

臺北區 110 學年度第二學期

分科測驗第二次模擬考試

物理考科

—作答注意事項—

考試範圍：物理(全)、選修物理 I～V、探究與實作

考試時間：80 分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答題卷」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 除題目另有規定外，非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答題卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 考生須依上述規定劃記或作答，若未依規定而導致答案難以辨識或評閱時，恐將影響考生成績並傷及權益。
- 答題卷每人一張，不得要求增補。

選擇題計分方式：

- 單選題：每題有 n 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項。各題答對者，得該題的分數；答錯、未作答或劃記多於一個選項者，該題以零分計算。
- 多選題：每題有 n 個選項，其中至少有一個是正確的選項。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得該題全部的分數；答錯 k 個選項者，得該題 $\frac{n-2k}{n}$ 的分數；但得分低於零分或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

祝考試順利



99363405-30

版權所有・翻印必究

第壹部分、選擇題（占 68 分）

一、單選題（占 33 分）

說明：第 1. 題至第 11. 題，每題 3 分。

1. 以手機拍攝物體在傾角為 θ 的軌道上，自某點沿軌道下滑的影片。在觀看影片時，發現作等加速運動的物體依序通過圖 1 斜面上 A、B 與 C 點時，影片中撥放時刻依序為 5.50 s、5.80 s 與 6.00 s， $\overline{AB} = \overline{BC} = 30 \text{ cm}$ ，則物體沿斜面下滑的加速度為多少 cm/s^2 ？

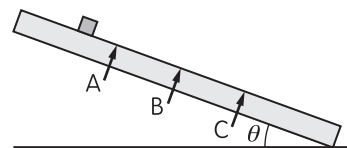


圖 1

2. 在傾角 $\theta = 37^\circ$ 的斜面底部端點 A 鉛直正上方高度 H 處，以水平初速 v_0 拋出的小球，在空中飛行一段時間後，恰好垂直的撞在傾角 $\theta = 37^\circ$ 之斜面上，如圖 2 所示。重力加速度為 g ，不計空氣阻力，則 $H = ?$

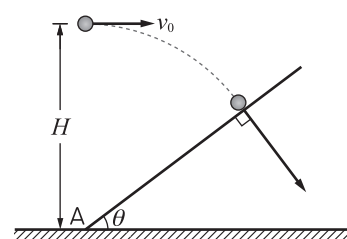


圖 2

3. 在光滑水平面上堆疊質量分別為 $2m$ 與 m 的兩物體，質量為 $2m$ 的物體與一彈性常數為 k 的彈簧連接，如圖 3 所示。已知兩物體間靜摩擦係數為 μ_s 、動摩擦係數為 μ_k ，重力加速度為 g ，則兩物體無相對滑動，且一起作簡諧運動時，相對地面的速率最大值為何？

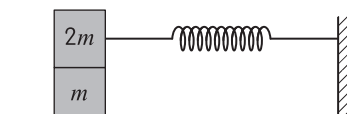


圖 3

- | | | |
|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| (A) $\mu_s g \sqrt{\frac{3m}{k}}$ | (B) $\frac{3}{2} \mu_s g \sqrt{\frac{3m}{k}}$ | (C) $2 \mu_s g \sqrt{\frac{3m}{k}}$ |
| (D) $3 \mu_s g \sqrt{\frac{3m}{k}}$ | (E) $4 \mu_s g \sqrt{\frac{3m}{k}}$ | |

4. 測量小尺寸物體厚度的方法有很多種，例如超聲波、薄膜干涉、……，以下介紹一種測量厚度的方法：如圖 4，以金屬線為例，雷射光通過金屬線後，所產生的繞射圖案，就如同通過與金屬線直徑相同寬度的單狹縫，所產生的單狹縫繞射圖案。假設波長 600 nm 的雷射光照射在金屬線，而且繞射圖案顯現在距離 $L=2.60\text{ m}$ 遠的屏幕上，如果金屬線直徑是 1.30 mm ，試問兩條第五暗紋（中央亮帶兩邊各一條）的間距為何？

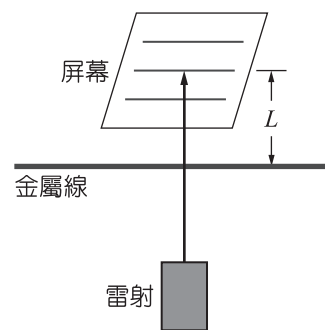


圖 4

- (A) 0.30 cm
(B) 0.54 cm
(C) 0.60 cm
(D) 1.08 cm
(E) 1.20 cm

5. 一長度為 1 m 的弦線，一端固定、另一端以很輕的小環套在一細長且光滑的棒上，環的質量可不計。若此弦線所產生的第一泛音為 15 Hz ，在固定端產生一脈衝波，如圖 5 所示，則其來回反射一次回到此端點所需時間為何？

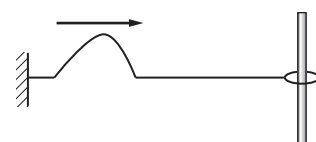


圖 5

- (A) $\frac{1}{10}\text{ s}$
(B) $\frac{1}{15}\text{ s}$
(C) $\frac{1}{20}\text{ s}$
(D) $\frac{1}{30}\text{ s}$
(E) $\frac{1}{40}\text{ s}$

6. 如圖 6 所示，一聲源 S 可發出 680 Hz 的聲波，當時的聲速為 340 m/s ，今標記 O 、 P 、 Q 三點，使聲源與此三點構成一長 8 m 、寬 3 m 之矩形的四個頂點。在 OP 連線上放置一長 2 m 的金屬反射面 AB ，且 A 端置於 OP 連線中點，則在 PQ 連線之間，可測得幾個點聲音極小？（提示： $\sqrt{5} \div 2.2$ ， $\sqrt{17} \div 4.1$ ）

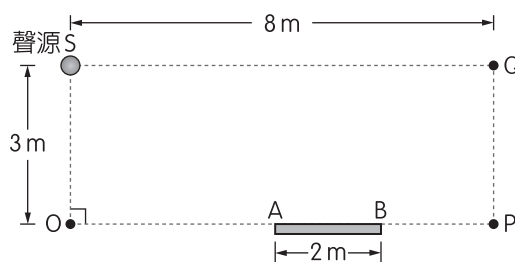


圖 6

- (A) 5
(B) 4
(C) 3
(D) 2
(E) 1

7. 如圖 7 所示，A、B、C 三個木塊的質量均為 m ，置於光滑的水平面上，B、C 之間有一質量極輕的彈簧，彈簧兩端只與 B、C 木塊接觸但沒有固定連接住。現將彈簧壓緊到不能再壓縮時用細線把 B、C 緊連住，使彈簧不能伸展，以至於 B、C 可視為一個整體。現在 A 以初速 v_0 沿 B、C 連線向 B 運動，後來 A 與 B 相碰並黏合在一起，此瞬間細線突然斷開，彈簧伸展使 C 與 A、B 分離。已知 C 離開彈簧後的速度恰為 v_0 ，則分離過程彈簧釋放的位能為何？

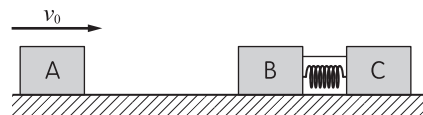


圖 7

- (A) $\frac{mv_0^2}{4}$ (B) $\frac{mv_0^2}{3}$
(C) $\frac{mv_0^2}{2}$ (D) mv_0^2
(E) $2mv_0^2$
8. 如圖 8 所示，有一質量為 1 g 的小球，帶有 $2 \times 10^{-3}\text{ C}$ 的正電荷，套在一根與水平方向成 37° 角的足夠長絕緣桿子上，其中小球與桿子之間的動摩擦係數 $\mu_k = 0.5$ ，桿子所在空間有 $B = 0.5\text{ T}$ 的水平均勻磁場與 $g = 10\text{ m/s}^2$ 的向下均勻重力場。若小球由靜止開始下滑，則過程中小球的最大加速度與最大速率分別為何？

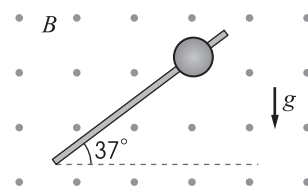


圖 8

- (A) 4 m/s^2 , 4 m/s (B) 4 m/s^2 , 20 m/s
(C) 6 m/s^2 , 4 m/s (D) 6 m/s^2 , 18 m/s
(E) 6 m/s^2 , 20 m/s
9. 胎壓指的是輪胎內部的空氣壓力，輪胎內的充氣量適中，輪胎才能完整發揮抓地力，確保行車安全。提高胎壓可以降低輪胎的滾動阻力，所以會省油。圖 9 為打氣筒的示意圖，打氣筒每次打氣量為 15.0 psi 的空氣 50.0 cm^3 ，今用打氣筒緩慢地向輪胎胎內氣體體積為 4.00 L 的單一輪胎打氣，設打氣過程中打氣筒灌入空氣的溫度與輪胎溫度相同且保持不變，在輪胎體積保持固定，要使胎壓由 32.0 psi 增加至 38.0 psi ，則打氣筒應打氣的次數為多少次？（ $1\text{ atm} = 14.7\text{ psi}$ ）

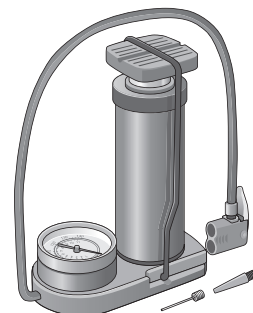


圖 9

- (A) 24 (B) 28
(C) 32 (D) 36
(E) 40
10. 電子顯微鏡中的電子從靜止開始通過電位差為 V 的靜電場加速後，其德布羅意波長是 0.04 nm ，則電位差 V 約為何？（普朗克常數 $h = 6.626 \times 10^{-34}\text{ m}^2 \cdot \text{kg} / \text{s}$ ，電子質量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31}\text{ kg}$ ，電子電量 $e = 1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$ ）
- (A) 150 V (B) 300 V
(C) 375 V (D) 630 V
(E) 940 V

11. 處在受激態的氫原子，向能量較低的狀態躍遷時會發出一系列不同頻率的光，稱為氫原子光譜。氫原子光譜線的波長 λ 可以用下面的巴耳末—芮得柏公式表示：

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

n 、 k 分別表示氫原子躍遷前後所處狀態的量子數， $k=1、2、3、\dots$ ，對每一個 k 有 $n=k+1、k+2、k+3、\dots$ ， R 稱為芮得柏常數，是一個已知數。

(1) 對於 $k=1$ 的一系列譜線，其波長處在紫外線區，稱為來曼系列。

(2) 對於 $k=2$ 的一系列譜線，其波長處在可見光區，稱為巴耳末系列。

用氫原子發出的光照射某種金屬進行光電效應實驗，當用來曼系列波長最長的光照射時，截止電壓的量值為 V_1 ，當用巴耳末系列波長最短的光照射時，截止電壓的量值為 V_2 。已知電子電量為 e ，真空中的光速為 c ，試求普朗克常數為何？

- (A) $\frac{e(V_1 - V_2)}{4Rc}$
 (B) $\frac{e(V_1 - V_2)}{2Rc}$
 (C) $\frac{e(V_1 - V_2)}{Rc}$
 (D) $\frac{2e(V_1 - V_2)}{Rc}$
 (E) $\frac{4e(V_1 - V_2)}{Rc}$

二、多選題（占 35 分）

說明：第12.題至第18.題，每題 5 分。

12. 有兩小珠串於 Y 形桿上，質量皆為 m 的兩小珠分別靜止在高度 $2h$ 與 h 處，如圖 10 所示。該 Y 形桿可繞鉛直軸 OO' 轉動， OO' 軸與 Y 形桿夾角為 θ ，已知兩小珠與 Y 形桿間靜摩擦係數為 μ_s 、動摩擦係數為 μ_k ，重力加速度為 g ，則下列敘述哪些正確？

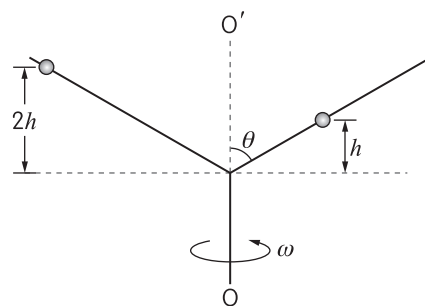


圖 10

- (A) 當 Y 形桿不轉動時，兩小珠所受摩擦力相等，摩擦力量值為 $mg \cos \theta$
 (B) 當 Y 形桿轉動角速率為 ω 時，兩小珠仍在 Y 形桿上無滑動，此時高度為 h 的小珠相對鉛直軸 OO' 之角動量為 $m\omega^2 (h \tan \theta)$
 (C) 當 Y 形桿轉動角速率 $\omega = \frac{1}{\tan \theta} \sqrt{\frac{g}{2h}}$ 時，高度為 $2h$ 處的小珠所受摩擦力為零
 (D) 當 Y 形桿開始轉動且愈轉愈快，高度為 h 處的小珠將先在 Y 形桿上滑動
 (E) 當 Y 形桿轉動角速率大於 $\sqrt{\frac{g}{2h \tan \theta} \left(\frac{1 + \mu_s \tan \theta}{\tan \theta - \mu_s} \right)}$ 時，高度為 h 處的小珠才會滑動

13. 已知火星質量為地球質量的 a 倍，火星半徑為地球半徑的 b 倍，火星自轉週期為地球自轉週期的 c 倍，則下列敘述哪些正確？

- (A) 星球表面重力加速度，火星是地球的 $\frac{b^2}{a}$ 倍
- (B) 星球的平均密度，火星是地球的 $\frac{b^3}{a}$ 倍
- (C) 繞行星球的同步衛星其圓形軌道半徑，火星是地球的 $\sqrt[3]{ac^2}$ 倍
- (D) 以稍微大於星球半徑的圓軌道繞行星球的衛星週期，火星是地球的 $\sqrt{\frac{b^3}{a}}$ 倍
- (E) 以稍微大於星球半徑的圓軌道繞行星球的衛星運動速率，火星是地球的 $\frac{b}{c}$ 倍

14. 到貓空、日月潭風景區時，搭趟纜車俯瞰風景，似乎已成旅遊此地的必要行程。但除了這種空中纜車之外，還有另一種纜車是安裝在風景區的峭壁上，例如香港太平山的山頂纜車。這類纜車是利用山坡的鋼索拉動車廂，能將乘客送上山坡或送下山坡。今考慮一個雙軌的纜車系統，由一上與一下兩個車廂組成，欲將乘客送上與送下 80 m 長的山坡，且峭壁頂離地面車站的垂直高度為 40 m。兩個車廂皆為 9000 kg，它們通過山頂上一個巨大的滑輪用鋼索相連。滑輪由電動機驅動，每個車廂受到摩擦力恆為 6000 N。如圖 11 的示意圖，在某次行程有 20 位乘客在車廂 X 中下坡，

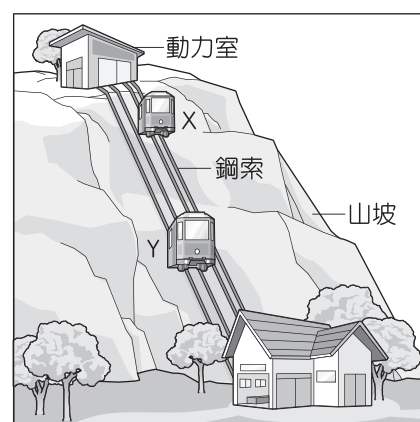


圖 11

另有 10 位乘客在車廂 Y 中上坡。若每個乘客平均質量為 70 kg，電動機必須在整個行程中運轉，則下列敘述哪些正確？（重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）

- (A) 整個行程中，重力作功為 $-2.8 \times 10^5 \text{ J}$
- (B) 克服摩擦阻力所作的功為 $9.6 \times 10^5 \text{ J}$
- (C) 如果整個行程用了 30 s，則電動機的平均輸出功率約為 $3.2 \times 10^4 \text{ W}$
- (D) 若從靜止出發到行駛至山坡一半處時，纜車的速度為 18 km/h ，電動機作功約為 $5.9 \times 10^5 \text{ J}$
- (E) 若下行車廂 X 與上行車廂 Y 內乘客的總質量相等，則該次行程不需電動機全程運轉，可靠下行車廂失去的位能將上行車廂提升到山頂
15. 下列有關功的敘述，哪些正確？
- (A) A 物對 B 物作正功時，B 物同時對 A 物作負功，過程中 A 可將能量轉移至 B，而正功與負功的絕對值相等
- (B) 一受壓縮彈簧自地面彈起，地面無能量轉移給彈簧，正向力對彈簧所作的功為零
- (C) 人提重物在水平地面上以加速度前進一段距離，手對物所作的功為零
- (D) 牛拉車沿草地走一圈回到原點，牛力對車所作的功為零
- (E) 燃油汽車維持等速度行進時，汽車動能沒有改變，引擎對汽車所作的功為零

16. 如圖 12 所示，水平面上有一 U 形金屬軌道，其上有一可滑動的彎曲導線 ab ，彎曲導線長度為 0.5 m 、質量為 0.2 kg 、電阻為 $2\ \Omega$ ，導線的兩端 a 點及 b 點之連線 \overline{ab} 長度為 0.4 m （即圖中虛線）， \overline{ab} 與金屬軌道夾角 60° 。設軌道無摩擦且無電阻，磁場均勻垂直進入紙面，其量值 $B=1\text{ T}$ ，當導線以速度 $v=10\text{ m/s}$ 向右運動瞬間，下列敘述哪些正確？

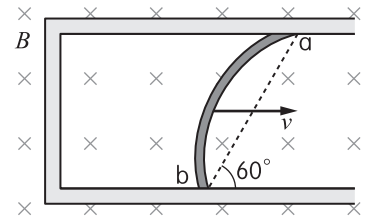


圖 12

- (A) 迴路中電流為 2 A ，方向為逆時針
 (B) 導線瞬間承受磁力為 0.6 N
 (C) 導線動能對時間的瞬間變化率為 6 W
 (D) 導線 a 點相對 b 點為高電位
 (E) 若無金屬軌道，導線單獨在同樣環境運動，因無構成迴路，所以自由電子不會受到磁力
17. 目前在居室裝修中經常用到花崗岩、大理石等裝修材料，這些岩石都不同程度地含有放射性元素，例如有些含有鈾、釷的花崗岩等岩石會釋放出放射性惰性氣體氡，而氡會發生放射性衰變，放出 α 、 β 、 γ 射線，這些射線會導致細胞發生癌變及呼吸道等方面的疾病。根據有關放射性的知識，下列說法哪些正確？
- (A) 氡的半衰期為 3.8 天，若取 8 個氡原子核，經 7.6 天後就「一定」剩下 2 個氡原子核
 (B) 氡的半衰期與氡原子所處的化學狀態及外部條件有關
 (C) 升高放射性物質的溫度，無法縮短其半衰期
 (D) γ 射線一般伴隨著 α 或 β 射線產生，在這三種射線中， γ 射線的穿透能力最強
 (E) β 射線為原子的核外電子電離後形成的電子流
18. 如圖 13 所示， N 為鎢板， M 為金屬網，它們分別與電池兩極相連，各電池的電動勢與極性已在圖中標出，鎢的功函數為 4.5 eV ，現分別用能量不同的光子照射鎢板（各光子的能量也已在圖上標出），圖 13 中哪些沒有電子到達金屬網？

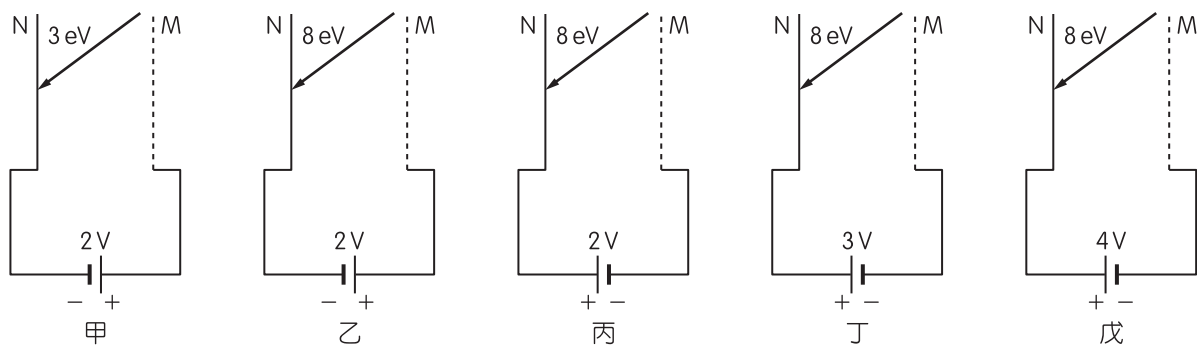


圖 13

- (A) 甲
 (B) 乙
 (C) 丙
 (D) 丁
 (E) 戊

第貳部分、混合題或非選擇題（占 32 分）

說明：本部分共有 3 題組，每一子題配分標於題末。限在標示題號作答區內作答。選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。非選擇題請由左而右橫式書寫，作答時必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。

19.~21. 題為題組

小安在實驗室把玩一個腰長 16 cm 的等腰直角三稜鏡，突然想知道這個三稜鏡的折射率，但一時找不到大頭針進行插針法實驗，因此想了另一個方法：如圖 14 所示，他將三稜鏡放在方格紙上，描繪出稜鏡的輪廓並標記 A、B、O 三點，接著從 OB 連線上的位置 C 觀察 A 稜，C 位置在三稜鏡外側，非常靠近 OB 連線處（即可視為在 OB 連線上），標記後發現 A 稜像的位置在 OA 連線上的 D 處，經量測得 $\overline{OC} = 12\text{ cm}$ 、 $\overline{OD} = 9\text{ cm}$ 。

19. 請於答題卷作答區繪出 A 稜的光線折射後成像在 D 的光路圖，並標示出光於位置 C 的入射角 θ_1 、折射角 θ_2 。（3 分）

20. 請計算此三稜鏡的折射率。（3 分）

21. 為了應用所學，小安最後仍然找出大頭針來進行插針法實驗：他在紙上標記 OA 連線與 OB 連線，並在 OA 連線一側插兩針 P_1 、 P_2 作為入射光線，並計畫在 OB 連線側，透過稜鏡見 P_1 與 P_2 之像重合位置插兩針 P_3 、 P_4 作為出射光線，如圖 15 所示。然而小安在這個實驗卻無法成功標記出射光線，請問可能原因為何？（寫出一項即可）請於答題卷作答區畫出光路圖解釋。有什麼解決方法？（4 分）

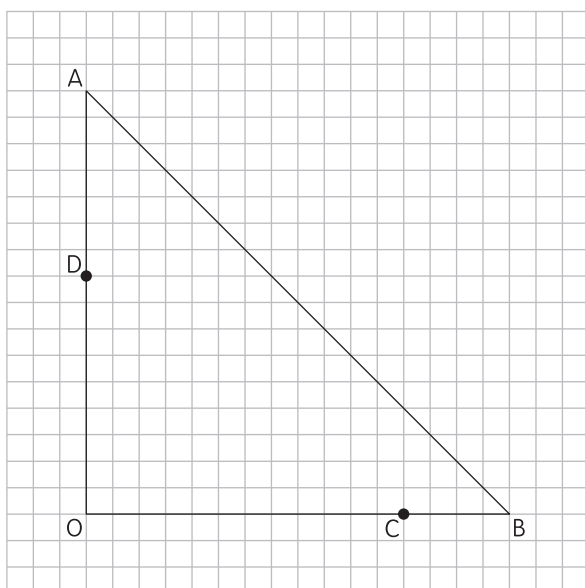


圖 14

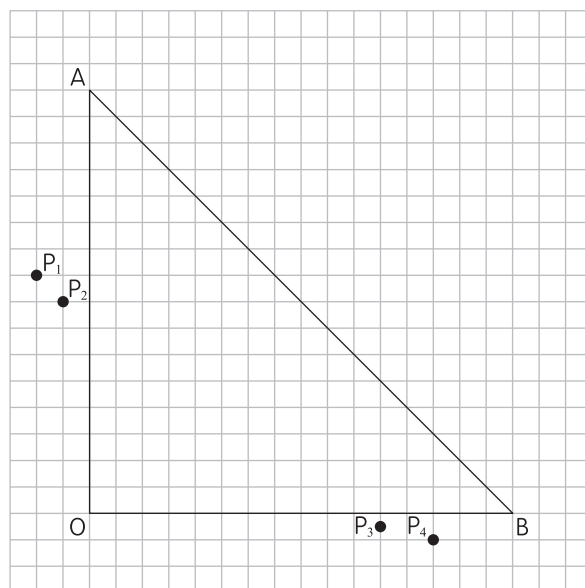


圖 15

22.~26. 題為題組

利用安培計與伏特計測定一個乾電池的電動勢 ε 與內電阻 r ，要求盡量減小實驗誤差。

22. 應該選擇的實驗電路是圖 16 中的_____。(2 分)



圖 16

23. 現有安培計 ($0 \sim 0.6 \text{ A}$)、開關與導線若干，以及以下器材：

(甲) 伏特計 ($0 \sim 15 \text{ V}$)

(乙) 伏特計 ($0 \sim 3 \text{ V}$)

(丙) 可變電阻器 ($0 \sim 50 \Omega$)

(丁) 可變電阻器 ($0 \sim 500 \Omega$)

(1) 實驗中，伏特計應選用_____。(1 分)

(2) 實驗中，可變電阻器應選用_____。(1 分)

24. 某位同學記錄的 6 組資料如表 1 所示，其中 5 組資料的對應點已經標在答題卷的坐標方格上，請標示出剩餘一組資料的對應點，並畫出 V (電壓) - I (電流) 圖線。(2 分)

表 1

序 號	1	2	3	4	5	6
電壓 V (V)	1.45	1.40	1.30	1.25	1.20	1.10
電流 I (A)	0.060	0.120	0.240	0.260	0.360	0.480

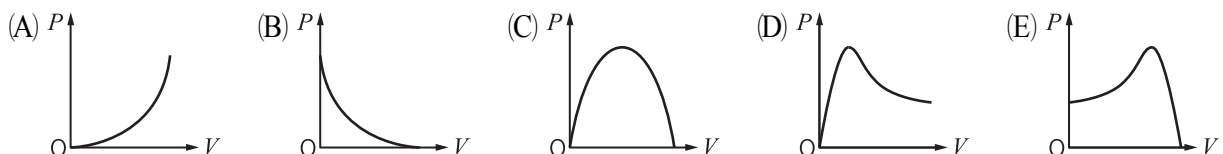
25. 根據 24. 題中所畫圖線可得出迴歸線： $V = \varepsilon - rI$

(1) 乾電池的電動勢 $\varepsilon =$ _____ V。(填充題) (1 分)

(2) 內電阻 $r =$ _____ Ω 。(填充題) (1 分)

26. 實驗中，隨著可變電阻器電阻的改變，伏特計的讀數 V 及乾電池的輸出功率 P 都會發生變化：

(1) 選項中的各示意圖，哪一個可以正確表示 P - V 的關係？(單選) (2 分)



(2) 安培計之內電阻為 r_A ，當乾電池的輸出功率 P 為最大值時，可變電阻的電阻 R 與乾電池內電阻 r 之關係式為_____。(填充題) (1 分)

27.~30. 題為題組

當帶電導體周圍電場的值夠高，空氣被導體產生的電場電離而形成一個可導電的區域時，將會發生放電現象。而帶電導體尖端較容易放電，稱為尖端放電，解釋時常以兩連結導體球為模型，然後藉由曲率半徑討論其可能的靜電性質。

某生有 A、B 兩實心導體球，相距一極遠距離，半徑分別為 R 與 $2R$ ，電量分別為 Q 與 $4Q$ ($Q>0$)。若兩球位置不動，以導線相連，待靜電平衡後，再移開導線，令距離電荷無限遠時電位為零，庫侖常數為 k ，則此時：

27. A 球之電位為何？（3 分）

28. A 球之表面電場為何？（2 分）

29. 若將 A、B 兩球移至兩球心相距 d 處 ($d\gg 2R$ ，也就是 A 上任一點與 B 上任一點之距離皆可視為 d ，兩球無連接導線)，靜電平衡後，此時 A 球之電位為何？（3 分）

30. 承 29. 題，再將 A 球連導線接地，待靜電平衡後，此時 A 球電性為正電、負電或不帶電？（需寫出理由，否則不予計分）靜電電量為何？（3 分）

