

113 學年度 國立成功大學/臺南一中科學班甄選 實驗實作
物理科

請不要翻到次頁!

讀完本頁的說明，聽從監試委員的指示才開始作答!

測驗說明

1. 本試題含實驗試題 2 大題、理論試題 5 大題，總分共 100 分，答案請直接作答於試題本中。
2. 作答時間 08：10~09：40，共 90 分鐘。
3. 作答時僅能使用本校所提供之計算機。
4. 實驗所須棉線不會額外提供，其餘器材除故障或刻度標示不清外，否則將不予以補發。
5. 測驗結束後，請將試題本放在桌上，待監考人員清點數量並確認完畢後，方可離開試場。

【第一部分】實驗試題

實驗一 單擺運動與重力加速度(共 40 分)

一、實驗原理

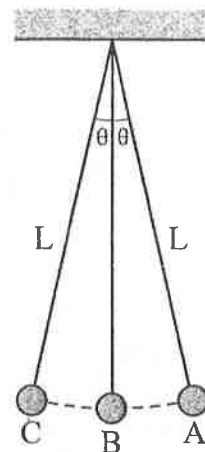
單擺除了用來計時外，更可以測量重力加速度。如右圖所示，已知擺長為 L ，單擺經 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$ 來回一趟所需的時間稱為週期 T ，擺角為 θ ，重力加速度為 g ，當 $\theta \leq 5^\circ$ 時，單擺週期與擺長的關係式如下：

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

將上式左右兩邊同時平方，可得：

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L$$

由上式可知，若重力加速度為定值，則單擺週期的平方與擺長成正比。



二、實驗器材

器材名稱	規格與數量
棉線	1 條
支撐架	1 座
金屬砝碼	100g、50g、20g 各 1 個
直尺	1 把
膠帶	1 捲
剪刀	1 把
夾子	1 個
量角器	1 把
碼表	1 支
計算機	1 台

(以上器材未必都會使用到)

三、實驗目的

驗證小角度單擺(擺角 $\theta \leq 5^\circ$)之擺長與週期的關係，並進而求得重力加速度。

四、實驗步驟

1. 請根據實驗目的，於下方表格中列出控制變因、操作變因與應變變因。(共 6 分)

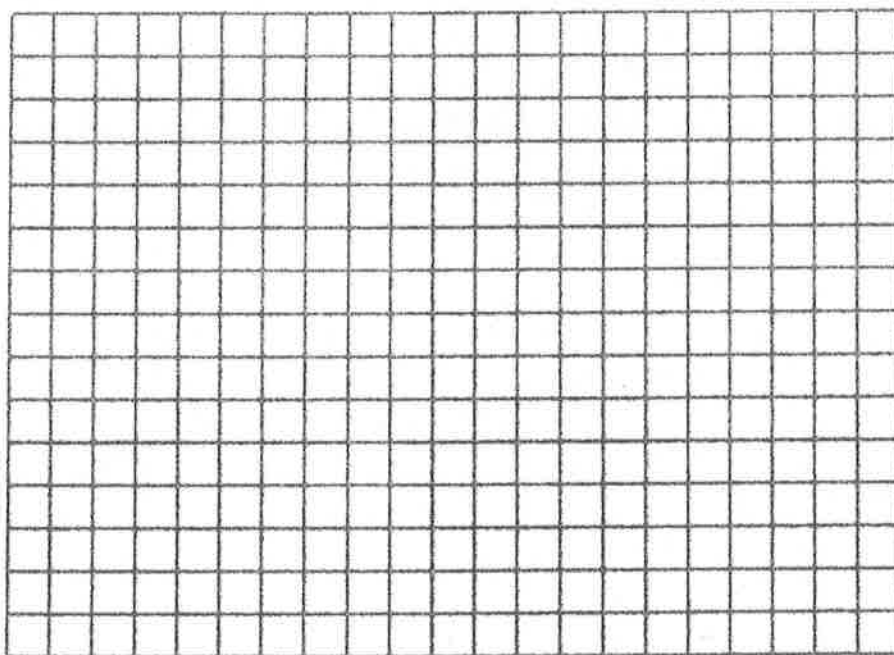
項目	作答區
控制變因	
操作變因	
應變變因	

2. 請根據實驗目的，於下方表格中列出實驗步驟，並繪製實驗裝置圖。(共 10 分)

實驗步驟	實驗裝置圖

五、實驗結果與分析

1. 請將實驗數據記錄於下方表格中，並繪製關係圖於方格圖內，表格不一定要填滿，若需要更多欄位可自行繪製。(共 14 分)



2. 請於下表中說明如何由實驗數據表格或關係圖求得重力加速度，並將該值紀錄於底線內。(共 10 分)

重力加速度=_____公尺/秒²
--

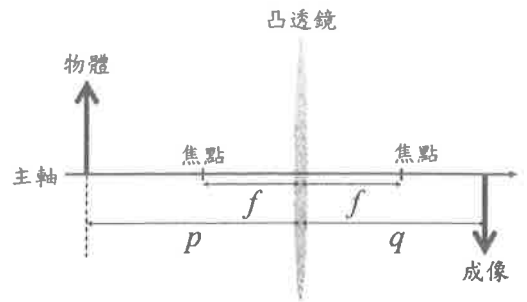
實驗二 透鏡的成像與焦距(共 20 分)

一、實驗原理

透鏡的成像性質可由高斯成像公式來量化。如右圖所示，在主軸上若定義物體到鏡心的距離為物距 p 、成像到鏡心的距離為像距 q 、透鏡的焦距為 f ，當透鏡厚度很薄時， p 、 q 與 f 間的關係式為：

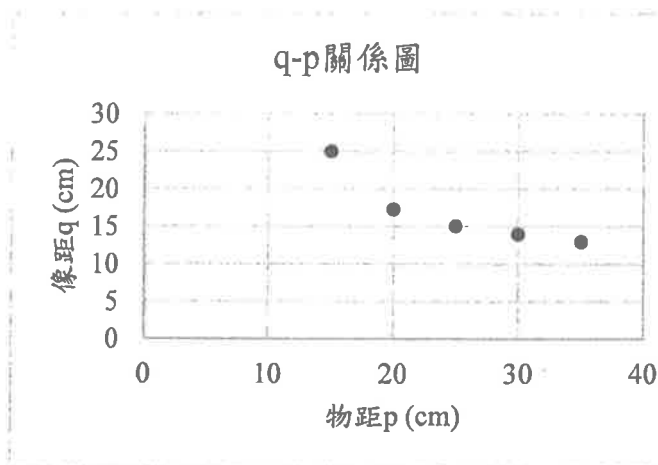
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

其中當成像為實像時，像距 q 為正值，虛像則為負值；焦距部分，凸透鏡的焦距 f 為正值，凹透鏡則為負值。

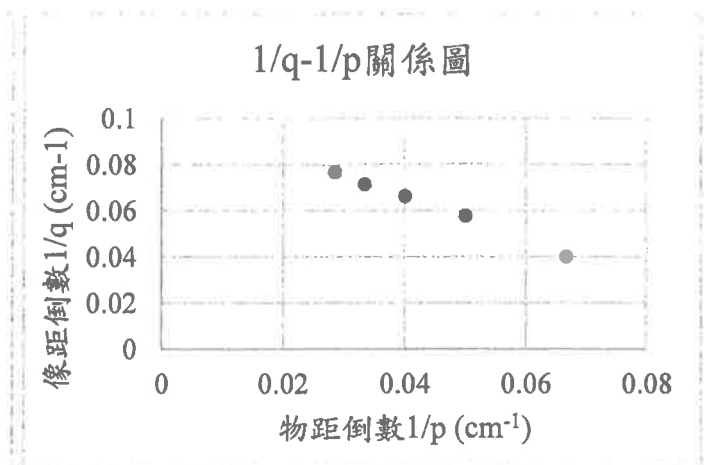


二、凸透鏡的成像

為了驗證上述成像公式，小明取一面凸透鏡及一個物體，將物體放置於該透鏡其中一側，改變物體的位置並記錄成像位置，已知過程中物體始終放置於該透鏡一倍焦距外，下圖為小明根據實驗結果所繪製的兩張關係圖，圖(一)為像距 q 對物距 p 之關係圖，圖(二)為像距倒數 $\frac{1}{q}$ 對物距倒數 $\frac{1}{p}$ 之關係圖。



▲圖(一)



▲圖(二)

試問若想要驗證成像公式，應以何種關係圖呈現實驗數據較為適當？請於下表中勾選答案，並簡述具體的原因。(共 10 分)

☐ $q-p$ 關係圖 ☐ $\frac{1}{q} - \frac{1}{p}$ 關係圖	原因：
--	-----

三、凹透鏡的焦距

為了測量某凹透鏡的焦距，小明取一個物體放置於該透鏡其中一側，並以兩種方法測量虛像的像距，最後經由高斯成像公式推得該透鏡的焦距，如下表(一)、表(二)所示：

表(一)、以方法一測量像距				
序號	物距 p (cm)	像距 q (cm)	焦距 f (cm)	平均焦距 f_{av} (cm)
1	35.0	-11.0	-16.0	-13.8
2	40.0	-10.7	-14.6	
3	45.0	-9.7	-12.4	
4	50.0	-12.6	-16.8	
5	55.0	-7.9	-9.2	

表(二)、以方法二測量像距				
序號	物距 p (cm)	像距 q (cm)	焦距 f (cm)	平均焦距 f_{av} (cm)
1	35.0	-7.5	-9.5	-10.0
2	40.0	-8.0	-10.0	
3	45.0	-8.4	-10.3	
4	50.0	-8.3	-10.0	
5	55.0	-8.5	-10.1	

實驗結束後，老師告訴小明此凹透鏡的實際焦距為-13 公分。請評斷何種測量方法較為優良？請於下表中勾選答案，並根據上表數據及文字敘述闡述你的原因。(共 10 分)

☐ 方法一 ☐ 方法二	原因：
--	-----

【第二部分】理論試題

理論一 力學(共 8 分)

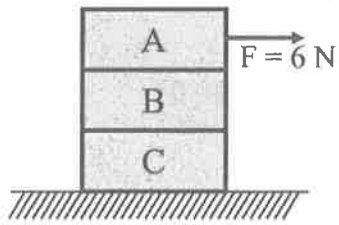
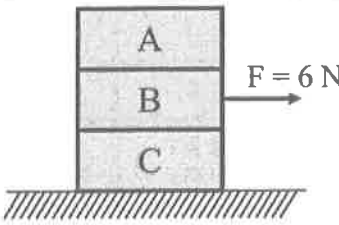
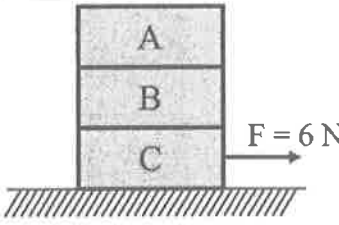
圖中提及兩接觸面間的摩擦力分為靜摩擦力與動摩擦力，其中最大靜摩擦力 $f_{s,max}$ 與動摩擦力 f_k 跟兩接觸面間的正向力 N 及性質有關，並可由下列公式計算：

$$f_{s,max} = \mu_s N$$

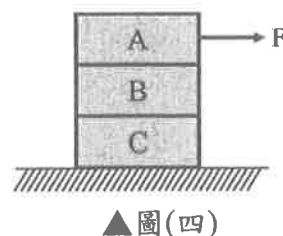
$$f_k = \mu_k N$$

其中 μ_s 、 μ_k 分別代表兩接觸面間的靜摩擦係數與動摩擦係數，請回答以下問題：

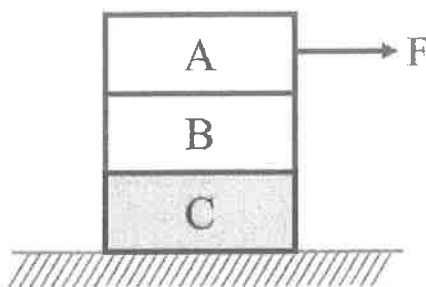
1. 在水平桌面上疊放三個完全相同的 A、B、C 木塊，今分別在三個木塊上施加大小為 6 牛頓的水平作用力 F ，如下圖(一)~圖(三)所示，皆可使三個木塊一起(三個木塊都相對靜止)沿桌面方向做等速度運動，請求出此三圖中木塊 C 作用於木塊 B 的摩擦力大小。(請於下表底線內作答，每格 1 分，共 3 分)

圖形			
說明	▲圖(一)、 F 作用於 A 上	▲圖(二)、 F 作用於 B 上	▲圖(三)、 F 作用於 C 上
木塊 C 作用於木塊 B 的摩擦力大小	_____ 牛頓	_____ 牛頓	_____ 牛頓

2. 如右圖(四)所示，將水平作用力 F 施加於 A 木塊上，已知三個木塊的質量皆為 1 公斤，所有接觸面間的靜摩擦係數皆為 0.4、動摩擦係數皆為 0.2，重力加速度為 10 公尺/秒²，若欲使三個木塊沿桌面方向一起(三個木塊都相對靜止)做速率漸增之等加速度運動，則：



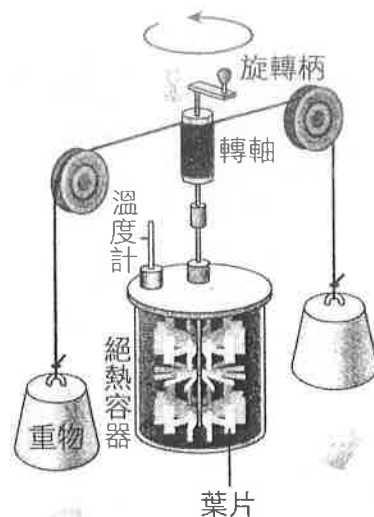
- (1) 請於下圖中畫出 C 木塊所受之所有作用力。(請務必標示作用力名稱，並注意方向及大小，共 2 分)



- (2) 水平作用力 F 之最大值=_____牛頓。(請作答於底線內，共 3 分)

理論二 功與能量(共 8 分)

國中時學到的功、動能與重力位能是以焦耳為單位，而熱量則是以卡為單位，早期並不知道功、動能、重力位能與熱量皆是不同形式的能量，直到 1837 年至 1847 年間，英國人焦耳以實驗證實功與熱量間可以互相轉換，其實驗裝置如右圖所示：兩重物以細繩連接至轉軸，轉軸下方裝有葉片並浸泡在絕熱容器中，重物受重力落下，帶動葉片轉動並攪動水，最終觀察到容器內的水溫度上升。已知容器吸收或流出的熱/量可以忽略，藉由測量重物下降的高度以及水溫的變化，可得到熱量與功的比值是一個常數，稱為熱功當量。



1. 設兩重物質量均為 4 公斤、下落距離均為 1 公尺、容器中的水質量為 250 克，經重物反覆下降 10 次後，水溫上升 0.75°C ，已知重力加速度為 9.8 公尺/秒²、水的比熱為 1 卡/(克 $\cdot^{\circ}\text{C}$)，重物是同步、緩慢且等速得落下，且僅有在重物下落過程裡葉片才會轉動，若將下落過程中重力作功(以焦耳為單位)與水吸收的熱量(以卡為單位)之比值定義為熱功當量(焦耳/卡)，請從上述數據求出熱功當量。(請務必於下表中列出計算過程，答案請四捨五入至小數點後第 2 位，並記錄於底線內，共 3 分)

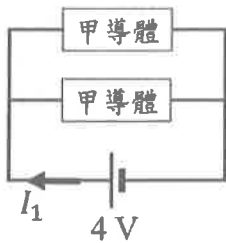
熱功當量=_____焦耳/卡

2. 承第 2 小題，若將重物落下過程由緩慢且等速改為速度量值隨著時間增加，其餘條件皆不變，則所推得之熱功當量($\frac{\text{重力作功}}{\text{水吸收的熱量}}$)相較於緩慢且等速落下來得高、低還是相同?請於下表中勾選答案，並簡述具體的原因。(共 5 分)

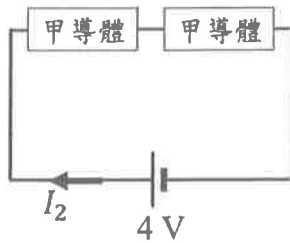
☐ 高 ☐ 低 ☐ 相同	原因：
---	-----

理論三 電路學(共 8 分)

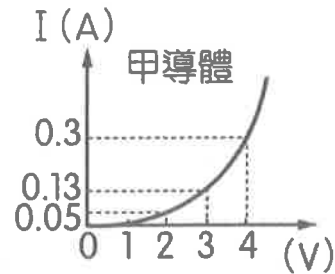
1. 取兩個相同的甲導體與一個 4 伏特的電源連接成兩種電路，如下圖(一)、圖(二)所示，其中通過電源的電流分別為 I_1 與 I_2 ，若該導體之電流 I 對電壓 V 的關係圖如下圖(三)所示，並忽略導線電阻與電池內電阻，則 $\frac{I_1}{I_2} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(請作答於底線內，共 2 分)



▲圖(一)



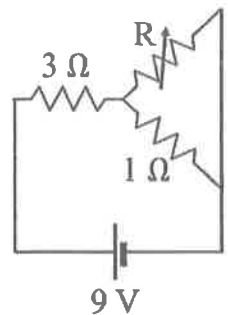
▲圖(二)



▲圖(三)

2. 將一個電池與三個電阻連接成如右圖(四)之電路圖，其中 R 為可變電阻，忽略導線電阻與電池內電阻，請回答以下問題：

- (1) 若可變電阻值 $R = 3$ 歐姆，則可變電阻的電功率為 瓦(請作答於底線內，共 2 分)。
- (2) 請求出可變電阻電功率之最大值。(請務必於下表中列出計算過程，答案請作答於底線內，共 4 分)



▲圖(四)

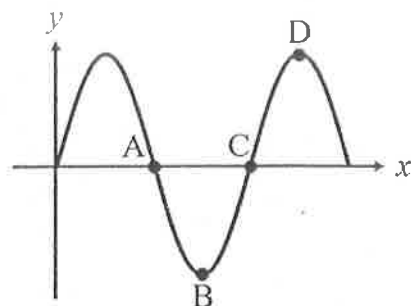
可變電阻電功率之最大值= 瓦

理論四 波動(共 8 分)

某週期波在時間 $t=0$ 時的位移 y 對位置 x 之關係圖如右圖(一)所示，已知此波向 $+x$ 方向傳遞，若定義向上為正，請回答以下問題：

1. 下圖(二)~圖(四)為此波上某幾個質點之位移 y 對時間 t 、速度 v 對時間 t 、加速度 a 對時間 t 關係圖，請回答這三張關係圖分別對應到圖(一)中所標示的哪些質點。

(請於下表底線內以 A、B、C、D 作答，每格 2 分，共 6 分)

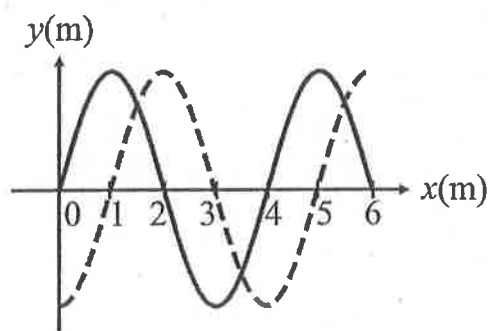


▲圖(一)

圖形			
說明	▲圖(二)、 $y-t$ 關係圖	▲圖(三)、 $v-t$ 關係圖	▲圖(四)、 $a-t$ 關係圖
質點 (請填入 A、B、 C、D)	_____點	_____點	_____點

2. 右圖(五)實線為此週期波在 $t=0$ 時的波形，虛線則為在 $t=0.5$ 秒時的波形，已知此波的波速量值小於 15 公尺/秒，請求出所有可能的波速量值。(請作答於底線內，共 2 分)

波速=_____公尺/秒

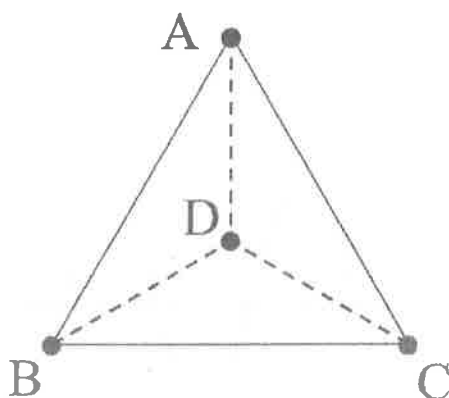


▲圖(五)

理論五 電磁學(共 8 分)

1. A、B、C、D 四個點電荷分布在一個正三角形上，如下圖(一)所示，A、B、C 電荷在三個頂點上，帶電量同為 $+Q_1$ ；D 電荷在重心上，帶電量為 $-Q_2$ ，若忽略所有點電荷間的萬有引力，請回答以下問題：

(1) 請於下圖(一)中畫出 A 電荷的受力圖。(請務必標示作用力名稱並注意方向，共 2 分)

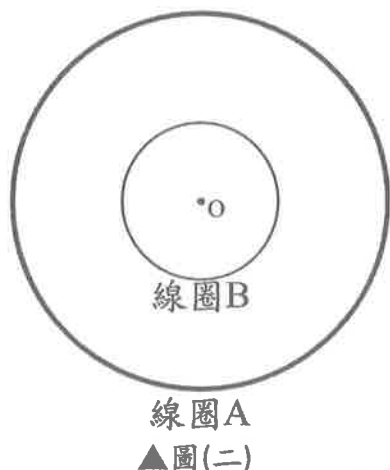


▲ 圖 (一)

- (2) 欲使此四個點電荷維持靜止狀態，則 $\frac{Q_1}{Q_2} =$ _____。(請作答於底線內，共 3 分)

2. 如下圖(二)所示，一個圓形絕緣線圈 A 上方均勻分布電荷，內部有另一個圓形導體線圈 B，兩線圈之圓心 O 重疊，當線圈 A 以通過 O 點且垂直出紙面之轉軸轉動時，發現線圈 B 產生感應電流，若觀察者以進入紙面方向觀看，試問右表中有關線圈 A 所帶之電性、轉動方向及轉速，何者可以使線圈 B 產生順時針方向的感應電流？(請於底線內填入選項，共 3 分)

答案：



▲圖(二)

選項	線圈 A 上 電荷之電性	線圈 A 之 轉動方向	線圈 A 之 轉速
A	負電	逆時針	愈轉愈快
B	負電	逆時針	等速旋轉
C	負電	逆時針	愈轉愈慢
D	負電	順時針	愈轉愈快
E	負電	順時針	等速旋轉
F	負電	順時針	愈轉愈慢
G	正電	逆時針	愈轉愈快
H	正電	逆時針	等速旋轉
I	正電	逆時針	愈轉愈慢
J	正電	順時針	愈轉愈快
K	正電	順時針	等速旋轉
L	正電	順時針	愈轉愈慢