

國立彰化高級中學 114 學年度 資優班甄選—複選實作物理科試題卷

本試卷通用之數學與物理常數：

圓周率 $\pi=3.14$ 、重力加速度量值 $g=10\text{ m/s}^2$ 、水的密度為 1.0 g/cm^3 、水的比熱為 $1.0\text{ cal/g}^\circ\text{C}$ 、

一、單選題 (共 18 題，每題 2.5 分，計 45 分)

說明：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。

1. 位於埃及吉薩的古夫金字塔，是現存最古老也最大的金字塔，也是古代世界七大奇蹟唯一尚存的建築物。經科學家測量與推論，古夫金字塔剛建成時可視為一個底邊為正方形的角錐，底邊長約 230 公尺，高約 146 公尺，總質量大約為 590 萬公噸 (1 公噸=1000 公斤)，由 230 萬塊平均密度約為 2.5 克/立方公分的石灰岩所建成。請由上述數據估算，平均每塊石灰岩的體積最接近多少立方公尺？

(A) 1 (B) 10 (C) 100 (D) 1000 (E) 10000

2. 小明觀察某繩波在水平細繩上傳播，發現繩上相距 8 cm 的甲、乙兩點在某瞬間分別為波峰與波谷，而甲點的鉛直位移隨時間變化如右圖 1 所示，則該繩波的波速可能為多少 cm/s？

(A) 2.0 (B) 1.6 (C) 1.2 (D) 0.8 (E) 0.4

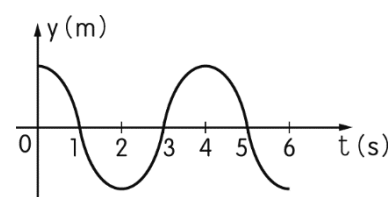


圖 1

3. 阿婷到臺北跨年觀賞 101 大樓施放的煙火，由於人潮擁擠無法到達 101 大樓附近，只好在遠處的地面觀賞煙火。若當時氣溫 15°C ，由於煙火燃放時會同時發生閃光及炸裂聲，阿婷在看見 500 公尺高的 101 大樓頂端發出閃光後，經過 3.0 秒聽到煙火的爆炸聲，則位於地面的阿婷離與 101 大樓的水平距離最接近下列哪個選項？

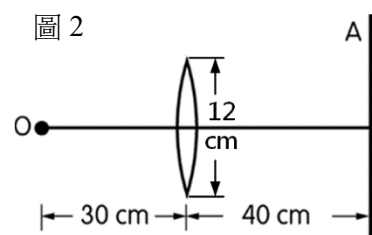
(A) 700 公尺 (B) 800 公尺 (C) 900 公尺 (D) 1000 公尺 (E) 1200 公尺

4. 阿宏站在一寬 60 cm 的直立平面鏡前 2 m 處，他身後 4 m 處有一輛汽車沿平面鏡面的平行方向，以 8 m/s 作等速運動行駛通過。若將汽車視為一質點，則當阿宏面向平面鏡觀察時，他在平面鏡中能見到汽車虛像的時間為幾秒？

(A) 0.3 (B) 0.6 (C) 0.9 (D) 1.2 (E) 1.5

5. 一圓形薄凸透鏡的焦距為 15 公分、孔徑為 12 公分，在凸透鏡左側 30 公分處有一點光源 O，在凸透鏡右側 40 公分處有一屏幕 A，如右圖 2 所示。則由光源 O 產生的光線，經該凸透鏡折射後照在屏幕 A 上的面積應為多少平方公分？

(A) π (B) 2π (C) 4π (D) 6π (E) 8π



6. 小玲搬新家，打算安裝一部新的電熱水器，假設流入電熱水器的冷水溫度為 15°C ，希望流出電熱水器的水溫能達到 45°C ，且水流量可達到每分鐘 5 公升。若考慮電熱水器轉換效率與管線散熱等因素，僅約 80 % 的電能可轉換成使水溫增加熱能，則應選購功率至少多少瓦特以上的電熱水器，才能滿足她們家的需求？

(A) 787500 (B) 13125 (C) 10500 (D) 8400 (E) 3125

7. 如右圖 3 所示，甲、乙兩正立方體金屬塊，邊長分別為 1 cm、2 cm，靜止堆疊於水平桌面上。甲金屬塊作用於乙金屬塊上表面 (灰色部分) 的平均壓力大小為 P_1 ，金屬塊作用於桌面的平均壓力大小為 P_2 ，已知 $P_1=P_2$ ，則甲金屬塊密度與乙金屬塊密度的比值為多少？

(A) $\frac{1}{3}$ (B) $\frac{2}{3}$ (C) $\frac{4}{3}$ (D) $\frac{8}{3}$ (E) $\frac{10}{3}$

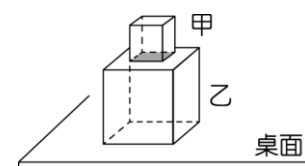


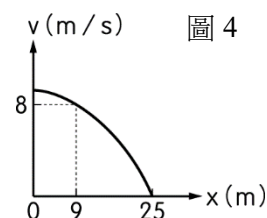
圖 3

8. 一高度 30 cm、截面積 100 cm^2 之圓柱形容器，使其開口朝上、空杯鉛直浮於水上時，有 12 cm 的高度露出水面。今以密度為 1.25 g/cm^3 之甘油緩緩注入杯中，假設容器不傾斜，則在容器完全沒入水中前，最多可注入多少毫升的甘油？

(A) 720 (B) 960 (D) 1000 (D) 1080 (E) 1200

9. 某物體作等加速度直線運動，其速度 v 與位置 x 之關係如右圖 4 所示，則質點從 $x=5\text{ m}$ 移動至 $x=25\text{ m}$ ，經歷的時間約為多少秒？（取 $\sqrt{2}=1.4$ 、 $\sqrt{3}=1.7$ 、 $\sqrt{5}=2.2$ ）

(A) 2.0 (B) 2.8 (C) 3.4 (D) 4.4 (E) 5.0



10. 質量 100 g 的小球，自離地 5.0 m 處初速為 0 自由落下，與地面碰撞後，可反彈至離地 3.2 m 的高度。若球與地面碰撞的接觸時間為 0.20 s ，且不考慮空氣阻力，則在球與地面碰撞過程中，地面施予球的平均作用力應為多少牛頓？

(A) 1.0 (B) 2.0 (C) 5.0 (D) 9.0 (E) 10.0

11. 質量 50 公斤 的小華站在某大樓電梯內的體重計上，電梯原靜止於一樓。電梯向上啟動後最初 4 秒 ，體重計讀數為 60 公斤 ，此段期間電梯加速度量值為 a_1 ；之後 5 秒 體重計讀數為 50 公斤 ，此段期間電梯加速度量值為 a_2 ；最後 8 秒 體重計讀數為 45 公斤 ，此段期間電梯加速度量值為 a_3 。試比較三段期間電梯的加速度量值大小，正確的是：

(A) $a_1 > a_2 > a_3$ (B) $a_2 > a_3 > a_1$ (C) $a_3 > a_1 > a_2$ (D) $a_1 > a_3 > a_2$ (E) $a_1 = a_3 > a_2$

12. 如右圖 5 所示，重 20 牛頓 的木塊受到 50 牛頓 的水平力 F 作用，被壓在鉛直牆壁上而保持靜止不動。若木塊所受摩擦力僅來自於左側牆壁，則下列敘述何者錯誤？

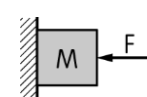


圖 5

(A) 木塊與牆壁間的最大靜摩擦力為 20 牛頓 (B) 牆壁施予木塊的正向力等於 50 牛頓 (C) 若 F 量值逐漸增加，木塊所受的摩擦力大小不會隨之增加 (D) 若 F 量值逐漸減少，但木塊仍保持靜止，則木塊所受摩擦力保持不變 (E) 若 F 減為 30 牛頓 ，而木塊已沿牆壁下滑，則木塊所受動摩擦力必小於 20 牛頓

13. 有一質量為 m 的人造衛星在萬有引力的作用下，以繞轉半徑 R 、切線速率 v 繞地球作等速圓周運動，其所受向心力為 F 。

今有另一質量同為 m 的人造衛星以繞轉半徑 $2R$ 、切線速率 $\frac{v}{\sqrt{2}}$ 繞地球作等速圓周運動，則其所受向心力應為多少？

(A) $\frac{1}{4}F$ (B) $\frac{1}{2}F$ (C) $\sqrt{2}F$ (D) $2F$ (E) $4F$

14. 在舉行班際排球比賽時，小美從高度 H 處接到球並打回對方場地落地得分，假設小美打回的排球軌跡為拋物線，排球的質量為 m 。當球達到最高點時之速度為 v_1 ，落地瞬間速度為 v_2 ，設重力加速度為 g ，若不計空氣阻力，則排球在拋物線軌跡最高點的位能應為下列何者？

(A) mgH (B) $\frac{1}{2}mv_1^2$ (C) $\frac{1}{2}mv_2^2 - mgH$ (D) $\frac{1}{2}mv_1^2 + mgH$ (E) $\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

15. 行駛中的汽車在駕駛踩下煞車之後，直到汽車停下的行駛距離，稱為「煞車制動距離」。右表為汽車試驗場中某款車型在三種車速下，其煞車制動距離的實驗數據。假設踩下煞車後到汽車停止之間，汽車失去向前的推進力，且僅受不隨時間改變的阻力作用。則有關三種車速之煞車過程所產生的阻力量值，下列敘述何者正確？

車速(km/h)	60.0	80.0	100.0
煞車制動距離 (m)	10.0	20.0	35.0

(A) 車速為 60.0 km/h 時，其煞車過程中的阻力量值最大 (B) 車速為 80.0 km/h 時，其煞車過程中的阻力量值最大
(C) 車速為 100.0 km/h 時，其煞車過程中的阻力量值最大 (D) 車速為 60.0 km/h 時，其煞車過程中的阻力量值最小
(E) 三種車速在煞車過程中的阻力量值均相同

16. 右圖 6 所示電路中，各燈泡的額定電壓與額定功率分別是：

A 燈泡： 110 V 、 10 W ；B 燈泡： 220 V 、 60 W ；C 燈泡： 100 V 、 40 W ；D 燈泡： 120 V 、 30 W 。

在 a、b 兩端加上電壓後，四個燈都能發光。則比較各燈消耗功率大小，正確的是：

(A) $A > B > C > D$ (B) $B > C > D > A$ (C) $C > D > A > B$
(D) $D > A > B > C$ (E) $B > A > C > D$

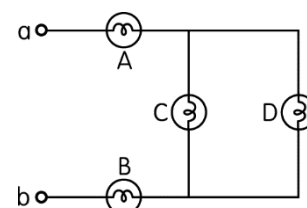


圖 6

17. 如右圖 7 所示，兩根平行放置在水平光滑桌面的長直導線 a 與 b，當分別通以大小相同、方向相同的電流時，導線 a 受到導線 b 作用的磁力量值為 F 。若再加入方向為 (1) 的均勻磁場後，導線 a 所受的磁力之合力恰等於零，此時導線 b 所受的磁力之合力量值變為 (2)。請問上述(1)、(2)應依序填入什麼？
 (A)向左、 F (B)向右、 F (C)指入桌面、 $2F$ (D)指出桌面、 $2F$ (E)向上、 $4F$

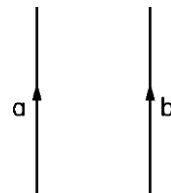


圖 7

18. 如右圖 8 所示，a、b、c 為三個在同一平面內的同心圓環導線，環的半徑 $a < b < c$ ，各圓環導線的材質、粗細都相等。當 a 圓環中通入的順時針方向之電流突然增大時，b、c 兩圓環上感應電流的方向及大小關係為何？(不考慮 b、c 上感應電流所產生的磁場，且已知感應電流與線圈內單位時間內磁力線數變化成正比、與線圈電阻成反比)
 (A)方向：均為順時針、電流大小： $b > c$ (B)方向：均為逆時針、電流大小： $b > c$ (C)方向：均為順時針、電流大小： $b < c$ (D)方向：均為逆時針、電流大小： $b < c$ (E)均為順時針，電流大小： $b = c$

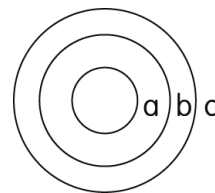


圖 8

二、多選題 (共 5 題，每題 3 分，計 15 分)

說明：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 $(n-2k)/n$ 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。

19. 下列有關聲波的敘述，哪些選項正確？
 (A)探測魚群的聲納主要是利用聲波的反射性質來探測水中魚群的位置 (B)聲波由水中傳入空氣中時，其速率變慢、波長變長 (C)若月球上空有東西爆炸，在爆炸處附近的太空人聽不到爆炸聲 (D)聲波在空氣中的傳播方向與空氣分子振動方向互相垂直 (E)兩發音體必須振動幅度相同方可發生共振共鳴現象
20. 下列有關物體運動的敘述，哪些選項正確？
 (A)若物體運動速率始終不變，則物體的加速度必定為零 (B)若物體作等加速直線運動，任意時段的平均速度必等於該時段中點的瞬時速度 (C)若物體所受加速度與其速度方向相反，則物體速率會逐漸減小 (D)若物體在運動過程中，任意的相等時間間隔內位移均相等，則物體作等速度直線運動 (E)物體僅受到向心力造成的向心加速度時，其速度方向會改變但速度量值不變
21. 如右圖 9 所示，光滑水平面上有質量分別為 m 及 $2m$ 的甲、乙兩物體，甲物體放置在乙物體上。在時間 $t=0 \sim 10$ 秒期間，有一水平作用力 F 作用於甲物體， F 的量值與方向均固定，使兩物體以相同的加速度自靜止開始一起向前運動(甲、乙兩物體間沒有相對運動)；在時間 $t > 10$ 秒後，水平作用力 F 為零。兩物體的速度—時間圖如右圖 10 所示。則有關甲、乙兩物體接觸面間的作用力與其運動情形，下列敘述哪些正確？
 (A)時間 $t=0 \sim 10$ 秒期間，甲、乙接觸面間的摩擦力為靜摩擦力
 (B)時間 $t=0 \sim 10$ 秒期間，甲、乙接觸面間的摩擦力量值愈來愈大
 (C)時間 $t=0 \sim 10$ 秒期間，若甲所受到的摩擦力量值為 f ，則乙所受到的摩擦力量值為 $2f$
 (D)時間 $t=0 \sim 10$ 秒期間，若乙所受到的摩擦力量值為 $2f$ ，則外力 F 的量值為 $3f$
 (E)在時間 $t > 10$ 秒後，甲、乙接觸面間的摩擦力為 0

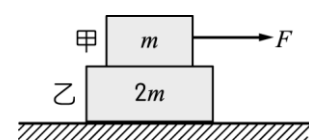


圖 9

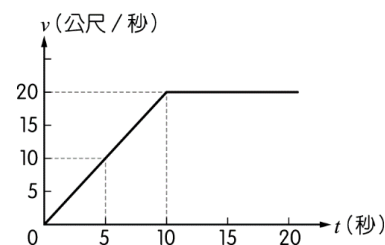


圖 10

22. 阿翰在實驗室研究某純物質的比熱和三態變化，他取該純物質 100 g，並使用某一穩定熱源加熱，所得到的物質溫度與加熱時間關係，如右圖 11 所示。已知此穩定熱源每分鐘提供 750 cal 的熱量，且假設加熱過程沒有熱量散失。則以下關於阿翰所做實驗的敘述，哪些正確？
 (A)此純物質的熔點為 15°C 、沸點為 90°C (B)此純物質在液態時的比熱為 $0.8 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$
 (C)此純物質的汽化熱約為 52.5 cal/g (D)此純物質的熔化熱必小於汽化熱
 (E)圖中乙丙段代表此純物質處於液體與氣體共存的階段

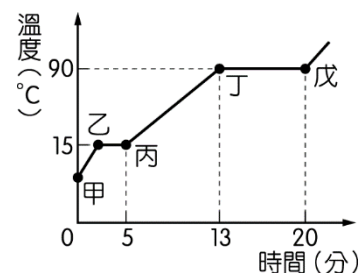


圖 11

23. 如右圖 12 所示，有一封閉的矩形線圈與一載流長直導線固定在同一平面上。若長直導線中的電流方向向上，並且電流值隨著時間減少，由平面上方往下觀察時下列敘述哪些正確？

- (A)矩形線圈中產生順時針的感應電流 (B)矩形線圈中產生逆時針的感應電流 (C)矩形線圈中不會產生感應電流 (D)矩形線圈所受磁力的合力方向向左 (E)矩形線圈所受磁力的合力方向向右

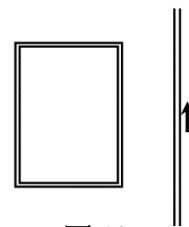


圖 12

三、填充題 (共 4 題，每題 3 分，計 12 分)

說明：請以黑筆或藍筆在答題卷標示題號的作答區內作答。

24. 已知大小、材質相同的兩帶電導體，互相接觸會平分其所帶電荷。今有兩顆大小、材質均相同之金屬球，當兩者球心距離 d (d 遠大於金屬球直徑) 時，測得其互相吸引力為 21 牛頓。若將兩球接觸後再將兩球心分開至距離 d ，其交互作用力變為排斥力 4 牛頓，則兩球未接觸前帶電量之比值為_____。(需寫出正負號)

25. 如圖 13 所示，一有限範圍的均勻磁場 B ，寬度為 d ，一個邊長為 L 的正方形導線框以等速度 v 通過該磁場區。若 $d > L$ ，則此正方形導線框上存在感應電流的時間為_____。

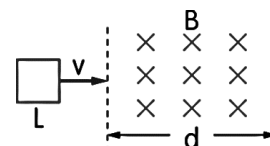


圖 13

26. 甲、乙兩電路元件的電流-電壓圖 (I-V 圖) 如右圖 14 所示。兩者串聯後接於 100 V 的電源上，則電源需要提供的總電功率為_____W。

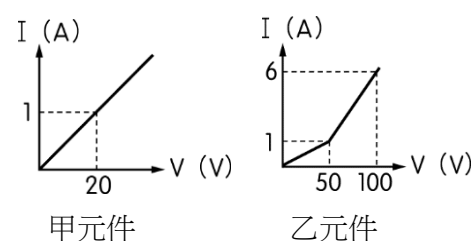


圖 14

27. 有一 U 型管油壓機內充滿密度為 0.8 克/立方公分、不可壓縮的油，其右槽內圓形活塞的半徑為 20.0 公分，左槽內活塞的半徑為 5.0 公分，如右圖 15 所示。已知右槽上方重物的質量為 1200 公斤，則當兩活塞的位置等高，施加於左槽內活塞上的力 F 需為_____牛頓才能維持兩側平衡。

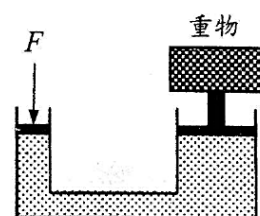


圖 15

四、計算題 (共 4 大題，計 28 分)

說明：各小題配分標於題末，請以黑筆或藍筆在答題卷標示題號的作答區內作答。作圖題型請使用直尺畫出所需直線；需計算之題型請詳列計算過程，且答案須標示單位，否則不予計分。

28. 有一研究機構試射小型火箭，火箭鉛直向上升空後又沿原軌跡落地。實驗數據顯示火箭在飛行最初的 10 秒，其加速度由 0 均勻增加至 120 公尺/秒²；而後的 5 秒燃料逐漸減少，火箭維持等速度向上飛行；起飛 15 秒後燃料完全用罄，火箭在只受重力影響下在只受重力影響下，逐漸減速抵達最高點後，又加速落回地面。請回答以下問題：

- (1) 請根據以上敘述，在答案卷上繪製出 $t=0\sim 20$ 秒火箭的加速度-時間圖 ($a-t$ 圖) (2 分)
- (2) 承(1)，請在答案卷上繪製出 $t=0\sim 20$ 秒火箭的速度-時間圖 ($v-t$ 圖) (3 分)
- (3) 已知最初 10 秒火箭飛行的距離為 2000 公尺，請問此火箭可抵達之最高點離地面距離為多少公尺？ (2 分)
- (4) 承(3)，請問此火箭的總飛行時間為多少秒？ (四捨五入至整數，2 分)

29. 功能定理的證明與計算：

- (1) 一質量為 m 的物體以初速 v_0 在平面上運動，如右圖 16 所示。當物體位於 A 點時，開始受到合力 F 沿初速方向推動該物體，使其位移 S 後抵達 B 點，此時物體速率為 v 。請證明合力作功 $W=FS$ 等於動能變化 $\Delta K = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，即功能定理： $W = \Delta K$ 。(3 分)

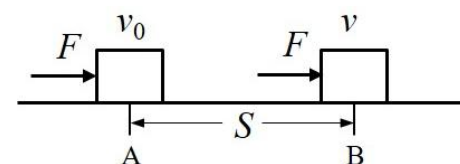


圖 16

- (2) 有一固定光滑斜面，其長度、寬度與斜面長如右圖 17 所示。對此光滑斜面上質量 $m=1\text{ kg}$ 的物體，施以平行斜面向上的作用力 $F=10\text{ 牛頓}$ ，讓物體沿斜面向上位移 S 。若物體在此段位移過程中，其速率由初速 $v_0=1\text{ m/s}$ 增加為末速 $v=5\text{ m/s}$ 。請利用功能定理計算出物體的位移 S 為多少？(3 分)

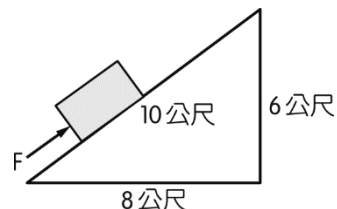


圖 17

30. 下圖 18 中 O 處為一薄凸透鏡之鏡心位置， F 處為薄凸透鏡兩側焦點，鉛直雙箭頭為薄凸透鏡，而水平橫線是薄凸透鏡所在主軸。今有一蠟燭位於透鏡左側，請根據透鏡成像原理，在答案卷的圖形上畫出蠟燭的光線路徑，繪製出其成像位置與大小，並寫出其成像性質。(成像位置 1 分、成像大小 1 分、三條光線路徑各 1 分，成像性質 1 分，共 6 分)

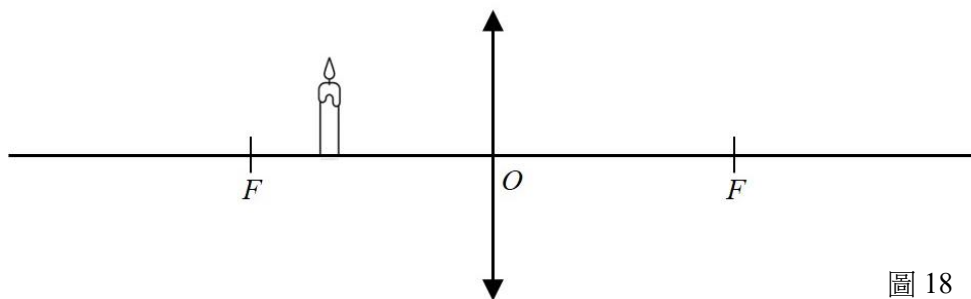


圖 18

31. 彰化高中數理資優班的三位學生將起電器所產生的靜電導入水流後，發現電流會使得水管流出的水柱出現末端散開的情形。他們對這個現象感到好奇，便著手探究此現象會受到哪些變因的影響。他們以高速攝影機拍攝水流散開的影像，如右圖 19 所示，借此定義兩個可測量的物理量：**散開距離 h** 與 **散開角度 θ** ，並改變下列實驗條件：**導入電流 I** (單位時間通過電荷)、**水體流速 v** (單位時間水流量) 與 **水體表面張力** (加入清潔劑濃度)，觀察這些條件對於水柱散開現象的影響為何。其實驗結果如下表與下圖 20、圖 21 所示，請詳閱後回答下列問題：

(摘錄改寫自〈水電交融〉，鍾建陽、李宗穎、羅昱璋，彰化高中，第 54 屆中小學科學展覽會高中組物理科第二名)

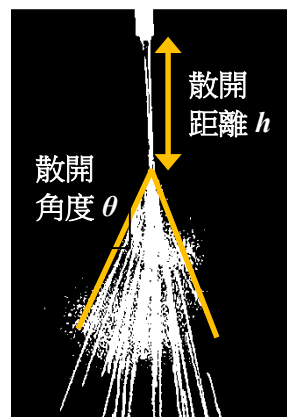


圖 19

導入電流與水體流速對於水柱散開現象的影響										
實驗編號	1		2		3		4		5	
水體流速 v (g/s)	1.6		1.8		2.0		1.6		1.6	
水體種類	純水		純水		純水		0.2%清潔劑		0.5%清潔劑	
導入電流 I (μA)	h (mm)	θ ($^\circ$)	h (mm)	θ ($^\circ$)	h (mm)	θ ($^\circ$)	h (mm)	θ ($^\circ$)	h (mm)	θ ($^\circ$)
0	136.5	0.2	150.2	0.3	159.5	0.1	183	0.2	247.1	0.3
2	84.9	11.7	94.6	9.5	104.9	6.7	135.1	9.0	167.2	15.9
4	74.1	13.2	81.1	13.0	90.9	12.5	115.9	11.2	140	11.9
6	71.7	24.3	75.4	20.9	83.8	14.5	112.2	18.6	114.9	23.2
8	68.2	29.3	72.7	24.3	81.4	17.4	100.6	20.4	94.9	33.3
10	67.8	--	72.1	29.8	80.0	27.5	91.0	23.8	88.6	37.8

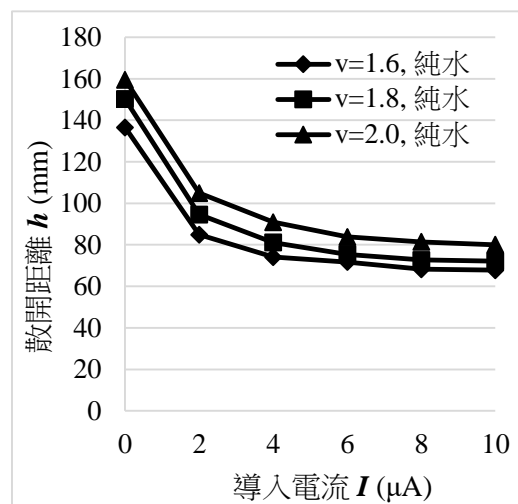


圖 20 導入電流與水體流速對散開距離

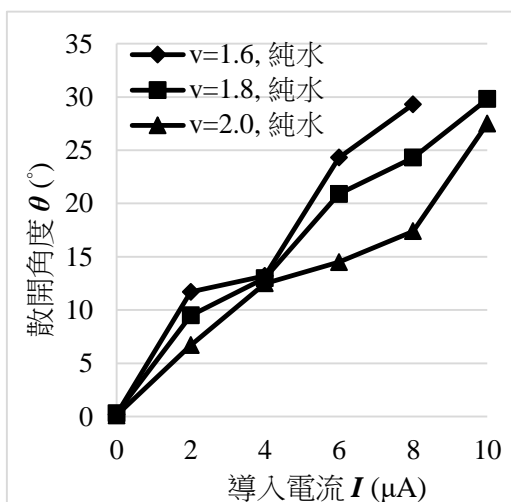


圖 21 導入電流與水體流速對散開角度

- 根據上文敘述及數據圖表，請寫出三位學生在本研究中的應變變因有哪些？(2 分，全部寫出才給分)
- 欲探討「水體表面張力」對於水柱散開現象的影響，應選擇哪些編號的實驗互相比較？(2 分，請寫出實驗編號)
- 請簡述「導入電流」與「水體流速」對於水柱「散開距離」的影響。(3 分，請至少寫出兩項)

試題結束