

大學入學考試中心
105學年度指定科目考試試題

物理考科

—作答注意事項—

考試時間：80分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答案卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 未依規定畫記答案卡，致機器掃描無法辨識答案；或未使用黑色墨水的筆書寫答案卷，致評閱人員無法辨認機器掃描後之答案者，其後果由考生自行承擔。
- 答案卷每人一張，不得要求增補。

第壹部分：選擇題（占 80 分）

一、單選題（占 60 分）

說明：第1題至第20題，每題有5個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得3分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

1. 地震時會同時產生 P 波與 S 波，P 波是縱波其波速約為 9000 m/s，S 波是橫波其波速約為 5000 m/s。一觀測站在某次大地震中測得 P 波抵達後的 12 秒 S 波也抵達，若這兩種波沿著同一直線路徑由震源傳到觀測站，則震源與觀測站的距離約為多少公里？

(A) 8 (B) 60 (C) 90 (D) 135 (E) 255

2. 將一均勻的細繩拉緊，兩端固定於相距為 L 的兩點。當細繩上形成的駐波有三個腹點時，駐波的波長為何？

(A) $\frac{1}{3}L$ (B) $\frac{2}{3}L$ (C) L (D) $\frac{3}{2}L$ (E) $3L$

3. 欲瞭解聲波如何在金屬中傳播，可利用簡化的一維模型：將金屬原子視為質量 m 的小球，以間距 d 排列成一直線，且相鄰兩個小球間以力常數 k 的彈簧連結，藉以模擬原子間的作用力。在此簡化模型的假設下，應用因次分析來判定，下列何者可能為金屬中的聲速？

(A) $d\sqrt{k/m}$ (B) $d\sqrt{mk}$ (C) $\sqrt{dm/k}$ (D) dk/m (E) mk/d

4. 一列火車自靜止開始沿著直線軌道前進，其速度 v 與時間 t 的關係如圖 1 所示。若全程耗時為 T ，在 $T/4 \leq t \leq T/2$ 時段的速度 $v=V$ ，則列車在全程的平均速度為下列何者？

(A) $V/3$ (B) $V/2$ (C) $5V/8$
(D) $3V/4$ (E) $4V/5$

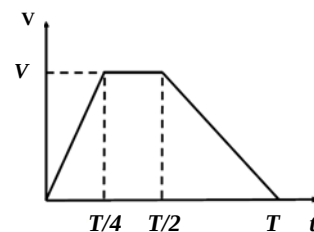


圖 1

5. 從比水平地面高 100 m 的崖頂水平拋出一顆質量為 600 g 的籃球，籃球初速率為 10 m/s。當籃球擊中地面前瞬間，測得速率為 40 m/s，設重力加速度為 10 m/s^2 ，則墜落過程中籃球損耗的總力學能為多少？

(A) 80 J (B) 150 J (C) 220 J (D) 300 J (E) 680 J

6. 甲、乙兩顆人造衛星分別以不同半徑繞地球作等速圓周運動，若甲為同步衛星，且其軌道半徑較乙衛星的軌道半徑大，則下列有關甲、乙兩衛星的敘述何者正確？

(A) 甲衛星繞地球的速率較大
(B) 甲衛星繞地球的向心加速度量值較大
(C) 甲衛星繞行地球的週期和地球的公轉週期相同
(D) 甲衛星與地心連線在單位時間內掃過的面積較大
(E) 甲、乙兩衛星分別與地心連線在單位時間內掃過相同面積

7. 某生打網球時，看見一時速為 80 km 的球水平朝自己飛來，立即揮拍回擊，使得球與原入射方向反向飛出，時速為 100 km 。已知球質量為 50 g ，且揮拍擊球時，球與球拍接觸時間為 0.10 s ，在球與球拍接觸的這段時間，球所受的平均作用力之量值約為多少牛頓？

(A) 50 (B) 40 (C) 35 (D) 30 (E) 25

8. 某百貨公司的電動手扶梯以 0.40 m/s 的固定速度、 30° 度的仰角運送顧客上樓，使用 220 V 的電源驅動馬達帶動手扶梯運轉。假設運送此顧客上樓所需作的功，完全來自馬達，而顧客的質量為 55 kg ，且取重力加速度為 10 m/s^2 ，則此位顧客靜立在手扶梯時，通過馬達的電流比該顧客未站上手扶梯時至少需增加多少安培？

(A) 0.10 (B) 0.30 (C) 0.50 (D) 0.70 (E) 0.90

9. 有一質點在 x_1 與 x_2 間受到作用力 F ，若此質點的總力學能守恆，而其位能 U 與位置 x 關係為拋物線如圖2所示，其中 x_0 處為拋物線最低點，則下列選項中，何圖可代表質點在 x_1 與 x_2 之間所受作用力 F 與位置 x 的關係圖？

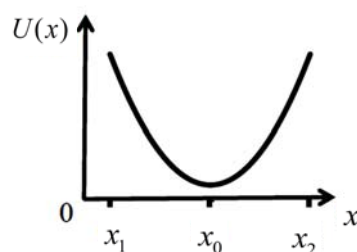
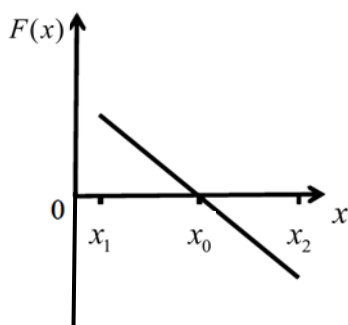
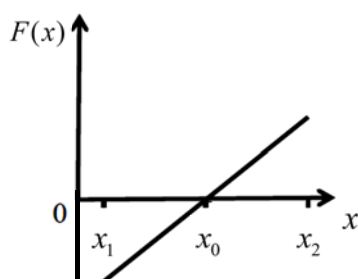


圖 2

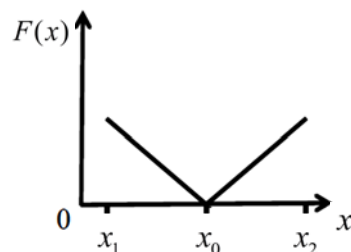
(A)



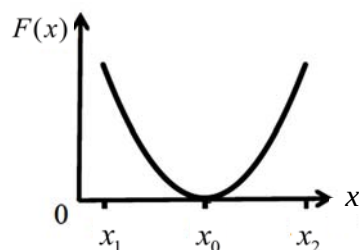
(B)



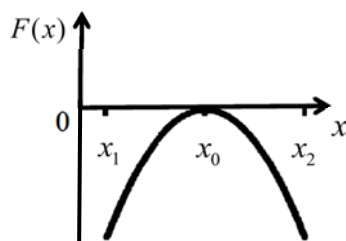
(C)



(D)



(E)



10. 如圖 3 所示的輪軸（左邊為側視圖，右邊為正視圖），外輪半徑 R 為內軸半徑 r 的 2 倍。當施定力 F 於外輪上的細繩時，可使質量為 m 的物體以加速度 $0.2g$ 向上運動， g 為重力加速度。若空氣阻力、繩子的重量與摩擦力皆可忽略不計，則懸掛物體的繩子張力對軸心 O 點所產生的力矩之量值為下列何者？

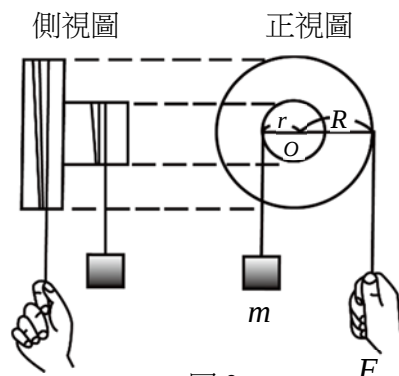


圖 3

- (A) 0 (B) $0.6 mgR$ (C) $1.2 mgR$
(D) $1.6 mgR$ (E) $2.0 mgR$
11. 當氣溫為 0°C 時，在光滑水平石板地面上，一小雪球以 30 m/s 的速度，水平撞擊靜止的冰球，碰撞後兩球黏在一起。碰撞前小雪球質量為 200 g ，冰球質量為 300 g ，碰撞前後兩球的溫度皆為 0°C 。已知冰和雪的熔化熱皆為 336 J/g ，若此撞擊損失的動能全部轉變成冰和雪熔化所需的熱能，將使約多少公克的冰和雪熔化成 0°C 的水？

- (A) 0.014 (B) 0.16 (C) 2.4 (D) 4.2 (E) 7.6
12. 如圖 4 所示，以三個相同的電阻分別組合成甲、乙、丙、丁四種不同的電阻器。比較此四種電阻器兩端點間的總電阻，下列的大小關係，何者正確？

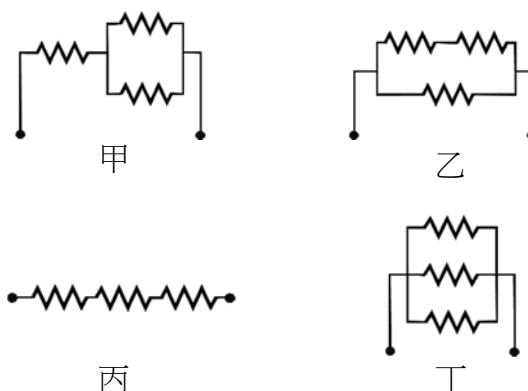


圖 4

13. 兩根位置固定的絕緣長直導線互相垂直，導線甲在上，導線乙在下，兩者緊臨但並不接觸且均與水平面（即紙面）平行，相對位置如圖 5 所示。若兩根導線都帶有相同的電流 I ，方向如箭頭所示，則下列關於導線乙所受電磁力的敘述，何者正確？

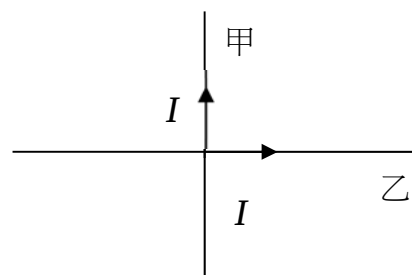


圖 5

- (A) 受一向上之淨力
(B) 受一向下之淨力
(C) 受一逆時鐘方向之力矩
(D) 受一順時鐘方向之力矩
(E) 所受之淨力及力矩皆為零

第 14-15 題為題組

如圖 6 所示，在水平面（即紙面）上，有兩條間距為 l 的光滑平行長直金屬軌道，其電阻可忽略，靜置於鉛直向下（即穿入紙面）、量值為 B 的均勻磁場中。以兩根電阻均為 R 的導體棒甲與乙，垂直跨接於兩軌道上，形成長方形迴路。甲棒在 $t \geq 0$ 時恆以等速率 u 沿著軌道向左移動，乙棒在 $t = 0$ 時為靜止，其後可沿著軌道自由滑動。假設甲、乙兩棒移動時恆位於磁場 B 中，且摩擦力、地磁及載流平行導線間的作用力均可忽略。

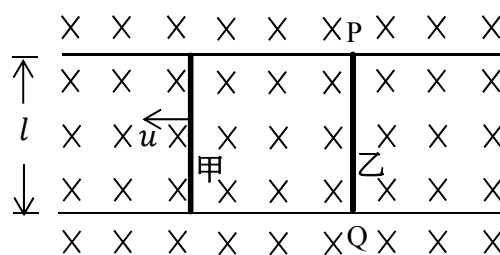


圖 6

14. 假設以 P、Q 分別代表乙棒與金屬軌道的兩接觸點，則下列有關迴路上電流與電位差的敘述，何者正確？
- (A) 在 $t = 0$ 時，長方形迴路上的電流為零
- (B) 在 $t = 0$ 時，乙棒中的電流由 Q 流向 P，量值為 $\frac{uBl}{3R}$
- (C) 在 $t = 0$ 時，乙棒中的電流由 P 流向 Q，量值為 $\frac{uBl}{3R}$
- (D) 當 $t > 0$ 時，P、Q 間的電位差隨時間逐漸減小至零，然後又逐漸增加
- (E) 當 $t > 0$ 時，乙棒中的電流由 Q 流向 P，並隨時間逐漸減小，最後趨近於零
15. 當 $t > 0$ 時，下列有關乙棒運動的敘述，何者正確？
- (A) 乙棒向右加速移動，而後持續向右作等加速度移動
- (B) 乙棒向左加速移動，而後減速至靜止，並維持不動
- (C) 乙棒向右加速移動，速率由零持續增加，最後趨近於速率 u
- (D) 乙棒向左加速移動，速率由零持續增加，最後趨近於速率 u
- (E) 乙棒向左加速移動，接著減速至靜止，再反向以等速度朝右移動
16. 單色光從折射率為 n_1 的介質進入折射率為 n_2 的介質，若 $n_2 > n_1$ ，則下列敘述何者正確？
- (A) 光的波長變大 (B) 光的頻率變大
- (C) 光的速率變大 (D) 光的頻率及波長均變小
- (E) 光的速率及波長均變小
17. 如圖 7 所示，一個橫截面為半圓形的薄透明容器裝滿水（半圓形的灰色區域為水，其餘區域均為空氣），一道入射光線由 P 點從空氣中經圓心 O 點入射水中後再射入空氣中。甲、乙、丙、丁、戊五條路徑與入射光線皆在同一平面上，其中乙的路徑為光線 PO 的延長線，而甲、乙、丁三路徑經水中射入空氣在界面處的方向並未改變，則何者為入射後唯一可能的路徑？
- (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙
- (D) 丁 (E) 戊

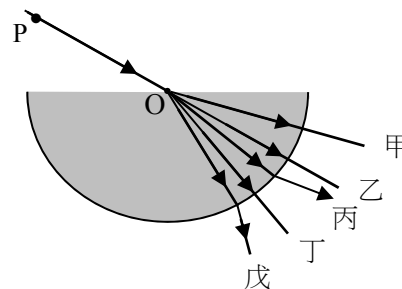


圖 7

18. 在「狹縫干涉和繞射」的實驗中，先利用雙狹縫之干涉現象，測量單色雷射光的波長，接著利用單狹縫的繞射現象以測量單狹縫的寬度時，若僅將雙狹縫片改為單狹縫片而其餘實驗參數不變，測得單狹縫繞射圖形中央亮帶的寬度為雙狹縫亮帶寬度的 8 倍，則單狹縫片縫寬為雙狹縫片相鄰縫距的多少倍？

(A) 8 (B) 4 (C) 2 (D) 1/2 (E) 1/4

第 19-20 題為題組

在實驗室中有一台可發出波長為 200 nm 的雷射光源，功率為 3.0 W。已知光速為 3.0×10^8 m/s，普朗克常數為 6.6×10^{-34} J·s。

19. 此光源發出的每個光子之能量約為下列何者？

(A) 1.0×10^{-14} J (B) 1.0×10^{-16} J (C) 1.0×10^{-18} J (D) 1.0×10^{-20} J (E) 1.0×10^{-22} J

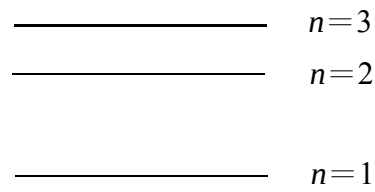
20. 當此光源發出的雷射光入射至一物體而被完全吸收時，該物體所受雷射光的平均作用力之量值約為多少牛頓？(光子動量 P 、能量 E 與光速 c 的關係為 $E = Pc$ 。)

(A) 1.0×10^{-8} (B) 1.0×10^{-6} (C) 1.0×10^{-4} (D) 1.0×10^{-2} (E) 1.0

二、多選題（占 20 分）

說明：第21題至第24題，每題有5個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得5分；答錯1個選項者，得3分；答錯2個選項者，得1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。

21. 一個電中性的鋰原子在有兩個電子被游離後，成為只剩一個電子的鋰離子，圖 8 為其能階示意圖，圖中 n 為主量子數。令 $E_{nn'}$ 為能階 n 與能階 n' 的能階差，即 $E_{nn'} = E_n - E_{n'}$ ，當電子從能階 n 躍遷到能階 n' 時，若 $n > n'$ ，會輻射出波長為 $\lambda_{nn'}$ 的光子；若 $n < n'$ ，則需吸收波長為 $\lambda_{nn'}$ 的光子。已知普朗克常數 $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J·s， $1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ J，光速 $c = 3.0 \times 10^8$ m/s，



下列關於此鋰離子的敘述哪些正確？

圖 8

- (A) $\lambda_{21} + \lambda_{32} = \lambda_{31}$
(B) $E_{31} = E_{21} + E_{32}$
(C) 在能階 $n=3$ 的電子無法直接躍遷到能階 $n=1$
(D) 在能階 $n=2$ 的電子可吸收 λ_{23} 的光子躍遷到能階 $n=3$
(E) 當電子在能階 $n=1$ 時，以波長 9nm 的光子可將其游離
22. 在光滑水平地面上，質量為 $3m$ 、速度為 v 的甲木塊，與質量為 m 的靜止乙木塊，發生一維的正面碰撞。若碰撞後乙木塊相對於甲木塊的速度為 $0.6v$ ，則下列敘述哪些正確？
- (A) 此碰撞為彈性碰撞
(B) 在碰撞過程中，甲、乙兩木塊的總動量守恆
(C) 碰撞後甲木塊的速率為 $0.6v$
(D) 碰撞後乙木塊的速率為 $1.0v$
(E) 碰撞後甲、乙兩木塊的總動能較碰撞前減少了 $0.24mv^2$

23. 當以壓力 P 為縱軸、體積 V 為橫軸時，在一裝設有活塞的密閉容器內 1 莫耳的理想氣體在 300 K 時的 PV 曲線如圖 9 中的曲線乙。假設 X 為容器內充填該理想氣體 1 莫耳，溫度升高為 600 K 時的曲線，而 Y 為容器內改充填該理想氣體 2 莫耳、溫度為 300 K 時的曲線，則下列敘述哪些正確？

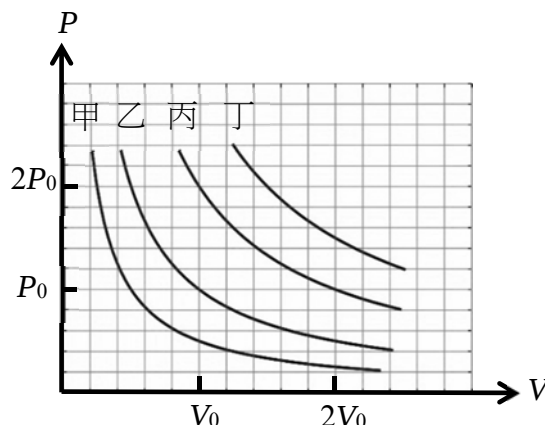


圖 9

- (A) X、Y 均為曲線丙
(B) X 為曲線甲，Y 為曲線丁
(C) X 為曲線丁，Y 為曲線丙
(D) 曲線 X 與曲線 Y 的氣體分子方均根速率比為 $\sqrt{2}:1$
(E) 曲線 X 與曲線 Y 的氣體分子方均根速率比為 2:1
24. 如圖 10 所示，真空中有一組平行金屬板，長度為 L ，板距為 d ，開始時開關 S 是接通的，兩板之間為均勻電場（電場量值為 E ），且平行金屬板右端與螢幕的距離為 D 。今將電子以初速度 v 自平行板左端水平射入，電子在螢幕上所產生光點的垂直偏移量為 y ，忽略重力的影響。假設在下列選項所述過程中，電子一定可以抵達螢幕，則下列敘述哪些是正確的？

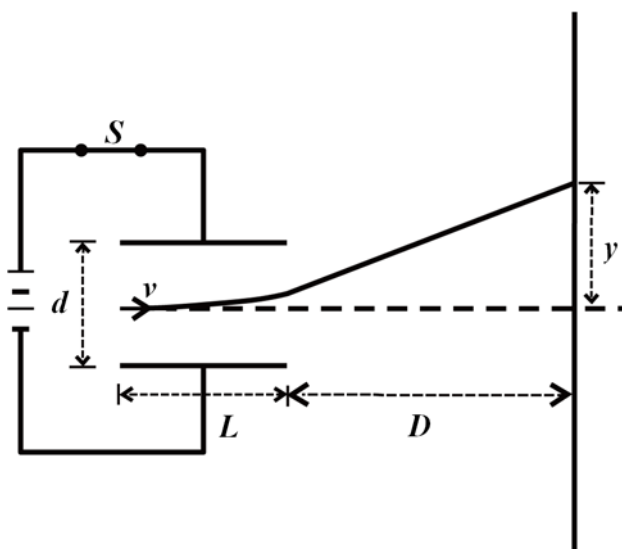


圖 10

- (A) 若僅將初速度 v 減為原來的一半，則 y 變為原來的 4 倍
(B) 若僅將板距 d 增為原來的 2 倍，但電池的電壓不變，則 E 變為原來的 2 倍
(C) 若僅將板距 d 減為原來的一半，但電池的電壓不變，則 E 變為原來的 2 倍
(D) 若僅將板距 d 增為原來的 2 倍，但電池的電壓不變，則 y 變為原來的 2 倍
(E) 若僅將板距 d 減為原來的一半，但電池的電壓不變，則 y 變為原來的 2 倍

第貳部分：非選擇題（占 20 分）

說明：本部分共有二大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二）與子題號（1、2、……）。作答時不必抄題，但必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。作答務必使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

- 一、要驗證牛頓第二運動定律，可利用如圖 11 所示之水平桌面上的滑車裝置。設滑車本身的質量為 M ，每一帶有掛勾的槽碼（砝碼）質量均為 m ，重力加速度為 g ，而細繩質量可以忽略不計，細繩與定滑輪間、滑車與桌面間的摩擦力經特別處理而均可忽略。滑車移動過程中，滑車與滑車上的槽碼之間無相對運動。實驗時滑車的加速度可利用打點計時器來測量。

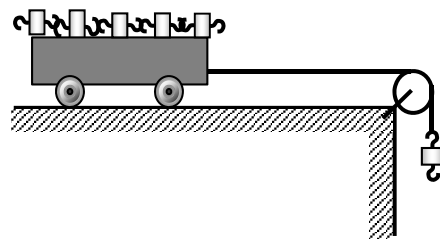


圖 11

- 當滑車上靜置 5 個槽碼而細繩下端懸掛 1 個槽碼時（如圖 11），求滑車的加速度。（3 分）
- 某生欲驗證「受力不變下，物體的加速度與其質量成反比」。在實驗過程中該生讓繩下端只懸掛 1 個槽碼不變，而僅變動滑車上槽碼的個數，每次從滑車上移開 1 個槽碼，使系統總質量分別為 $M_t = M + 6m$ 、 $M + 5m$ 、 $M + 4m$ 、 $M + 3m$ 、 $M + 2m$ 、 $M + m$ ，測得對應的加速度 a 。其數據如表一所示：

表一

$M = 0.50 \text{ kg}$ $m = 0.10 \text{ kg}$

M_t (kg)	$M + 6m$ 1.10	$M + 5m$ 1.00	$M + 4m$ 0.90	$M + 3m$ 0.80	$M + 2m$ 0.70	$M + m$ 0.60
a (m/s^2)	0.89	0.98	1.09	1.22	1.40	1.63

請利用表一中的數據在答案卷作圖區畫出適當的圖線，並簡要說明所作之圖線可以明確驗證物體的加速度 a 與質量 M_t 成反比。（5 分）

- 利用圖 11 的裝置欲進行實驗以驗證「在質量不變下，物體所受的作用力 F 與其加速度 a 成正比」，其主要步驟如下，試完成空格內的內容。（2 分）

(A) _____。

測量不同作用力 F 與其對應的加速度 a 。

(B) 作 F 對 a 的數據圖線，圖線應為通過原點的直線。

- 二、如圖 12 所示，一垂直架設且固定於地面的圓環，內側有一用絕緣材料製成的光滑軌道，軌道半徑為 R ，圓心為 O 。設重力加速度為 g ，若將質量為 M 及帶正電荷電量為 Q 的小球（視為質點），從 P 點（高度為 R ）以初速度 V 沿軌道向下射出，試回答下列各問題：

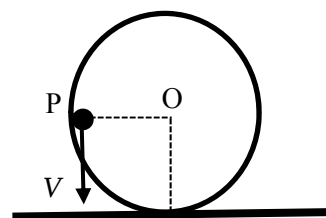


圖 12

- 小球之初速度 V 至少需為多少，方能作完整的圓周運動？（3 分）
- 若於此圓形軌道區域內施加與地面垂直向下之均勻電場 E ，則小球之初速度 V 至少需為多少，方能作完整的圓周運動？（4 分）
- 將第 2 小題的電場改為垂直射出紙面之均勻磁場 B ，並於 P 點以初速 V_0 射出小球，則小球到達圓環底部的過程中，磁場對小球所作的功為若干？為什麼？（3 分）