

107 年度全國科學班聯合學科資格考物理科試題卷

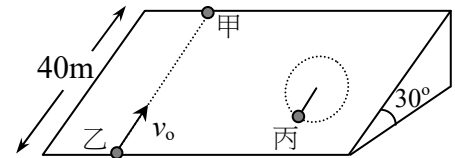
注意：1. 選擇題請將答案畫在答案卡上。 2. 填充題與計算及實驗題請將答案寫在答案卷上。

一、多重選擇題：

(每題 4 分，共 40 分。每題所有選項均答對者，得 4 分；答錯 1 個選項者，得 2.4 分；答錯 2 個選項者，得 0.8 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。)

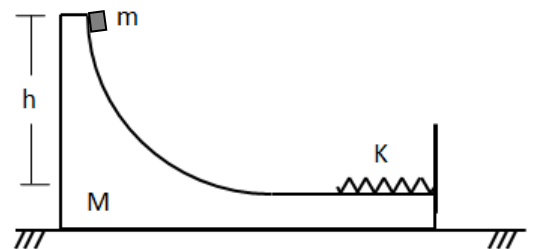
1. 三個質點甲、乙、丙，在斜角 30° 的光滑斜面上運動，甲由斜面頂端從靜止滑下，乙同時自斜面底端以初速 v_0 上滑(甲、乙在同一鉛直面上)，丙則繫在輕繩一端並以另一端為軸在斜面做圓周運動(不受甲、乙運動的影響)。已知斜面長 40 m，輕繩長 4 m，重力加速度為 10 m/s^2 ，質點質量均為 1 kg。關於此三個質點的受力與運動，下列敘述哪些正確？

- (A) 欲使甲、乙在斜面上相遇， v_0 的最小值為 $10\sqrt{2} \text{ m/s}$
- (B) 欲使甲、乙在斜面上相遇， v_0 的最小值為 10 m/s
- (C) 若甲、乙經過 2 秒在斜面上相遇，則 $v_0 = 20 \text{ m/s}$
- (D) 若丙恰能在斜面上做圓周運動，則丙運動速率的最小值為 $2\sqrt{10} \text{ m/s}$
- (E) 承(D)，丙在軌跡最低點的輕繩張力大小為 30 牛頓



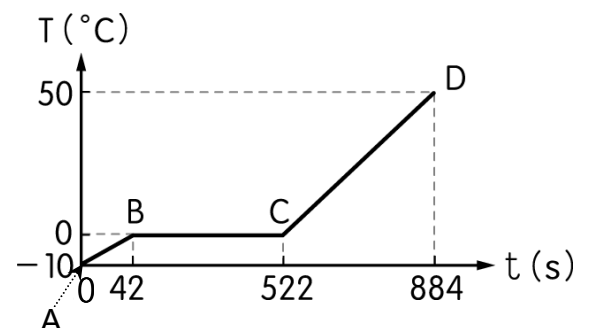
2. 如圖所示，光滑的曲面上連接一條質量不計，力常數 k 的彈簧，曲面放在光滑的水平桌面上，曲面的質量為 M 。一個質量 m 的小滑塊從高度 h 由靜止釋放下滑到曲面底端，經光滑水平面後和彈簧碰撞，已知重力加速度為 g ，下列敘述何者正確？

- (A) m 到達底端瞬間尚未與彈簧碰撞前， m 之速率為 $\sqrt{2gh}$
- (B) m 到達底端瞬間尚未與彈簧碰撞前， m 之速率為 $\sqrt{\frac{2Mgh}{M+m}}$
- (C) m 到達底端瞬間尚未與彈簧碰撞前， M 之速率為 $\sqrt{\frac{2m^2gh}{M(M+m)}}$
- (D) m 到達底端瞬間尚未與彈簧碰撞前， M 之速率為 $\sqrt{\frac{2mgh}{M+m}}$
- (E) m 與彈簧碰撞後，彈簧的壓縮量值最大為 $\sqrt{\frac{2mgh}{k}}$

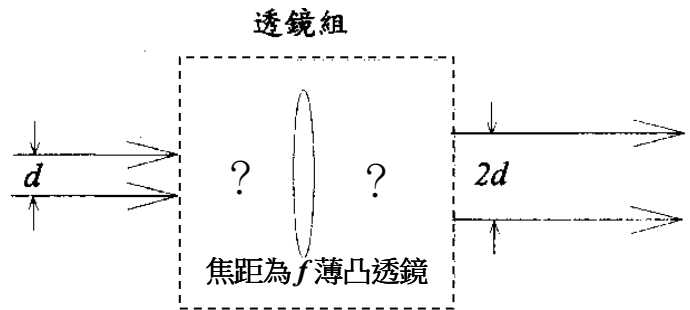


3. 玻璃容器內置 300 g 之冰 (-10°C)，在絕熱環境中，熱源 H 以每秒 50 卡對此容器均勻加熱，而容器內溫度 T 與加熱時間 t 關係如圖所示，設玻璃與冰的比熱保持不變，且不計散失的熱量，則：

- (A) 在 CD 段，熱源 H 提供的熱量，恰等於水所吸收的熱量
- (B) 在 BC 段，熱源 H 提供的熱量，恰等於冰所吸收的熱量
- (C) 玻璃容器之熱容量為 $62 \text{ cal/}^\circ\text{C}$
- (D) 在 AB 段，冰所吸收之熱量為 2100 cal
- (E) 測量所得到冰之比熱為 $0.7 \text{ cal/(g}\cdot^\circ\text{C)}$

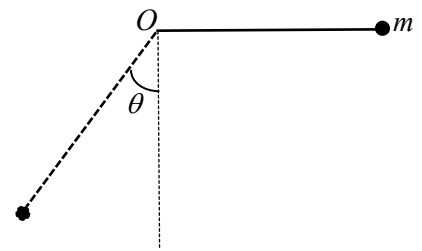


4. 小華於某次做光學實驗時，需要將一束平行光的寬度放大為 2 倍。於是於光束路徑中放置了由二片透鏡組成之薄透鏡組來達到此目的，若其中一片透鏡是焦距為 f 的薄凸透鏡(如右圖)，則另一片透鏡應採用薄凸透鏡或薄凹透鏡，其焦距應為何？應置於何處？



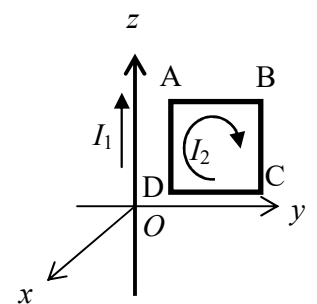
- (A) 凸透鏡、焦距為 $2f$ 、放於第一片之後距離 $3f$ 處
 (B) 凸透鏡、焦距為 $f/2$ 、放於第一片之前距離 $3f/2$ 處
 (C) 凹透鏡、焦距為 $-2f$ 、放於第一片之前距離 $3f$ 處
 (D) 凸透鏡、焦距為 $f/2$ 、放於第一片之後距離 $f/2$ 處
 (E) 凹透鏡、焦距為 $-f/2$ 、放於第一片之前距離 $f/2$ 處

5. 如圖所示，空間中有一水平方向的均勻電場，一長度 L 之不可伸長的絕緣細線，一端連著一個質量為 m 的帶正電小球，另一端固定於 O 點。把小球拉起至細線與電場平行，然後由靜止釋放。已知小球能擺到最低點的另一側，且細線與鉛直方向的最大夾角 $\theta=30^\circ$ ，僅考慮小球所受之重力與電力，重力加速度為 g (方向向下)，下列敘述何者正確？



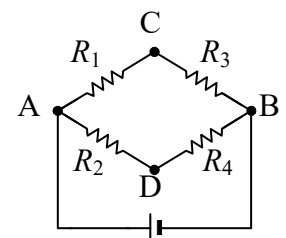
- (A) 小球所受之電力與重力之量值比為 $1:\sqrt{3}$
 (B) 小球所受之電力與重力之量值比為 $\sqrt{3}:1$
 (C) 運動過程中，小球之最大動能為 $\frac{1}{\sqrt{3}}mgL$
 (D) 小球經過最低點時(即細線為鉛直狀態)，細線對小球的拉力大小為 $(2-\frac{2}{\sqrt{3}})mg$
 (E) 小球經過最低點時(即細線為鉛直狀態)，細線對小球的拉力大小為 $(3-\frac{2}{\sqrt{3}})mg$

6. 如圖所示，無窮長直導線通以 $+z$ 方向的電流 I_1 ，在 $y-z$ 平面上放一個邊長為 L 的正方形 ABCD 的封閉線圈，其重力可忽略，並通以順時針方向的電流 I_2 ，其中 AD 線段與長直導線的距離為 r ，真空磁導率為 μ_0 ，下列何者正確？



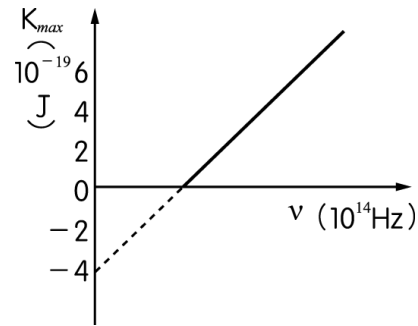
- (A) 長直導線在 A 點所產生的磁場大小為 $\frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$
 (B) 導線 AD 線段受力大小為 $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}$ (C) 導線 ABCD 為封閉線圈，所受的磁力為零
 (D) 導線 ABCD 所受的合力大小為 $\frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi} (\frac{1}{r} - \frac{1}{r+L})$ (E) 導線 ABCD 所受的力矩向 $+y$ 方向

7. 如圖所示的電路中，電阻分別為 $R_1=5\Omega$ 、 $R_2=10\Omega$ 、 $R_3=15\Omega$ 、 $R_4=20\Omega$ 。將 A、B 兩點分別與電動勢為 36V 的理想電池兩端連接，下列敘述何者正確？



- (A) A、B 間的等效電阻為 12Ω (B) 流經 R_1 電阻的電流為 1.8 安培
 (C) R_2 電阻消耗之電功率為 14.4 瓦 (D) C 點的電位比 D 點的電位低 3 伏特
 (E) 若將 R_3 電阻換成 10Ω ，則 C、D 兩點等電位

8. 做「光電效應」的實驗，以光照射某金屬面，其光電子最大動能 K_{\max} 對頻率 ν 之關係圖如圖所示，已知普朗克常數 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ，光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，1 焦耳 $= 1.6 \times 10^{-19} \text{ eV}$ ，則下列敘述何者正確？

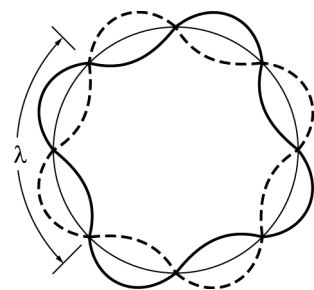


- (A) 直線的斜率為 $6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ (B) 此金屬的功函數為 4.0 eV
 (C) 此金屬可產生光電效應之照光最短波長約為 500 nm
 (D) 此金屬可產生光電效應之照光底限頻率約為 $6 \times 10^{14} \text{ Hz}$
 (E) 若以 400 nm 的光照射在此金屬表面，則截止電壓為 0.6 V

9. 在 X 射線管中，電子經 2000 伏特電壓加速後撞擊陽極靶產生 X 射線，若電子動能全部轉為光子能量，當加速電壓增加為原來的 10 倍，則下列敘述何者正確？

- (A) 電子動量變為原來的 10 倍 (B) 電子物質波波長變為原來的 0.1 倍 (C) 光子動量變為原來的 10 倍
 (D) 光子波長變為原來的 0.1 倍 (E) 光子頻率變為原來的 100 倍

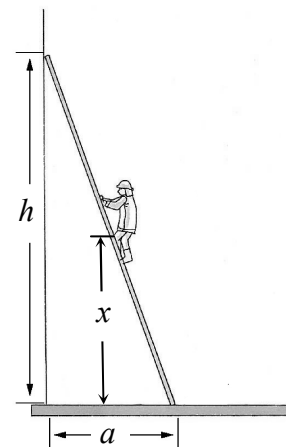
10. 依照波耳的氫原子模型，電子繞質子作等速圓周運動。若已知電子質量為 m ，氫原子在基態時，其軌道半徑為 a_0 ，已知普朗克常數為 h 。如圖所示為氫原子在某能階的示意圖，依此能階狀態作答，下列敘述哪些正確？



- (A) 此能階為量子數 $n=4$ (B) 此能階的軌道半徑為 $4a_0$ (C) 此能階的電子物質波波長為 $4a_0$
 (D) 此能階的角動量大小為 $4h$ (E) 此能階的力學能為 $-\frac{h^2}{128\pi^2 m a_0^2}$

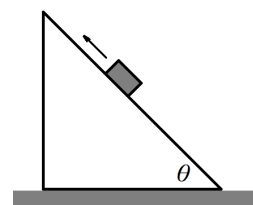
二、填充題：(每題 4 分，共 40 分)

1. 如圖所示，質量為 M 的均勻梯子斜靠在光滑牆面上，牆面在鉛直方向。質量為 m 的消防隊員從地面沿梯子緩慢向上走，可將消防隊員視為一質點，水平地面足夠粗糙，梯子一直保持靜止。設牆面對梯子的正向力大小為 F ，消防隊員從地面沿梯子向上行走，離地高度為 x ，試寫出 F 與 x 之函數關係為 $F = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

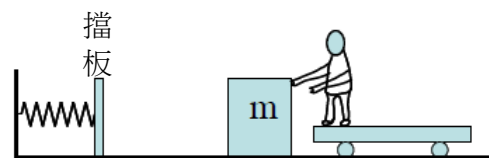


(以 M 、 m 、 g 、 h 、 a 表示之， g 為重力加速度)

2. 粗糙水平面上有斜角 $\theta=45^\circ$ 的斜面，斜面上有物體正向上滑動中，已知物體與斜面間的動摩擦係數為 μ ($\mu < 1$)，物體與斜面的質量相同，物體上滑過程欲使斜面保持靜止，求：水平面與斜面底部之間的靜摩擦係數之最小值？ $\underline{\hspace{2cm}}$ (以 μ 表示之)



3. 光滑的水平地面上停著一靜止的木箱和小車，木箱的質量為 m ，而小車和人的總質量為 M ，已知 $M:m = 4:1$ ，擋板和彈簧的質量不計。人沿著水平方向將木箱以速率 v (相對地面) 推出，木箱與擋板碰撞前後速率不變，以速率 v 反彈，人接住木箱，再以同樣的速率推出木箱 (即木箱對地的速率為 v)，木箱又被擋板反彈回來，人最多可推幾次木箱？ $\underline{\hspace{2cm}}$



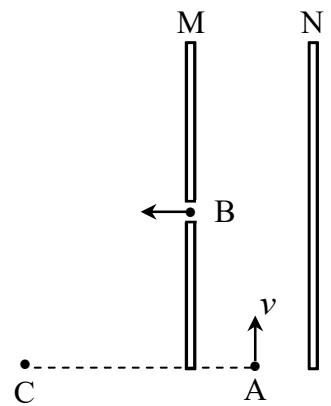
4. 使 2.00 莫耳的理想單原子氣體的壓力保持在 1 atm 的狀態下，溫度由 27.0°C 加熱至 127°C，所需吸收的熱量為_____焦耳。(理想氣體常數 $R=8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$)

5. S_1 與 S_2 兩聲源相距 10 米，發出頻率為 150 Hz 之聲波，聲速為 300 米/秒，且為同相。若麥克風從 S_2 沿 S_1S_2 連線之垂直方向 S_2A 緩慢移動，當距離 S_2 約為_____公尺處，第一次收到最微弱之信號。(設聲波能量沒有因傳遞而減少) 請在下列選項中選擇最適當的答案：(甲) $\frac{99}{2}$ (乙) $\frac{27}{2}$ (丙) $\frac{15}{2}$ (丁) $\frac{51}{14}$ (戊) $\frac{19}{18}$

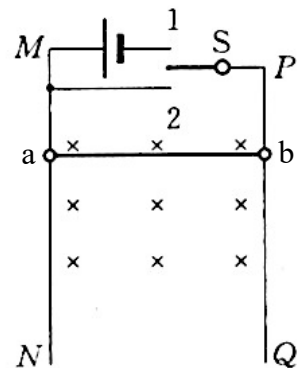


6. 在一個雙狹縫干涉實驗中，光波的波長為 500nm，兩狹縫的間隔為 1.00 μm ，兩狹縫至屏幕的距離為 50.0cm，則在屏幕上，中央干涉亮紋與第一暗線的間隔為_____cm。(根號不必乘開)

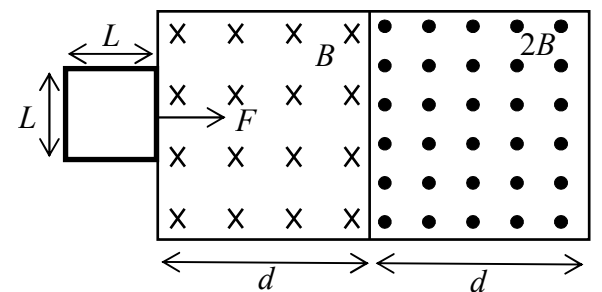
7. 如圖所示，質量 m 、帶電量 q 的帶電微粒，以初速度 v 從 A 點鉛直進入平行電板 MN 正中央，電板 MN 之間為水平均勻電場 E ，並從 M 板的小孔 B 水平飛出電場，最後落到與 A 同一高度的 C 點。當帶電微粒在兩平行電板間運動時僅考慮重力與電力，離開電場後僅考慮重力。已知 A、C 距離是 A、B 間鉛直距離的 1.8 倍，重力加速度為 g (方向向下)。求：兩板間的電場 E 強度為何？_____ (以 m 、 g 、 q 表示之)



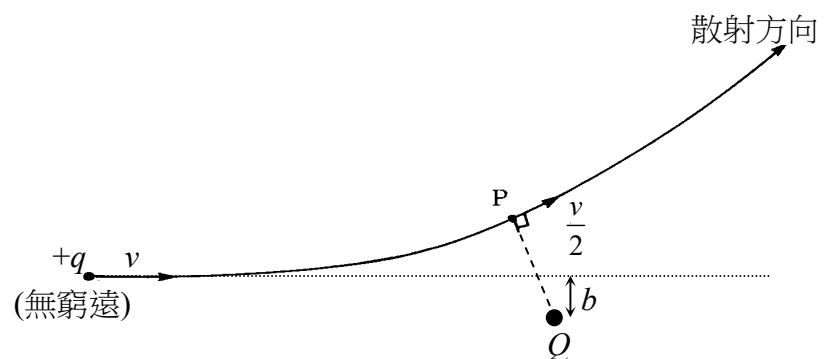
8. 如右圖所示， MN 、 PQ 為鉛直放置的光滑金屬固定導軌(相距 1.0m)，處在一個範圍極大且與導軌平面垂直的均勻磁場 $B=0.80\text{T}$ (磁場方向為垂直進入紙面)，兩導軌間接有電池及開關 S，而導軌之電阻可不計。一電阻為 2.0Ω 的金屬桿 ab 與導軌垂直且可沿導軌無摩擦上下滑動，理想電池電動勢為 6.0V。當 S 接 1 時， ab 恰好靜止，求：當 S 接 2 時，金屬桿 ab 的終端速度大小為_____m/s。(重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$)



9. 有一邊長為 L 的正方形線圈，其電阻為 R ，施力 F 使其以等速度 v 通過長度為 d 且方向為射入紙面的均勻磁場 B ，接著通過長度為 d 且方向為射出紙面的均勻磁場 $2B$ ，已知 $L < d$ ，如圖所示。在時間 $t=0$ 時，線圈恰接觸磁場邊緣。欲使線圈等速度通過磁場而全部離開，全程外力 F 至少對線圈作功多少？_____ (以 L 、 v 、 B 、 R 表示之)



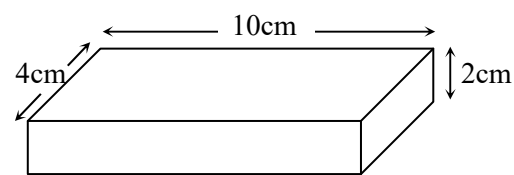
10. 如右圖所示，質量 m 、帶電量 $+q$ 之質點，射向一帶電量 $+Q$ 之固定點電荷而被散射。若 q 距 Q 無窮遠時之速率為 v ，最接近時之速率為 $v/2$ ，則入射方向與電荷 Q 的垂直距離(稱為撞擊參數或瞄準誤差) b 為何？_____ (以 Q 、 q 、 m 、 v 、 k 表示之， k 為庫倫靜電常數)



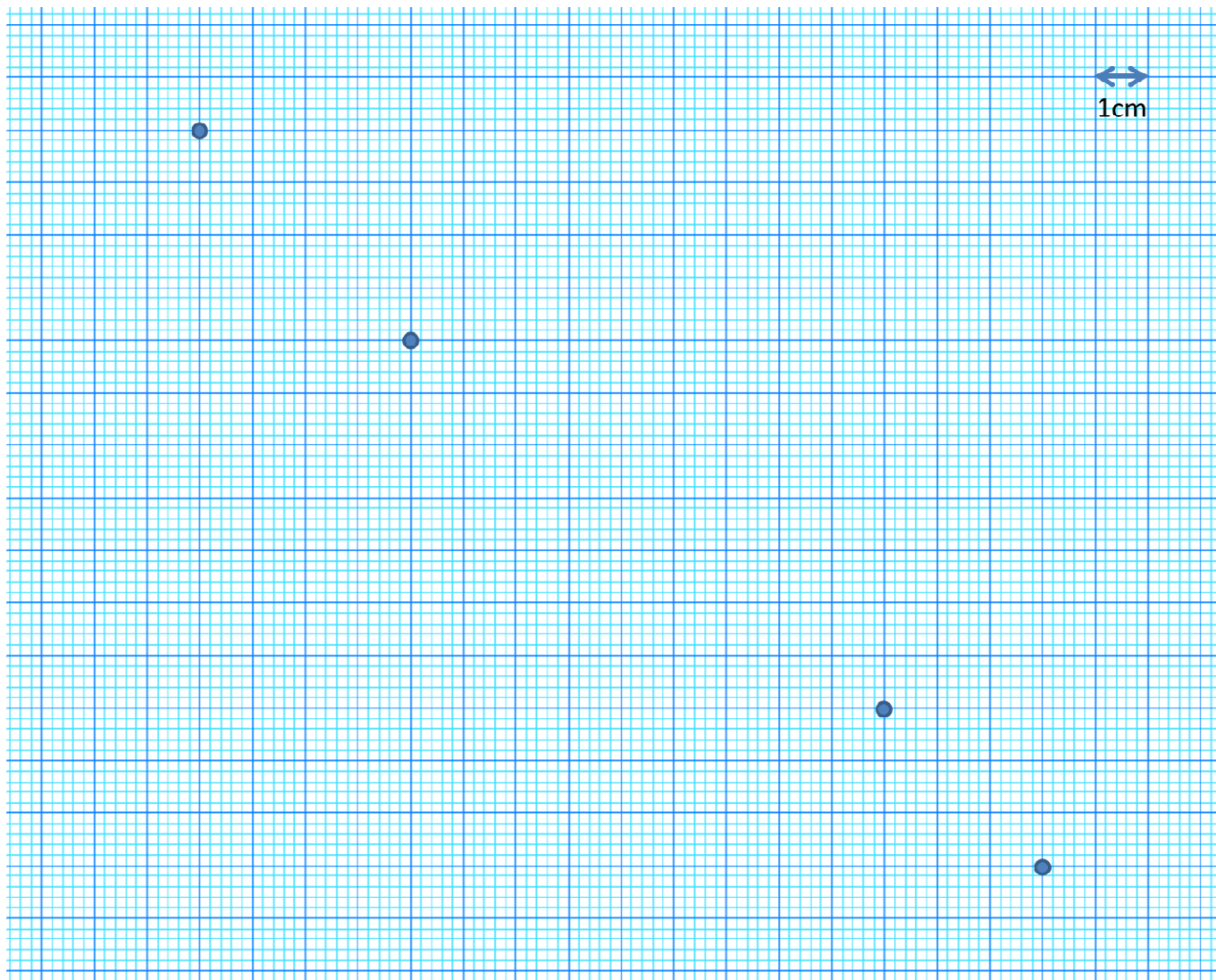
三、計算及實驗題：(共 20 分)

作答時不必抄題，必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。每一子題配分標於題末。

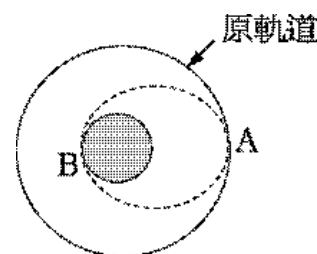
1. 志明欲測量一長方體介質磚之折射率，其長、寬、高各為 10cm、4cm、2cm。藉由插針法得到如下圖之方格紙，圖中圓點表示插針位置，方格紙每大格邊長為 1cm。志明興奮的完成實驗後，卻發現忘記將介質磚擺放之位置記錄下來。若實驗過程介質磚之表面(長邊)確定有和方格線平行對齊，請問：



- (1) 只藉由此 4 點插針位置，能確認介質磚擺放方式嗎？(1 分)
 請於答案卷的作圖區上畫出介質磚可能之擺放方式及位置。(3 分)(作圖區可使用鉛筆)
 (2) 依照實驗結果測得此介質磚之折射率為何？(2 分)(空氣折射率=1)(若有根號，不必乘開)



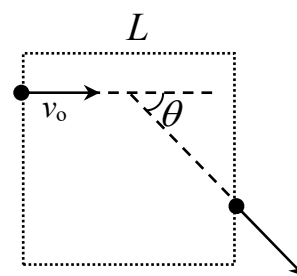
2. 設地球半徑為 R 且為均勻球形，一太空船以半徑 $3R$ 的圓軌道環繞地球運轉，其週期為 T 。現太空船欲返回地球，可在其軌道上某點 A 將速率降低至某適當數值，然後使太空船沿著以地心為焦點的橢圓軌道運行，此橢圓軌道與地表相切於 B 點，如右圖。



- (1) 太空船由 A 至 B 需時多少？(以 T 表示之)(3 分)
 (2) 太空船原來圓周運動的速率為 v ，而太空船後來以橢圓軌道運動時在 A 點的速率為 v'

，求： $\frac{v}{v'} = ?$ (3 分)

3. 如右圖所示，在虛線所示寬度為 L 的範圍內，欲使以初速度 v_0 垂直入射此範圍的某正離子偏轉 θ 角(忽略重力的影響)。試問：



(1)若此範圍內為一強度為 E 的向下均勻電場，則此正離子的荷質比 ($\frac{q}{m}$) 為何？

(以 L 、 E 、 θ 、 v_0 表示之)(4 分)

(2)若此範圍內為一垂直指出紙面的均勻磁場 B ，則此正離子的荷質比 ($\frac{q}{m}$) 為何？

(以 L 、 B 、 θ 、 v_0 表示之)(4 分)

試題結束