

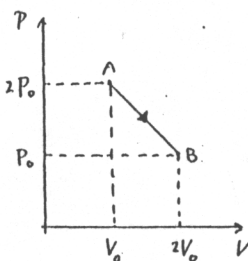


圖 4