

國立羅東高中 115 學年度第三次教師甄選初試物理科題目卷

一、觀念討論題(共 10 分)

小明在學習近代物理的物質波理論時，學到了德布羅意關係式：光子的能量

$E = hf$ 、動量 $p = \frac{h}{\lambda}$ ，同樣適用於具有質量的物質波。為了解出「電子物質波的傳播速度」，小明結合了古典力學與基礎波動學的公式，寫下了以下的推導過程：

1. 根據波動基本公式，波速 $V = f\lambda$ 。

2. 將德布羅意關係式的頻率與波長代入： $V = \left(\frac{E}{h}\right)\left(\frac{h}{p}\right) = \frac{E}{p}$ 。

3. 假設這是一個低速運動的電子，代入古典力學的動能 $E = \frac{1}{2}mv^2$ 與動量

$p = mv$ 。

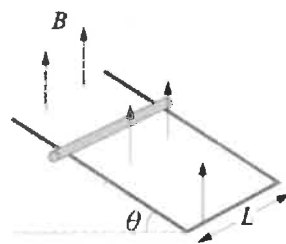
4. 計算得出： $V = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{mv} = \frac{1}{2}v$ 。

小明看著結果感到非常困惑：「如果電子運動時的速度是 v ，為什麼算出來的物質波波速 V 卻只有電子速度的一半？」請問此推導結果是否有誤?(4 分)並以教學的角度向小明詳細說明為何會有此推導結果?(6 分)

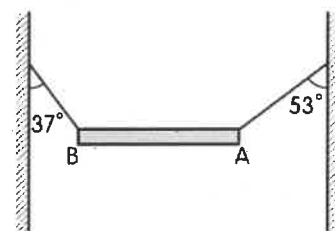
二、填充題(每格 3 分，共 60 分)

1. 在波耳的氫原子模型中，氫原子在基態時的軌道半徑為 r ，則氫原子在第二激發態時電子的物質波波長為【 (1) 】。

2. 如右圖所示，在鉛直向上的均勻磁場 B 中，有一質量為 m 、電阻為 R 的金屬棒，自靜止開始沿著無電阻、傾斜角為 θ 、間距為 L 的光滑 U 型軌道上滑下，若軌道足夠長，則金屬棒所能獲得的最大速度為【 (2) 】。



3. 如圖所示，有一重量不均匀之長直桿子，其兩端 A、B 各以細繩連接並繫於鉛直牆上，已知桿長為 25 cm，則其重心與 B 點的距離為【 (3) 】cm。



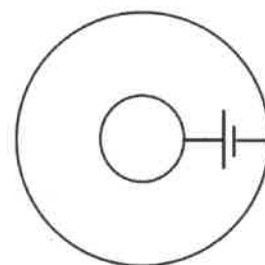
4. 將兩個相同的圓筒與活塞系統連結在一起，如圖所示。兩個圓筒內均為理想氣體，當達平衡時，兩邊氣體體積均為 V ，而溫度均為 T 。若將左邊活塞內的氣體溫度提升 ΔT 而達到新的平衡，則此時左邊活塞內的氣體體積變化量為【 (4) 】。



5. 甲、乙、丙三物體的質量分別為 5 kg、10 kg 及 5 kg，並排置於一水平面上，以一水平力 F 作用於甲物體。若甲與桌面間的摩擦力可忽略，乙、丙與桌面間的動摩擦係數均為 0.4，靜摩擦係數均為 0.6，當 $F=75$ N 時，丙與地面間的摩擦力量值為【 (5) 】N。



6. 兩空心球殼，內殼半徑為 R ，外殼半徑為 $4R$ 。在兩球殼之間加入一電動勢為 ε 的電池，正極接於內球殼，負極接於外球殼，如圖所示。求距球心 $2R$ 處的電場為【 (6) 】。

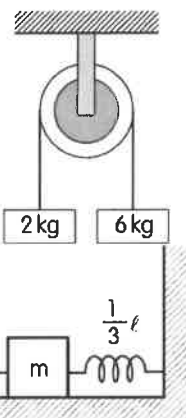


7. 質量為 2 kg 的質點以 15 m/s 之初速度，拋射角為 37° 斜向拋出，設 $g=10$ m/s²，則當達最大高度時，該質點對拋出原點之角動量量值為【 (7) 】kg·m²/s。

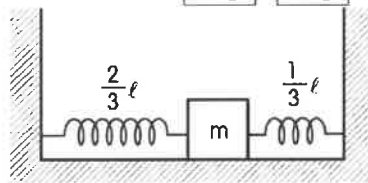
8. 一火箭初速 $V_0 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ ，其中 M 為地球質量， R 為地球半徑， G 為萬有引力常數。若此火箭初速方向與當地的水平線夾角 60 度，則此火箭可上升的最大高度為【 (8) 】。

9. 一質量為 m ，速度為 v 的物體，突然爆炸成兩塊，其中一塊質量為 $\frac{2}{3}m$ ，另一塊質量為 $\frac{1}{3}m$ ，並以 $2v$ 的速度沿原運動方向運動，則爆炸所釋放出之能量為【 (9) 】。

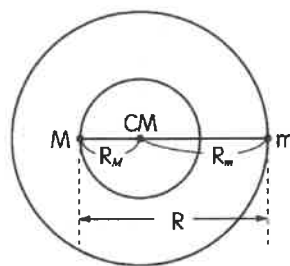
10. 兩個質量分別為 2 kg 和 6 kg 的物體，用一輕繩連接，跨過定滑輪。設重力加速度 $g=10 \text{ m/s}^2$ ，若使兩物體從等高處靜止釋放，則釋放後 2 秒內，繩張力對 2 kg 物體作功
【 (10) 】 J。



11. 一力常數 20 N/m 、長為 ℓ 的彈簧，被剪成兩段，長度分別為 $\frac{2}{3}\ell$ 及 $\frac{1}{3}\ell$ 後，與質量 10 kg 的物體，以如圖所示的方式連接（物體置於光滑平面上）。若令物體作振幅 10 cm 的簡諧運動，則：

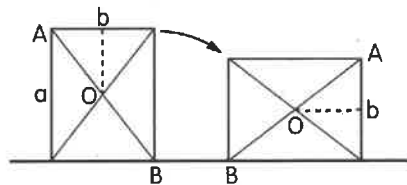


- (1) 週期為【 (11) 】 s。
(2) 距平衡點 5 cm 處速率為【 (12) 】 cm/s。
12. 質量為 M 與 m 、相距為 R 的兩星球，繞共同質心旋轉，形成雙星互繞系統，如圖所示。若其他星球對此系統作用力可忽略不計， M 與 m 兩星球的角動量比值為
【 (13) 】。

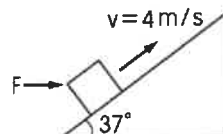


13. 物體 A 自距地面高 h 處自由落下，同時另一物體 B 自地面以速度 $v_0 = \sqrt{\frac{3gh}{4}}$ 鉛直向上射出，不計空氣阻力，重力加速度為 g ，則 B 與 A 相遇點距地面的高度為【 (14) 】。
14. 一彈簧一端固定，另一端繫一小質點作水平面 SHM，振幅 20 公分，週期 4 秒，由一端點開始計時啟動，則 5.5 秒時質點與平衡點相距【 (15) 】公分。

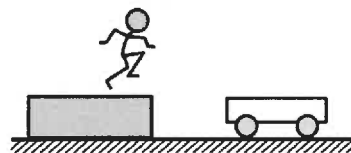
15. 有一長 a 、寬 b 之長方體木箱，質量 m ，如圖所示：（重力加速度為 g ）
(1) 推倒時至少須作功【 (16) 】。
(2) 再使其立起須作功【 (17) 】。



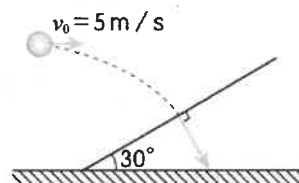
16. 一物體質量為 5 kg，施一水平力 F 使物體沿固定不動的光滑斜面上，以 4 m/s 作等速度向上移動，如圖所示，重力加速度 $g=10 \text{ m/s}^2$ ，則此水平力對物體的功率為【 (18) 】 W。



17. 大明質量為 M ，以速率為 v_0 、仰角 45° 從固定的平臺跳起，落於質量 m 起初靜止的臺車上，如圖所示。大明起跳處與臺車同高。若重力加速度為 g 。如果不計空氣阻力與地面摩擦力並且忽略臺車輪子的轉動動能，則大明落於臺車之前瞬間，人加臺車系統的總動能為 K_0 ；大明落於臺車之後，人加臺車系統的總動能為 K_f ， $\frac{K_f}{K_0} = \text{【 (19) 】}$ 。



18. 如圖所示，以 $v_0 = 5 \text{ m/s}$ 水平初速拋出的小球，在空中飛行一段時間後，剛好垂直地撞在傾斜角為 30° 的斜面上，可知該小球完成這段飛行的時間是 【 (20) 】 s 。（不計空氣阻力，重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）



三、計算題（每題 6 分，共 30 分）

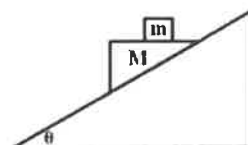
1. 羅東高中仰山樓為長方體建築物，其高度為 25m ，寬度為 80m ，若在平地某處 A 以初速 V_0 拋出一石塊過屋頂，請回答下列問題：（令 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）

- (1) A 距倉庫前多少距離，所需初速 V_0 才能有最小值？（3 分）
 (2) 承上題，此時最小初速 V_0 為何？
 （答案須包含量值與方向，3 分）

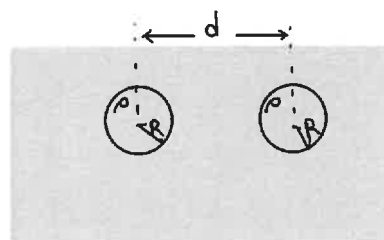


2. 質量為 m ，初速為 V_0 的汽車，在無動力的狀況下直線滑行，若汽車所受阻力為 $F_{\text{阻}} = -Cv$ ，其中 C 為正常數，而 v 為汽車的瞬時速率，試求汽車路徑長 S 與時間 t 的關係式為何？（6 分）

3. 有質量分別為 M 和 m 的兩物體，自光滑傾斜角 θ 的固定斜面上滑下，若兩物體間的摩擦力可忽略，則 M 和 m 之間的垂直作用力量值為何？（請以慣性參考系分析）
 （重力加速度以 g 表示，6 分）

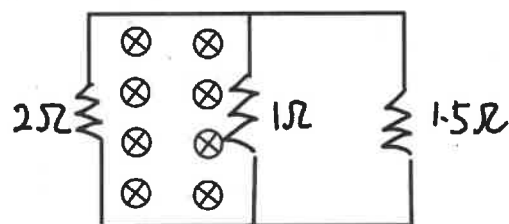


4. 在密度為 ρ_0 的無限大液體中，有兩個半徑為 R ，密度為 ρ 的球，兩球球心相距 d ，已知 $\rho > \rho_0$ ，求兩球受到的萬有引力量值為何？
(萬有引力常數為 G ，6 分)



5. 甲、乙兩學生做以下題目：一電路如圖所示，在左邊區域內有一垂直進入紙面的磁場，此區域內的磁通量隨時間變化關係式 $\Phi = 13t$ (Wb)，試問流過 1Ω 電阻的電流為多少安培？(6 分)

兩學生對此題的計算過程如下，請問哪位學生的計算過程是錯誤的？並請寫出如何向學生說明錯誤之處。若兩位學生計算過程皆錯誤，除了指出錯誤之處以外，請寫出正確過程。



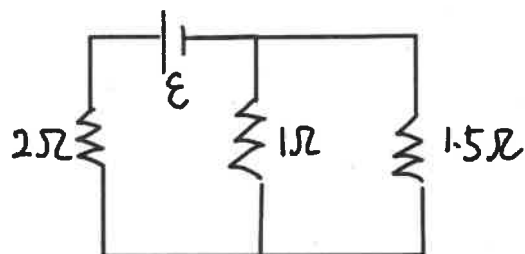
甲生：

$\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 13$ ，電流方向為逆時針，等效電路如右圖。

$$R_{\text{eff}} = 2 + \frac{1 \times 1.5}{1 + 1.5} = \frac{13}{5} \Omega$$

$$I = \frac{13}{13/5} = 5 \text{ A}$$

$$\text{流過 } 1\Omega \text{ 的電流} = 5 \times \frac{1.5}{2.5} = 3 \text{ A}$$



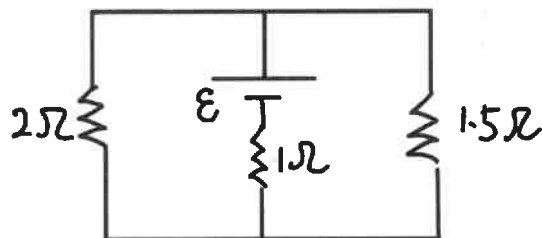
乙生：

$\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 13$ ，電流方向為逆時針，等效電路如右圖。

$$R_{\text{eff}} = 1 + \frac{2 \times 1.5}{2 + 1.5} = \frac{13}{7} \Omega$$

$$I = \frac{13}{13/7} = 7 \text{ A}$$

$$\text{流過 } 1\Omega \text{ 的電流} = 7 \text{ A}$$



<<試題結束>>

