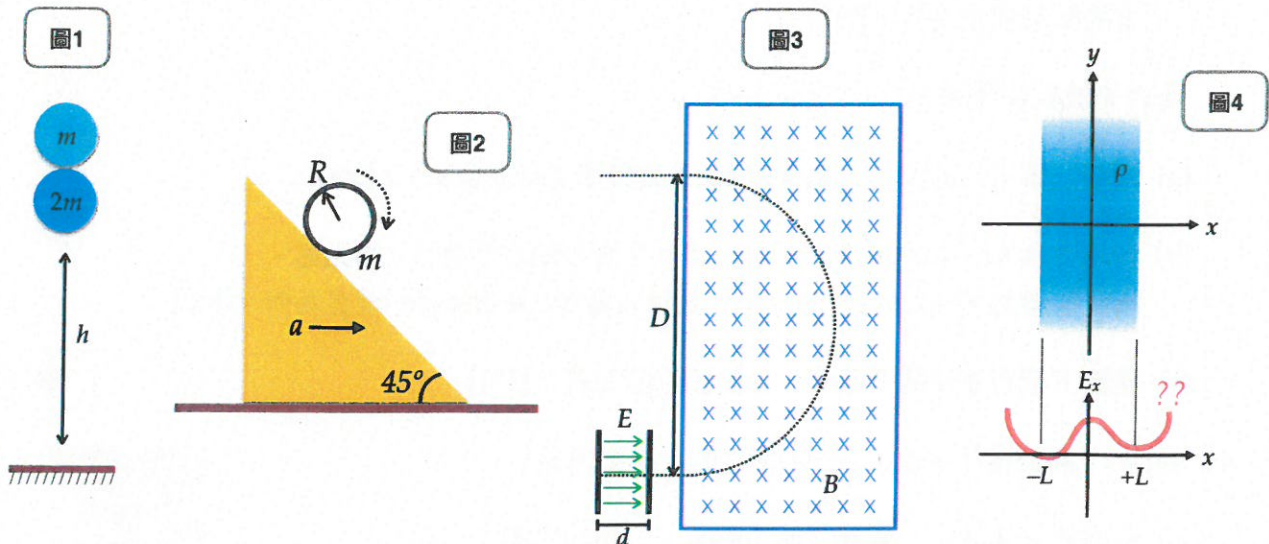


# 物理試題

答案請務必寫在試卷本上，並請標明題號，試題隨卷繳回  
本考科 **[禁用計算機]**

1. 如圖1，兩個大小可以忽略的圓球，質量分別是  $m$ 、 $2m$ ，接近在一起自高度  $h$  自由落體掉下。當質量為  $2m$ 、位置比較低的球撞上地板、反彈、與另一球進行碰撞、再次反彈，之後兩球都彈回高處為止。若重力加速度為  $g$ ，從頭到尾都沒有其它阻力，所有的碰撞都是完全彈性碰撞，最後質量  $m$ 、與質量  $2m$  的球各自可以彈到多高？[12%]
2. 如圖2，一個質量為  $m$ 、半徑為  $R$  的金屬環在  $45^\circ$  的斜邊上朝斜下方作純滾動。如果金屬環與斜邊之間的靜摩擦係數為  $0.25$ ，若重力加速度為  $g$ 、斜邊以等加速度  $a$  向右加速，如果要維持純滾動的前提下，請問  $a$  的最小值為何？[12%]



3. 如圖3，考慮一顆有質量、帶有電荷的粒子，自靜止開始、穿過一個相距為  $d$  的平行電板所形成的均勻電場  $E$  加速，穿入一個具有均勻磁場  $B$  的空間。穿入時粒子的方向與磁場垂直。粒子在磁場中運動，最後離開磁場。若進入與離開磁場的位置差為  $D$ ，請問此粒子的質荷比為何？請用  $E$ 、 $B$ 、 $D$ 、 $d$  等符號來表示。[12%]
4. 如圖4，在三維空間中  $-L < x < +L$  之間填滿了密度均勻的電荷，單位體積的電荷密度為  $\rho$ 。如果介電常數為  $\epsilon_0$ 、也就是庫侖常數  $k = 1/(4\pi\epsilon_0)$ ，請將  $x$  軸方向的電場、與  $x$  軸座標位置作圖，並在圖上標上電場的最大值與最小值。[12%]

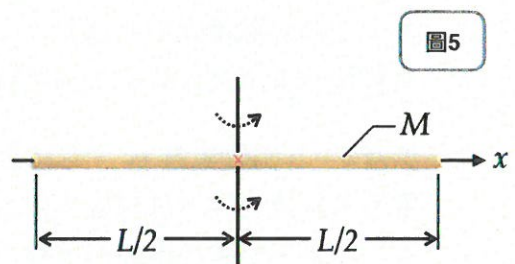
5. 考慮一個質量為  $m$  非相對論性的電子，處在一個寬度為  $L$  的一維位能井裡面。其能階可以用  $E_n = \left( \frac{h^2}{8mL^2} \right) n^2$ ,  $n = 1, 2, 3, \dots$  來表示，其中  $h$  為普朗克常數。

(a) 如果某個反應讓這個電子從第三階  $n = 3$ ，跳到第一階  $n = 1$ ，請寫下這個躍遷中所放出光子的波長。[7%]

(b) 如果我們在此位能井裡放入五顆不相互作用的電子，請表示出這個系統的最低能量、也就是基態能量為何？[7%]

6. 如圖5，一根質量為  $M$ 、長度為  $L$  的細長棒子。其轉動慣量相對於其質量中心可以表示成  $I = ML^2/12$ 。

(a) 如果我們在棒子右邊的邊緣補上一質量為  $M/3$ 、大小可以忽略不計的釘子，在轉軸位置不變之下，整個物體的轉動慣量為何？[5%]



(b) 如果把轉軸搬到棒子右邊邊緣，整個物體的轉動慣量為何？[5%]

7. 關於光波與物質波：

(a) 如果一雷射光的波長  $\lambda$  為  $400 \text{ nm}$ ，其頻率  $f$  為多少  $\text{Hz}$ ？[3%]

(b) 利用常數  $hc = 1240 \text{ (eV} \times \text{nm)}$ ，其中  $h$  為普朗克常數、 $c$  為光速。請問能量為  $E = 1.24 \text{ eV}$  的光子，其德布羅伊(De-Broglie)波長為何？[5%]

(c) 請寫下德布羅伊的關係式，並討論它的意義。[5%]

8. 如圖6，關於使用卡諾(Carnot)循環的「卡諾冰箱」：

(a) 針對於卡諾冰箱，請寫下熱力學第一定律的方程式。[3%]

(b) 對整個系統而言，熵的變化為何？[5%]

(c) 如果我們能夠完全不做功，能讓這個冰箱運作，那就會變成一個完美的冰箱了！這可能發生嗎？請使用方程式來解釋你的答案。[7%]

