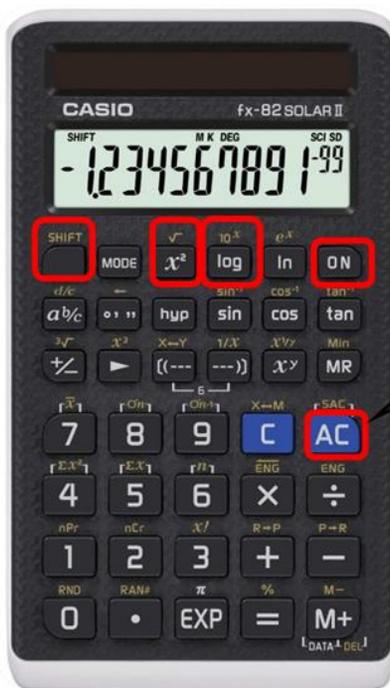
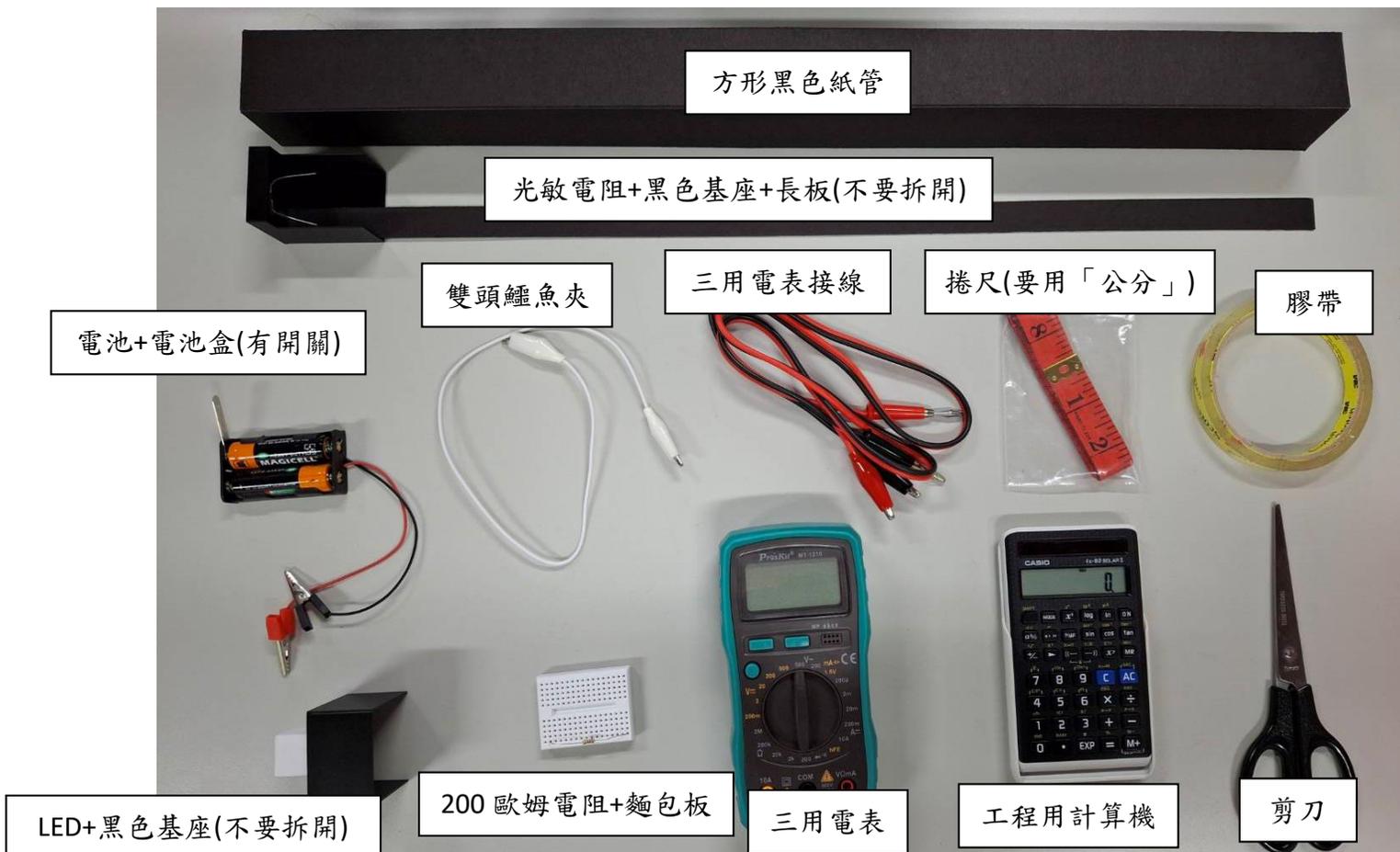


國立彰化高級中學 115 學年度科學班甄選 實驗實作【物理科】試題卷



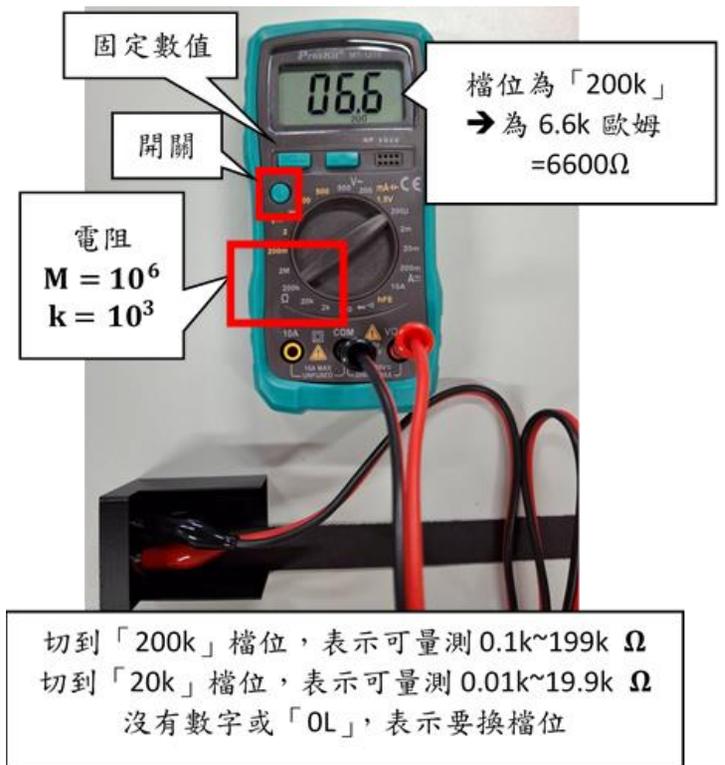
使用計算機之前，按下 ON
重設為初始狀態

對數 log：
例：求 $\log 3 \rightarrow$ 先按 3 ，再按 \log
 $\log 3 = 0.47712 \dots$

清除所有輸入的算式與數值

開根號：
例：求 $\sqrt{52} \rightarrow$ 先按 52 ，再按 $\sqrt{}$
 $\sqrt{52} = 7.2111 \dots$

10^x ：
例：求 $10^{0.3} \rightarrow$ 先按 0.3 ，再按 10^x
 $10^{0.3} = 1.99526 \dots$



【注意事項】

1. 考試開始後，請先檢查答案卡(1張)、試題卷(共9頁)、答案卷(共3頁)是否有缺頁或漏印。
2. 試題為單選題(畫在答案卡上)、計算題(題號前有 \square)，計算題答案寫在答案卷上。
3. 第 1~18 題每題 4 分，共 72 分。第 19~24 題共 28 分。
4. 考試期間，LED 不會發亮、光敏電阻沒有反應、電池沒有電，請舉手反應。
5. 數學工具：斜率 $= \frac{\Delta y}{\Delta x}$ 、直線方程式 $y = ax + b$ ， a 為斜率、 $\log(Y^n) = n \cdot \log(Y)$

斜率

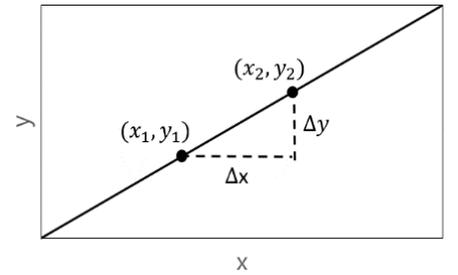
在數學上，「斜率」代表一條直線的「傾斜程度」。可以把它想像成「每增加一個單位的橫軸（x），縱軸（y）會變化多少」。

當斜率越大，表示直線越傾斜。

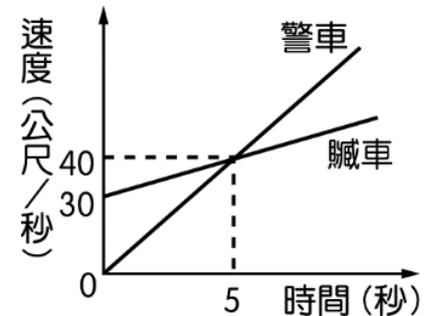
$$\text{斜率} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

二元一次方程式 $y = ax + b$ 的圖形是一條直線，其中 x 項的係數 a 決定了直線的傾斜程度，

即為「斜率」。 $a = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \text{斜率}$

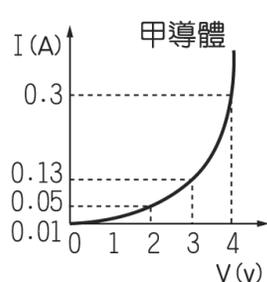


題組一 在國道三號高速公路上，一輛小偷所開的贓車經過一輛警車後，警車立刻從靜止起開始追趕贓車，右圖為兩車速度與時間的關係圖。假設兩車均以直線行進。

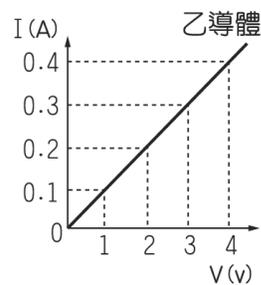


1. 小偷所開的贓車加速度大小為多少公尺/秒²?
(A) 2 (B) 5 (C) 6 (D) 8 (E) 12。
2. 當警車追上贓車時，警車的位移為多少公尺？
(A) 40 (B) 80 (C) 100 (D) 200 (E) 400。

題組二 圖(一)、圖(二)為甲導體、乙導體的電流(I)與電壓(V)的關係圖，回答第 3~4 題：



圖(一)



圖(二)

3. 乙導體的電阻值為多少歐姆？ (A) 0.1 (B) 0.4 (C) 1 (D) 4 (E) 10。
4. 觀察圖(一)中甲導體的 I-V 關係圖，該曲線並不是一條直線。關於甲導體在不同電壓下的物理特性，下列敘述何者正確？
(A) 甲導體符合歐姆定律，因為其電流隨電壓增加而上升，其電阻值為 $\frac{4}{0.3} = \frac{40}{3}$ 歐姆
(B) 隨電壓 V 增加，曲線變得越陡（斜率變大），顯示電阻 R 有變大的趨勢
(C) 因為甲導體的 I-V 圖不是直線，所以它在任何時刻都不遵守 $V = IR$
(D) 隨電壓 V 增加，圖(一)曲線各點與原點連線的「斜率」逐漸變大，代表其電阻值 R 逐漸變小
(E) 隨電壓 V 增加，圖(一)曲線各點與原點連線的「斜率」逐漸變大，代表其電阻值 R 逐漸變大。

尚有試題，畫卡時注意題號

有理數指數與指數律

- 有理數指數的定義：對於正實數 a 及正整數 n ，整數 m ，則 $(a^{\frac{1}{n}})^m = \sqrt[n]{a^m}$ ， $a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m}$ 。
- 有理數指數律：(和正整數的指數律相同)
設 $a、b$ 是正實數， $r、s$ 是有理數，則：
(1) $a^r \times a^s = a^{r+s}$ 。(2) $(a^r)^s = a^{rs}$ 。(3) $a^r \times b^r = (a \times b)^r$ 。
- 負整數指數： $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$ (其中 $a \neq 0$)。

例如： $3^{\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$ ， $3^{\frac{5}{2}} = \sqrt{3^5}$ ， $2^{\frac{1}{5}} = \sqrt[5]{2}$ ， $2^{\frac{3}{5}} = \sqrt[5]{2^3}$ ， $10^{1.3} = 10^{\frac{13}{10}} = \sqrt[10]{10^{13}}$

$$2^{\frac{1}{4}} \times 4^{\frac{1}{8}} = 2^{\frac{1}{4}} \times 2^{\frac{1}{4}} = 2^{\frac{1}{4} + \frac{1}{4}} = 2^{\frac{1}{2}} = \sqrt{2} \quad , \quad \left(\frac{27}{8}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{9}{4}$$

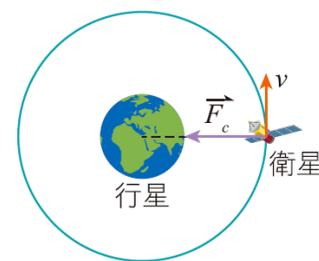
題組三 在物理學中，當一個定力 F 作用於物體上，使物體在力的方向上產生一段位移 d 時，

即力對物體作了「功(W)」($W=Fd$)。「功率(P)」代表單位時間內所做的功 ($P = \frac{W}{t}$)。

當一輛賽車在水平賽道上以等速度 v 行駛時，引擎輸出的功率為 P 、施力 F 與速度 v 之間存在一個簡單的整數指數關係。回答第 5~6 題：

- 請推導出功率 P 、施力 F 與速度 v 的關係式。若表示為 $P = F \cdot v^n$ ，則整數 n 應為多少？(必須有推導過程才給分)(可假設引擎輸出的功為 W 、經過一段位移 d 所需的時間為 t)。
- 假設賽車行駛時所受到的「空氣阻力」與速度的平方成正比，即 $F_{\text{阻力}} = k \cdot v^2$ (k 為常數)。當賽車以等速度 v 前進時，引擎的推力必須等於阻力 ($F = F_{\text{阻力}}$)。則此時引擎功率 P 與速度 v^m 成正比，則整數 m 應為多少？ (A)3 (B)4 (C)5 (D)6 (E)7。

題組四 如圖所示為衛星(質量 m)繞行星(質量 M)作圓周運動的示意圖，其萬有引力
量值為 $F = \frac{GMm}{r^2}$ ，其中 r 為兩質心的距離。運行的原理是萬有引力提供衛星
繞行星所需的向心力，使衛星繞行星作速率為 v 、半徑為 r 、週期為 T 的



等速率圓周運動。其中衛星所受的向心力大小為 $m \frac{v^2}{r}$ 。

- 衛星能穩定作圓周運動，是因為「萬有引力提供向心力」。可推導出衛星軌道速率 v 與半徑 r 的 x 次方成正比(即為 $v \propto r^x$)，請問 x 為多少？ (A)-2 (B)-1 (C) $-\frac{1}{2}$ (D) $\frac{1}{2}$ (E) 2。
- 已知等速率圓周運動的速率為 $v = \frac{2\pi r}{T}$ 。將 $v = \frac{2\pi r}{T}$ 代入上題所推導出來的速率 v ，消去 v 。
整理後可以發現週期平方 T^2 與半徑的 y 次方成正比(即為 $T^2 \propto r^y$)，請問 y 為多少？
(A) -2 (B) -1 (C) 1 (D) 2 (E) 3。

尚有試題，畫卡時注意題號

對數(log)

在處理物理問題時，我們常遇到以 10 為底的指數，例如 $10^2 = 100$ 。為了方便計算，數學家發明了「對數」（記作 \log ）來代表「指數的大小」。簡單來說，若 $10^x = Y$ ，則定義 $\log(Y) = \log(10^x) = x \cdot \log 10 = x$ ，其中 $\log 10 = 1$ 。

指數為正整數	指數為有理數
$10^1 = 10$ ，則 $\log(10) = 1$	$10^{\frac{1}{2}} = \sqrt{10} = 3.162 \dots$ ，則 $\log(\sqrt{10}) = \log(10^{\frac{1}{2}}) = \frac{1}{2}$
$10^2 = 100$ ，則 $\log(100) = \log(10^2) = 2$	$10^{\frac{4}{3}} = \sqrt[3]{10^4} = \sqrt[3]{10000} = 21.544 \dots$ ， 則 $\log(\sqrt[3]{10^4}) = \log(10^{\frac{4}{3}}) = \frac{4}{3}$
$10^3 = 1000$ ，則 $\log(1000) = \log(10^3) = 3$	$10^{0.3} = 10^{\frac{3}{10}} = \sqrt[10]{10^3} = 1.995 \dots \approx 2$ ， 則 $\log(2) \approx \log(10^{\frac{3}{10}}) = \frac{3}{10} = 0.3$
...	
$10^{12} = 10 \dots 0$ ，則 $\log(10^{12}) = 12$	$10^{0.477} = 10^{\frac{477}{1000}} = \sqrt[1000]{10^{477}} = 2.999 \dots \approx 3$ ， 則 $\log(3) \approx \log(10^{\frac{477}{1000}}) = \frac{477}{1000} = 0.477$
\rightarrow 任何數目 Y 可以表示成 10^x ，其中 x 為有理數，將 Y 取 \log ，則 $\log(Y) = \log(10^x) = x$	
\rightarrow 若為 Y^n ，取對數 \log 後，則 $\log(Y^n) = \log[(10^x)^n] = n \cdot \log(10^x) = n \cdot \log(Y)$	

可以利用計算機求常用對數：

求常用對數值可利用具有 \log 功能鍵的計算機很快地求出來。以 $\log 3$ 為例，

依序鍵入 3 ， \log ，即可得 0.477121254 。也就是說， $\log(3) = 0.477121254$ ，即 $10^{0.477121254} = 3$

請用計算機練習求出以下對數：

$$\log(2000) = 3.301029 \dots \quad \log(50000) = 4.69897 \dots \quad \log(720000) = 5.85733 \dots$$

題組五 在物理學中，聲音的大小或音量使用「分貝(dB)」作為單位，這不是隨空氣振動能量(或強度 I)

線性成長的，而是遵守對數規律。已知分貝的公式為：分貝(dB) = $10 \times \log(\frac{I}{I_0})$ ，其中 I 為某聲音的強度； I_0 是人類耳朵能聽到的最小聲音強度，是一個固定常數。

9. 若某處工廠的聲音強度 I 正好是人耳聽覺下限 I_0 的 10^6 倍，根據定義，該處的聲音為多少分貝？
(A) 50 (B) 60 (C) 78 (D) 90 (E) 120 分貝。 【註： $\log(6) \approx 0.78$ 】

10. 請計算音量從 40 分貝變成 43 分貝，強度會變幾倍？【註： $\log(2) \approx 0.3$ 】(請寫計算過程)

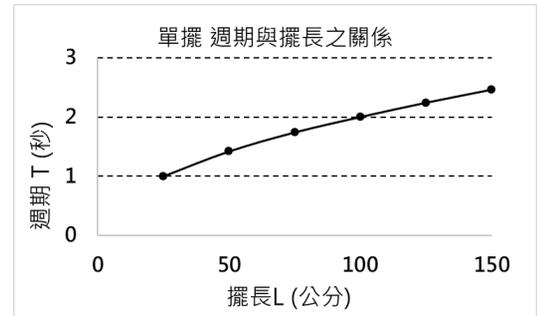
尚有試題，畫卡時注意題號

題組六 實驗數據的處理

在物理實驗中，常利用 \log 的技巧處理數據，可將彎曲的曲線轉化為直線，以下是探究「單擺週期」與「擺長」的指數關係：

小明固定擺角(為小角度)改變不同擺長 L ，測量單擺擺動 10 次的時間，並除以 10 得到平均週期 T ，得到以下的數據。以擺長 L 為 x 軸，週期 T 為 y 軸，畫出關係圖。

擺長 L (公分)	25	50	75	100	125	150
週期 T (秒)	1.00	1.42	1.74	2.00	2.24	2.46



由關係圖發現擺長 L 和週期 T 不是線性關係，兩者可能為「指數」關係，因此假設週期 T 與擺長 L 的關係為 $T = k \cdot L^n$ ，其中 k 為常數，小明做以下運算，求出指數 n 。

假設 $T = k \cdot L^n$

兩邊取對數 \log ，可得 $\rightarrow \log(T) = \log(k \cdot L^n)$

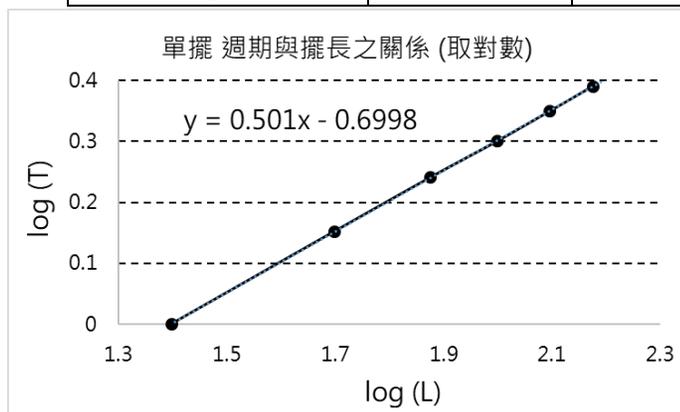
$\rightarrow \log(T) = \log(k) + \log(L^n)$ 【註：其中 $\log(A \cdot B) = \log(A) + \log(B)$ ---此式高中數學會介紹，這裡先使用】

$\rightarrow \log(T) = n \cdot \log(L) + \log(k)$ 【註： $\log(Y^n) = n \cdot \log(Y)$ 】

取 y 軸為 $\log(T)$ ， x 軸為 $\log(L)$ 畫出關係圖，如下圖，且為線性關係，

可得直線方程式，求出 n 值(即為斜率)，即可求出週期 T 與擺長 L 的關係。

擺長 L (公分)	25	50	75	100	125	150
週期 T (秒)	1.00	1.42	1.74	2.00	2.24	2.46
$\log(L)$	1.3979	1.6990	1.8751	2	2.0969	2.1761
$\log(T)$	0	0.1523	0.245	0.3010	0.3502	0.3909



由實驗數據可得直線方程式 $y = 0.501x - 0.6998$

\rightarrow 即 $\log(T) = 0.501 \cdot \log(L) - 0.6998$

\rightarrow 斜率 $n = 0.501 \approx 0.5$

因此可知週期 T 與擺長 L 的關係為

$T = k \cdot L^{0.5} = k \cdot \sqrt{L}$ ，其中 k 為常數。

★ 由此實驗可知：若兩變量關係為 $y = k \cdot x^n$ ，則在 $\log(y)$ 與 $\log(x)$ 的關係圖中，直線斜率即為 n 。

11. 由題目敘述可知， $\log(k) =$ _____。

12. 根據題目敘述，小明發現單擺擺長 L 與週期 T 的關係圖並非直線。

請問使用「取對數 (\log)」這項技巧的主要目的是什麼？

- (A) 增加實驗數據的準確度，減少人為誤差
- (B) 將原本彎曲的曲線關係轉化為直線，便於觀察規律並求出斜率
- (C) 縮小數據的數值，讓座標軸可以畫在更小的紙上
- (D) 因為週期 T 太小，取對數後才能看清楚數據變化。

尚有試題，畫卡時注意題號

13. 根據實驗結果，若小明想要讓單擺週期 T 變為原本的 2 倍，則擺長 L 應調整原本的 _____ 倍。
 (A) 0.5 (B) $\sqrt{2}$ (C) 2 (D) 4 (E) 8。

題組七 點光源與距離的關係

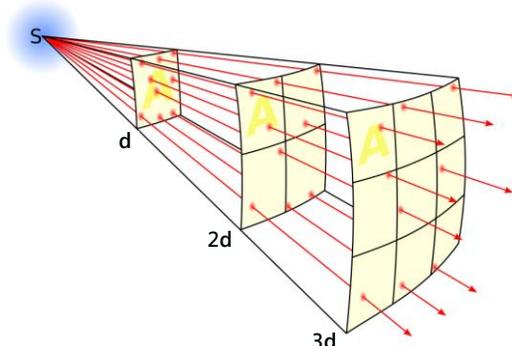
光是一種電磁波，它會以波的形式向四面八方傳播。當光波傳播到某個表面時，可以用照度(I)來描述該表面的明亮程度。照度的定義是：單位時間內垂直照射在單位面積上的光能，單位為勒克斯(lux)。

在空間中，一個理想的「點光源」向四周均勻地發散光線。當光從點光源向外傳播時，相同的光能會分散在越來越大的球形表面上。當光傳播到距離光源 d 的地方時，光會均勻地分布在一個以 d 為半徑的球形表面上，其表面積 A 為 $4\pi d^2$ 。

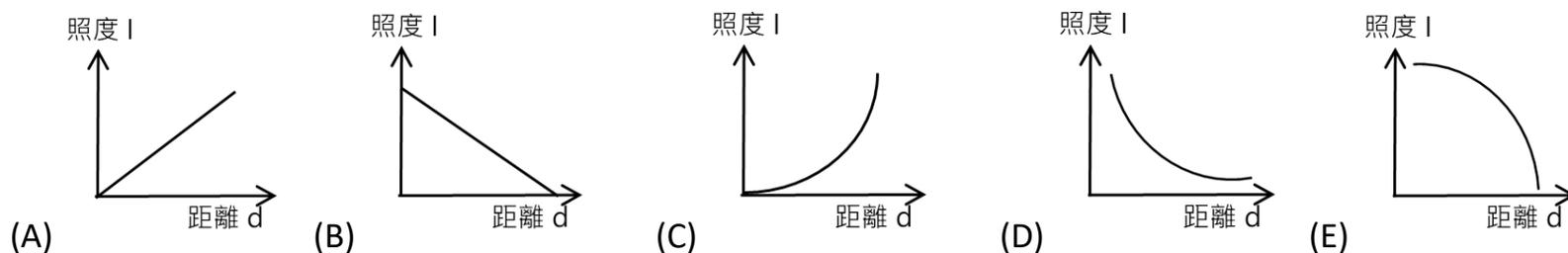
因此，在距離 d 處的照度 I 可以表示：

$$\text{照度 } I = \frac{\text{點光源的功率 } P}{4\pi d^2},$$

由此可知，點光源在某點產生的照度 I 與距離的平方 d^2 成反比。



14. 小明在進行光學實驗時，測得距離點光源 2 公尺處的照度為 100 lux。若小明將測量儀器移至距離該光源 5 公尺處，則此時測得的照度應為多少 lux？(lux 勒克斯為照度單位)
 (A) 4 (B) 16 (C) 25 (D) 40 (E) 400 lux。
15. 若以照度 I 為 y 軸，距離 d 為 x 軸，畫出兩者關係圖。則此圖形的軌跡最接近下列何者？



實驗：光敏電阻與照度的關係

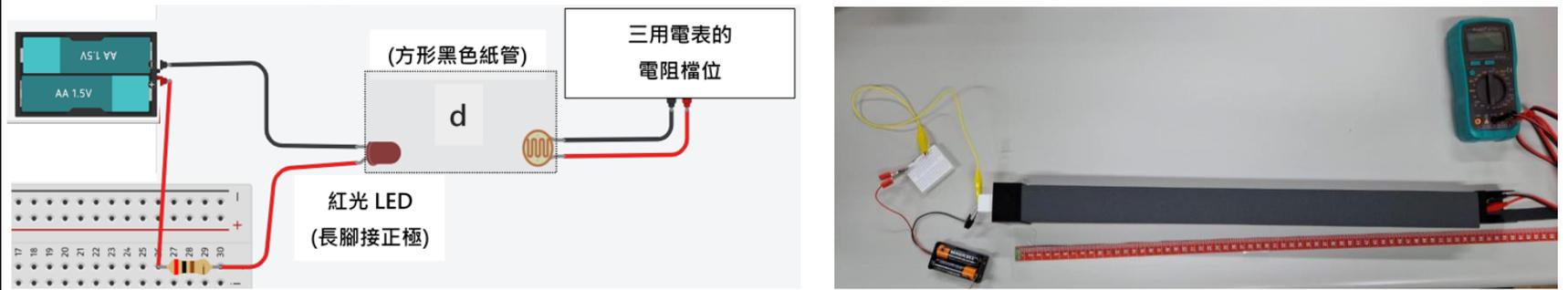
「光敏電阻」是一種電阻值會隨入射光強度（照度 I ）而變化的電子元件。常見的光敏電阻由硫化鎘（CdS）製成，其特性是：當光線越強，電阻值會____(第 16 題)_____。

光敏電阻的電阻值 $R_{\text{光敏}}$ （單位為歐姆 Ω ）與光源照度 I （單位為勒克斯 lux）之間並非簡單的線性關係，而是： $R_{\text{光敏}} = k \cdot I^{-\gamma}$ ，其中 k 為常數， γ （稱為 Gamma）通常介於 0~10 之間，不一定為整數。
 本實驗要找出「 γ 」值。

16. 請將光敏電阻兩端接上三用電表，接線兩端分別為「 Ω 」、「com」，檔位切至「電阻」。
 試著改變環境光的強度(例如用手遮光)，請觀察：當光線越強，電阻值會_____。
 (A)不變 (B)變大 (C)變小。

尚有試題，畫卡時注意題號

現在將紅光 LED 當作點光源，改變光敏電阻與紅光 LED 之距離 d ，利用三用電表的「電阻檔位」量測光敏電阻的電阻值 $R_{\text{光敏}}$ ，如下圖所示：(實驗裝置可自行調整)



由前面敘述可知：

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{照度 } I = \frac{\text{點光源的功率 } P}{4\pi d^2}, \text{ } d \text{ 為光敏電阻與紅光 LED 之距離。----第(1)式} \\ \text{光敏電阻的電阻值 } R_{\text{光敏}} = k \cdot I^{-\gamma}, \text{ } k \text{ 為常數。----第(2)式} \end{array} \right.$$

17. 請由第(1)、(2)式推導「光敏電阻 $R_{\text{光敏}}$ 與紅光 LED 之距離 d 之關係式 $R_{\text{光敏}} = \underline{\hspace{2cm}} \cdot d^n$ 」。

(n 用 γ 表示) 假設 LED 的功率 P 為定值。(必須有推導過程才給分)

18. 依據前面單擺實驗的邏輯，兩邊取對數 (\log)，可得到：

$$\log(R_{\text{光敏}}) = n \cdot \log(d) + \log(\underline{\hspace{2cm}})$$

在座標紙上，以 $\log(d)$ 為 x 軸、 $\log(R_{\text{光敏}})$ 為 y 軸，所繪製出的數據點會連成一條直線，

斜率 n 應該為何？ (A) $\frac{\gamma}{2}$ (B) γ (C) 2γ (D) $-\frac{\gamma}{2}$ (E) -2γ 。

【註： $\log(Y^n) = n \cdot \log(Y)$ 、 $\log(A \cdot B) = \log(A) + \log(B)$ 、直線方程式為 $y = ax + b$ ， a 為斜率】

光敏電阻對光的亮度非常敏感，只要有其他光，量測的電阻值會不穩定，所以紅光 LED 與光敏電阻必須在方形黑色紙管裡，確保只有紅光 LED 的光源，沒有其他光源。

紅光 LED 有長短腳，長腳一定要接正極，串聯一個 200 歐姆的電阻，短腳一定要接負極，否則紅光 LED 會不亮或是燒壞。由於電源為電池，理論上紅光 LED 的亮度會隨時間而衰減，所以沒有量測時，須關閉電源，且實驗盡量在 15 分鐘內做完，以免電池沒電使紅光 LED 亮度下降，導致數據不準確。

利用所給的器材自行架設裝置，改變光敏電阻與紅光 LED 之距離 d ，利用三用電表的「電阻檔位」量測光敏電阻的電阻值 $R_{\text{光敏}}$ ，紀錄在下表中，並用計算機計算 $\log(R_{\text{光敏}})$ 。

將 $\log(R_{\text{光敏}})$ 當 y 軸， $\log(d)$ 當 x 軸，在方格紙上畫出關係圖求出 γ 。(請記錄在答案紙上)

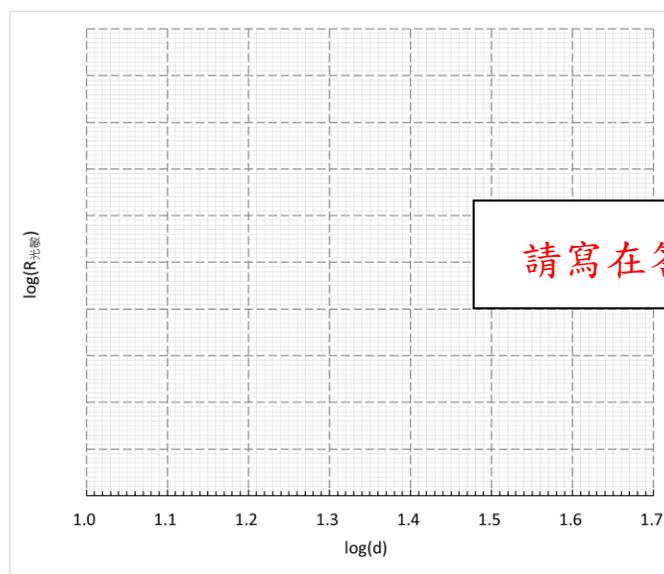
尚有試題，畫卡時注意題號

19. (6分) (依據量測的精準度給予分數)

d(公分)	$R_{\text{光敏}}$ (歐姆)	$\log(d)$	$\log(R_{\text{光敏}})$ (用計算機計算，取至小數點後3位)
10		1.000	
15		1.176	
20		1.301	
25		1.398	
30		1.477	
35		1.544	
40		1.602	
45		1.653	
50		1.699	

請寫在答案卷上

20. 畫出關係圖(6分) (依據精準度給予分數)



請寫在答案卷上

21. (6分) 由實驗量測到的 $\log(R_{\text{光敏}})$ 與 $\log(d)$ 數據，兩者的關係可以用直線方程式 $y = ax + b$ 來表示 (其中 y 為 $\log(R_{\text{光敏}})$ ， x 為 $\log(d)$)。請從數據中任選 5 組數據，計算出此直線的斜率。
 (請寫在答案卷上) 【請有技巧地選取數據，不要都集中某一區域求斜率】

組	$\log(d)$	$\log(R_{\text{光敏}})$	$\Delta\log(d)$	$\Delta\log(R_{\text{光敏}})$	斜率(取小數點後2位)
1					
2					
3					
4					
5					

請寫在答案卷上

22. (2分) 由 5 組斜率中，可得此直線的斜率介於 _____ ~ _____ 之間(請寫上表求出的數據)，

可求出光敏電阻的 γ 值介於 _____ ~ _____ 之間。(取小數點後 2 位)

可推知光敏電阻的電阻值 $R_{\text{光敏}}$ 與光源照度 I 之關係： $R_{\text{光敏}} = k \cdot I^{-\gamma}$ 。

尚有試題，畫卡時注意題號

23. (4分)在實驗中，若量測距離 d 時每次皆少讀 1 公分，即點光源到光敏電阻的實際距離應為 11、16、21...公分，但記錄為 10、15、20...公分。請問關於「固定為 1 公分的距離誤差」，對 $\log(R_{\text{光敏}})$ 與 $\log(d)$ 的圖形斜率之影響與處理方式，下列敘述何者正確？ 答案畫在答案卡上

(A) 1 公分的誤差，對於短距離(如 10 公分)的測量結果影響較大；對長距離(如 50 公分)的影響較小

(B) 因為每次都差 1 公分，所以對 10 公分與對 50 公分處的測量結果，影響程度一樣

(C) 因為光線在遠處較微弱且電阻變化大，所以這 1 公分的誤差，對長距離(如 50 公分)的測量結果影響較大

(D) 這固定 1 公分誤差，只會讓 $\log(R_{\text{光敏}})-\log(d)$ 關係圖整體向左或向右平移，完全不會影響斜率

(E) 距離誤差是固定 1 公分，只要在分析數據時，將所有測得的「電阻值」都加上一個固定的修正值，就能完全消除此誤差。

24. (4分)如果你求出的 γ 值和理論值有差距，除了上題提到的「量測距離的誤差」外，你認為可能的誤差來源還有哪些？可採取哪些改進方法？(至少寫 2 項)

實驗結束後，請將儀器放入盒子內。故意破壞儀器或未收拾者，為實驗態度不佳，予以扣分!!!

請檢查 第 1、2、3、4、6、7、8、9、12、13、14、15、16、18、23 題 必須畫在「答案卡」上

畫卡時注意題號

本試題到此結束