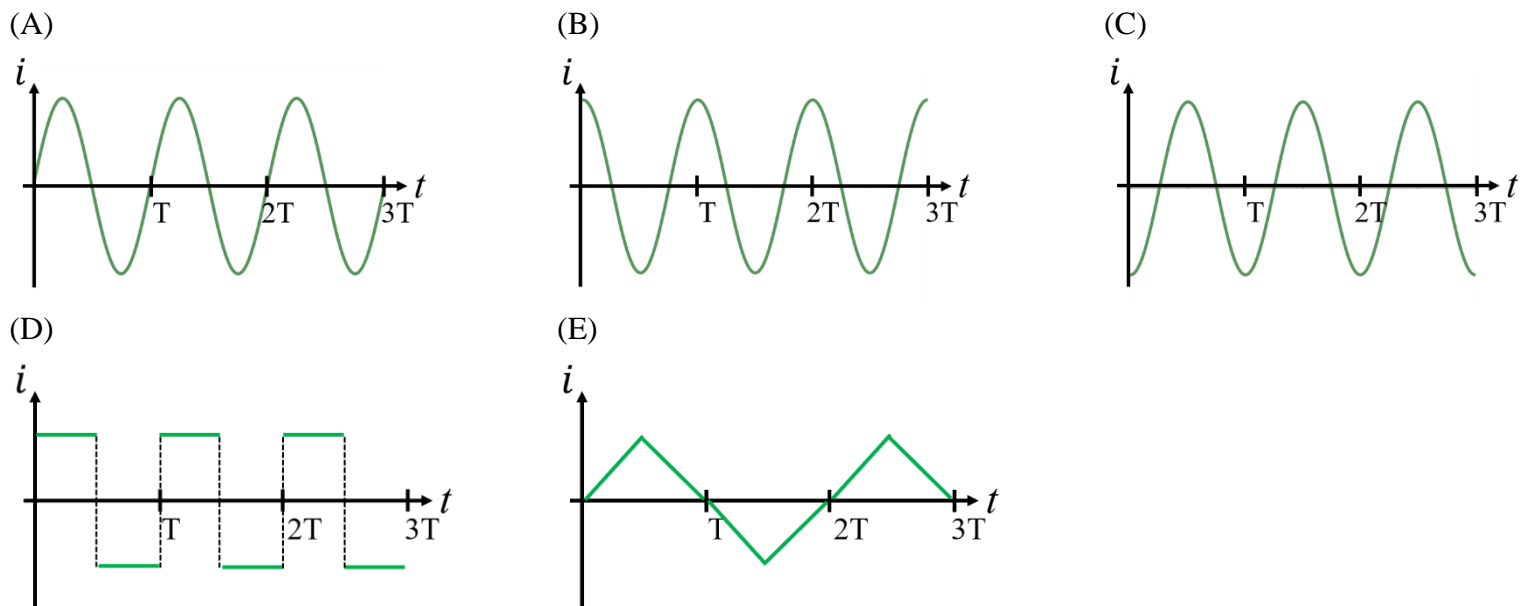
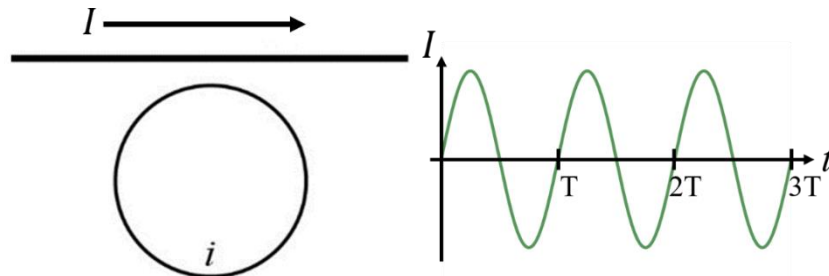


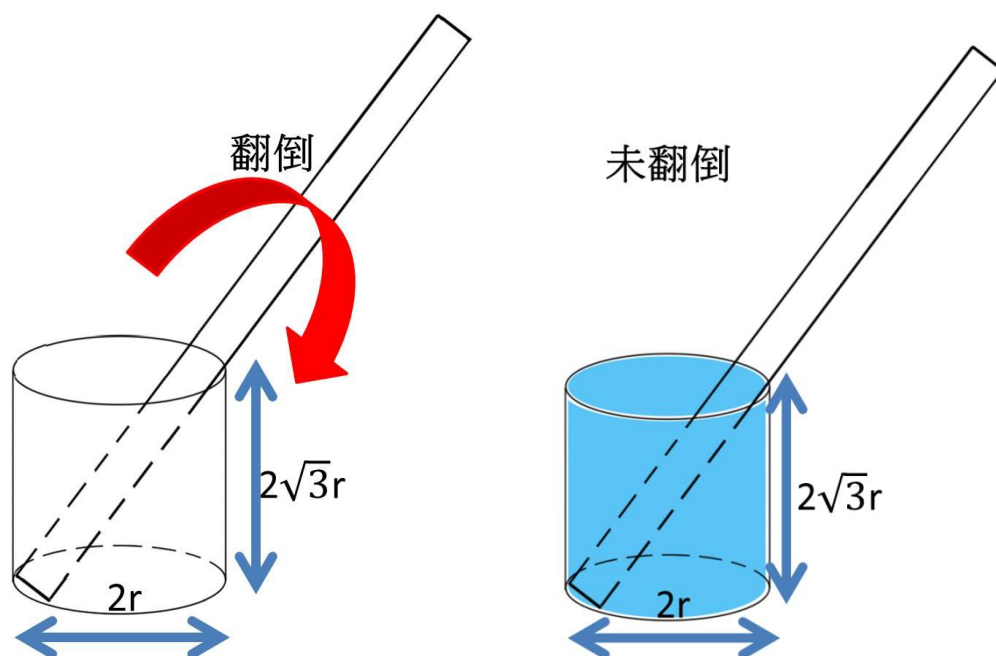
※答案請寫於答案卷上，否則不予計分※

## 一、單選題：每題 3 分，共 12 分

1. 今有一長直導線與導線環固定在同一紙平面上，擺放方式如左圖。長直導線通有電流  $I$ ，電流  $I$  與時間  $t$  的關係如右圖。假設電流  $I$  向右為正，感應電流  $i$  逆時針為正，則下列有關導線環上出現之感應電流  $i$  與時間  $t$  的關係圖，何者正確？



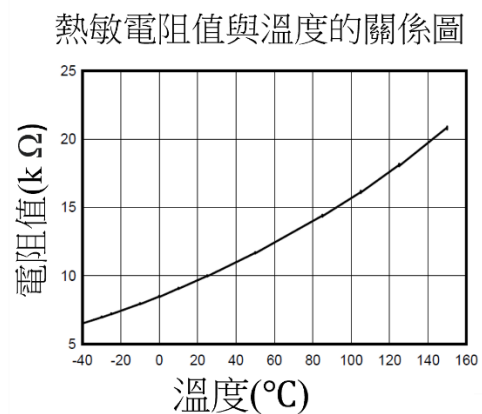
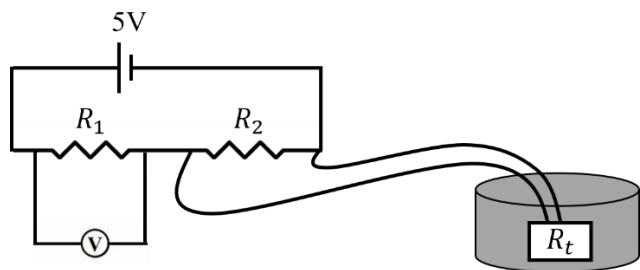
2. 小平在做實驗時，把重  $W$  的均勻玻棒斜放在重  $W$  的空燒杯內後放手離開，結果放有玻棒的空燒杯會翻倒(如左圖)；若將相同玻棒斜放在裝滿水(水的重量為  $W$ )的相同燒杯內後放手離開，結果放有玻棒且裝滿水的燒杯沒有翻倒(如右圖)。已知燒杯底部直徑為  $2r$ ，高為  $2\sqrt{3}r$ ，假設燒杯+水可視為均勻圓柱體，其質量可視為集中於中心軸上、玻棒的質量不變且均勻分布以及玻棒的體積可忽略不計(不計浮力)，試問當玻棒長度為下列何者時，玻棒+滿水燒杯恰要翻倒？



※上圖皆為示意圖，未按比例繪製。

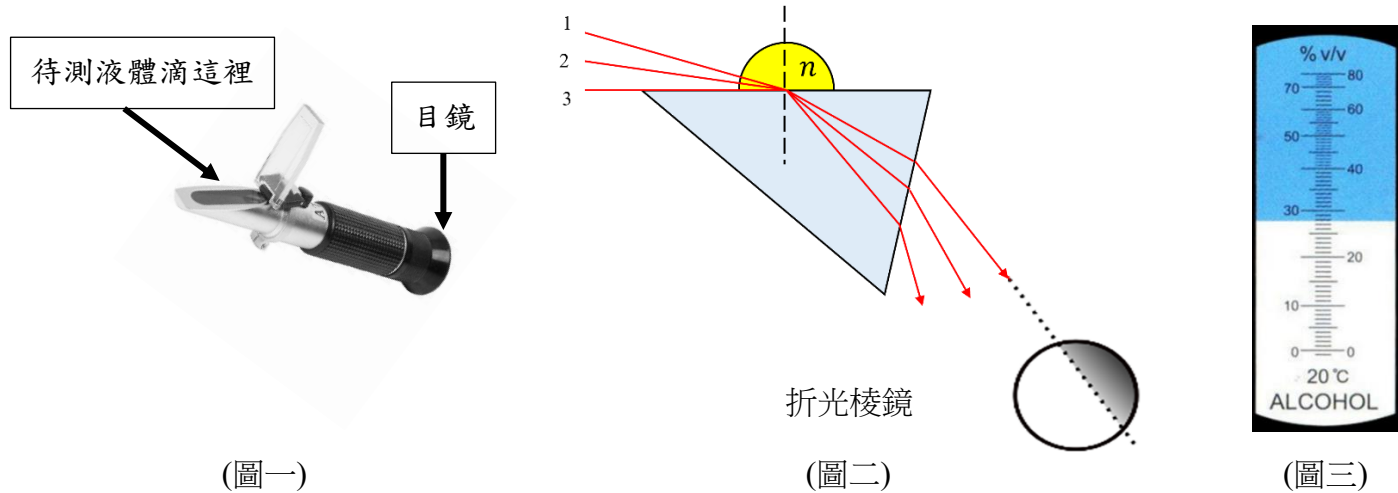
- (A)  $r$  (B)  $8r$  (C)  $12r$  (D)  $16r$  (E)  $20r$

3. 莊同學想利用熱敏電阻測量燒杯裡的熱水溫度，他設計了一個電路如左圖。電路包含一個理想的  $5V$  電池、兩個固定電阻值的碳鋅電阻、一個熱敏電阻  $R_t$  和一台伏特計，其中  $R_1$  為  $10k$  歐姆， $R_2$  為  $30k$  歐姆，熱敏電阻  $R_t$  的電阻值與溫度的關係如右圖。今將熱敏電阻浸泡在熱水中，發現伏特計的讀值為  $2.5V$ ，請問這杯熱水的溫度約幾 $^{\circ}C$ ？



(A)60 (B)70 (C)80 (D)90 (E)140

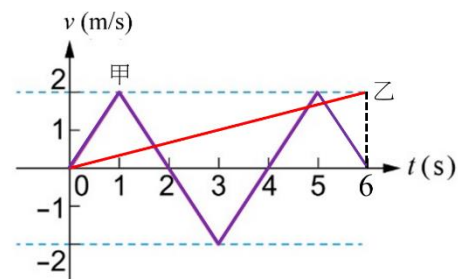
4. 折射率  $n$  是指光在真空中的速度跟其進入介質後的速度之比，通常使用折射儀來測定透明、半透明液體或固體的折射率，其主要構造包含折光棱鏡、透光蓋板與目鏡，如圖一。折射儀的使用方法是將待測液體（待測液體可視為半球體）滴在折光棱鏡上，如圖二。1 至 3 號間的光線對準待測液體的球心，經過折光棱鏡折射後，光線會往不同方向射出，最後藉由亮區與暗區的交界處判斷待測液體的折射率，如圖三。下列關於折射儀的敘述，何者正確？



- (A)亮區與暗區的交界處由 1 號光線決定  
 (B)亮區與暗區的交界處由 3 號光線決定  
 (C)折光棱鏡的材質不會影響亮區與暗區的交界處位置  
 (D)待測液體的體積會影響亮區與暗區的交界處位置  
 (E)待測液體的折射率必須大於折光棱鏡的折射率才可以使用此折射儀

二、多選題：每題 5 分，共 20 分（答錯一個選項扣 2 分，扣至該題零分為止。）

5. 甲、乙從相同位置沿  $x$  軸運動，其速度  $v$  對時間  $t$  的關係如圖所示，且定義向右為正。下列有關甲、乙運動的敘述，何者正確？
- (A)甲、乙在 1~2 秒發生第一次相遇  
 (B)甲、乙在 2~3 秒發生第一次相遇  
 (C)甲的速度方向與加速度方向始終相反  
 (D)在 6 秒內，甲、乙的平均速率相同  
 (E)在第 6 秒時，甲的加速度量值大於乙的加速度量值

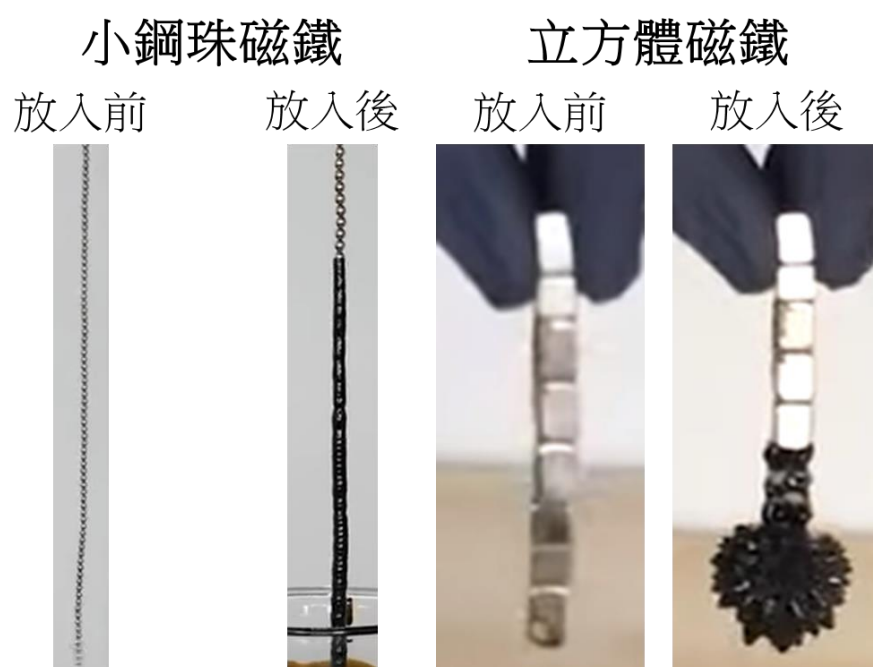


6. 在一項科學實驗中，研究人員使用了一種特殊的磁性液體，稱為鐵磁流體。這種液體在沒有外部磁場作用時表現得像普通液體，但在外部磁場作用下，它會迅速變得像固體一樣，並且能夠在磁場的作用下形成尖塔狀結構。鐵磁流體的這種性質使其在醫學、工程和藝術領域有著廣泛的應用。

現今有研究人員做了兩個實驗，內容如下

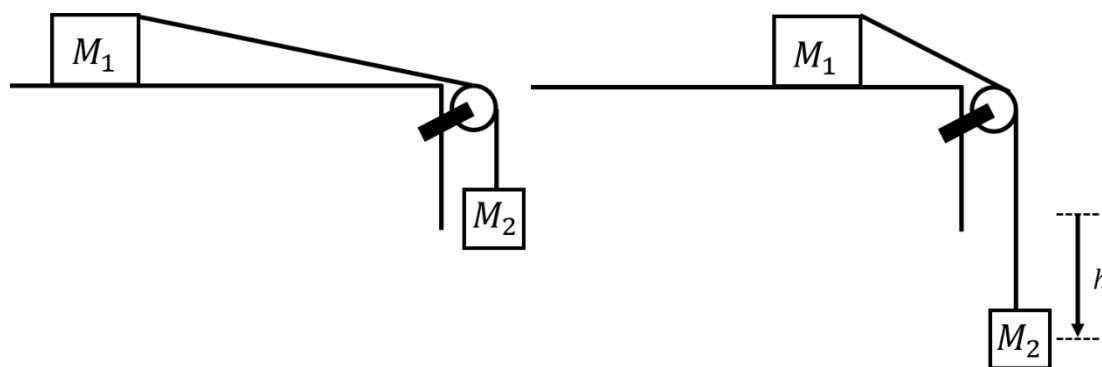
實驗一：將塑膠圓珠放入裝有鐵磁流體的容器中，塑膠圓珠浮在鐵磁流體面上。

實驗二：將一串聯許多顆具有磁性且相吸的小鋼珠排成一行放入裝有鐵磁流體的容器中，發現鐵磁流體會沿著串聯的小鋼珠往上流動(如左圖)；將串聯好的立方型磁鐵放入裝有鐵磁流體的容器中，發現鐵磁流體只會在立方型磁鐵的一端附著(如右圖)。請依據上述的文章內容，判斷下列敘述哪些正確？



圖片來源：<https://reurl.cc/nrpK6v>

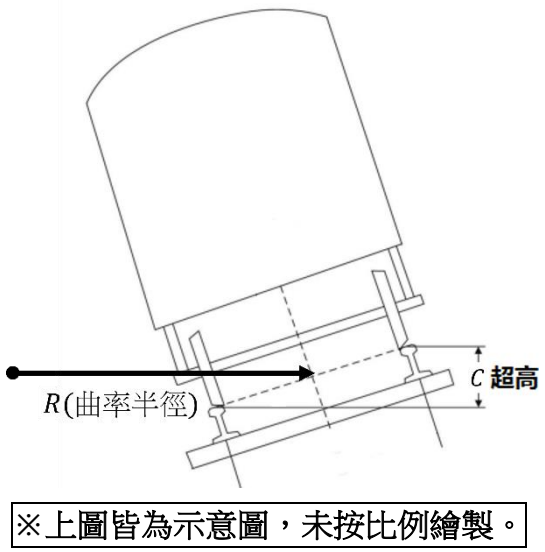
- (A) 依照實驗一的結果得知，將物體放入鐵磁流體中，物體沒有受到浮力。  
 (B) 依照實驗一的結果得知，將物體放入鐵磁流體中，物體仍有受到浮力。  
 (C) 依照實驗二的結果得知，小鋼珠磁鐵的磁場強度較立方體磁鐵強。  
 (D) 依照實驗二的結果得知，小鋼珠磁鐵浸入鐵磁流體中，鐵磁流體是因所受的表面張力較大而有明顯的向上流動；立方型磁鐵浸入鐵磁流體中，鐵磁流體受的表面張力較小，故鐵磁流體只在立方型磁鐵下端附著。  
 (E) 依照實驗二的結果知，鐵磁流體被磁鐵靠近時，會被吸引並產生流動。
7. 王老師最近剛好在上摩擦力的單元，他想藉由演示「懸崖勒馬」來加強學生對摩擦力的概念。王老師利用紙盒製作一紙馬 $M_1$ 置於桌上，並以棉線連接紙馬與懸吊物 $M_2$ ，如左圖所示。今使懸吊物掉落，懸吊物拉著紙馬往前跑，結果紙馬到懸崖（桌緣）就自動停住了，此時可以觀察到懸吊物 $M_2$ 下降高度 $h$ ，如右圖所示。已知紙馬與桌面的靜摩擦係數為 $\mu_s$ ，動摩擦係數為 $\mu_k$ ，重力加速度為 $g$ ，且棉線的質量可忽略，則下列那些敘述正確？



- (A) 紙馬 $M_1$ 從移動的瞬間至停下來過程中， $M_1$ 的加速度量值越來越小  
 (B) 紙馬 $M_1$ 從移動的瞬間至停下來過程中， $M_1$ 所受的摩擦力皆為 $M_1g\mu_k$   
 (C) 紙馬 $M_1$ 從移動的瞬間至停下來過程中，繩張力對 $M_2$ 作功為 $-M_2gh$   
 (D) 紙馬 $M_1$ 停下來後， $M_1$ 所受的摩擦力為 $M_1g\mu_s$   
 (E) 紙馬 $M_1$ 停下來後，棉線對紙馬 $M_1$ 的繩張力量值為 $M_2g$

8. 提高台鐵列車之行車速度及安全性一直是交通部努力發展的目標，但是列車在彎道處的車速並非沒有限制，必須依循「曲線限速理論」運行。曲線限速理論是利用物體在作圓周運動時所需的向心力與速率平方成正比、曲率半徑成反比，去計算列車在不同軌道上的最大安全速率。如下表，我們可以得知在不同超高及曲率半徑下，非傾斜式列車與傾斜式列車（使列車在高速過彎時，車廂能產生比鐵道更為傾斜的角度）在過彎時的最大安全速率。下列對於表格中不同情況下最大安全速率的推論，何者較為適當？

R C	非傾斜式列車				傾斜式列車			
	306 m	600 m	700 m	820 m	306 m	600 m	700 m	820 m
90 mm	80 km/h	111 km/h	120 km/h	130 km/h	94 km/h	132 km/h	143 km/h	153 km/h
70 mm	75 km/h	105 km/h	113 km/h	123 km/h	90 km/h	126 km/h	137 km/h	148 km/h
50 mm	70 km/h	98 km/h	106 km/h	114 km/h	86 km/h	121 km/h	130 km/h	141 km/h
35 mm	66 km/h	92 km/h	99 km/h	108 km/h	83 km/h	116 km/h	125 km/h	136 km/h



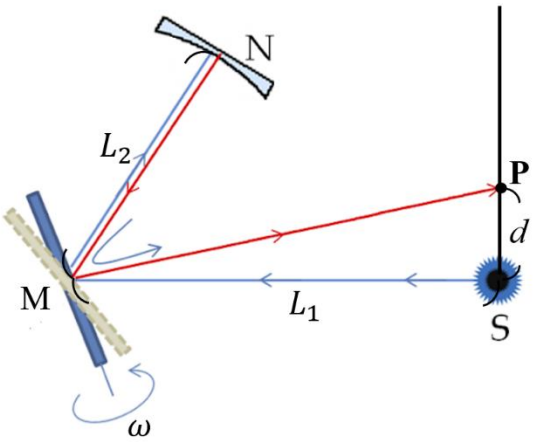
(表格中的  $C$  為超高、 $R$  為曲率半徑，其中超高是鐵軌內外軌間的高度差。而傾斜式列車在轉彎時能傾斜車體。)

- (A) 列車在過彎時，鐵軌內外軌會有一高度差，主要目的是為了產生向心力
- (B) 傾斜式列車之所以有較快的最大安全速率是因為列車傾斜可以降低運行過程中所受摩擦力
- (C) 超高相同時，可以藉受增加曲率半徑，來獲得更多的向心力
- (D) 曲率半徑相同時，可以藉受增加超高，來獲得更多的向心力
- (E) 列車超重也可能影響過彎時的最大安全速率

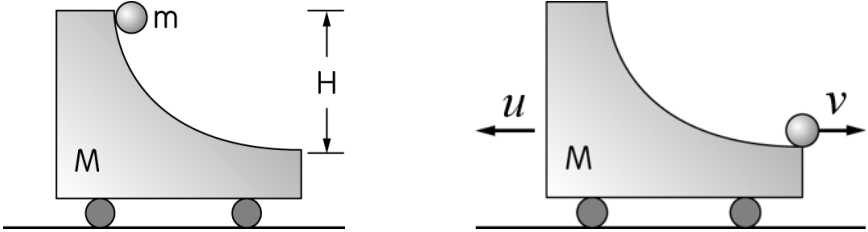
### 三、填充題：每格 5 分，共 60 分

9. 小明將銅塊放入裝有水的燒杯中，一起放在加熱器上加熱，待水沸騰後，將銅塊取出燒杯至於大氣中並馬上將銅塊跟常溫的 A 金屬塊接觸，達熱平衡後兩者溫度測量值為  $T_A$ 。接著移除 A 金屬塊後，再馬上將常溫的 B 金屬塊接觸，達熱平衡後兩者的溫度測量值為  $T_B$ ，假設 A 和 B 兩金屬塊完全相同且初始溫度也相同，試問：  
 $T_A$  (9)  $T_B$  (請填入  $\geq$  或  $>$  或  $=$  或  $\leq$  或  $<$ )

10. 陳同學想利用旋轉鏡法測量光在空氣中的速度。他準備了一個轉速為  $\omega$  的反射鏡 M 和一個距離反射鏡 M 為  $L_2$  的靜止反射鏡 N，並在距離反射鏡 M 為  $L_1$  處架設一個光源 S，如圖所示。今光線順利透過反射鏡 M 和反射鏡 N 反射後，於屏幕上產生一個亮點 P，此亮點 P 與光源的距離為  $d$  (光源緊貼著屏幕)，且  $d \ll L_1$ 。根據以上的參數，陳同學可以推得光在空氣中的速度為 (10)。



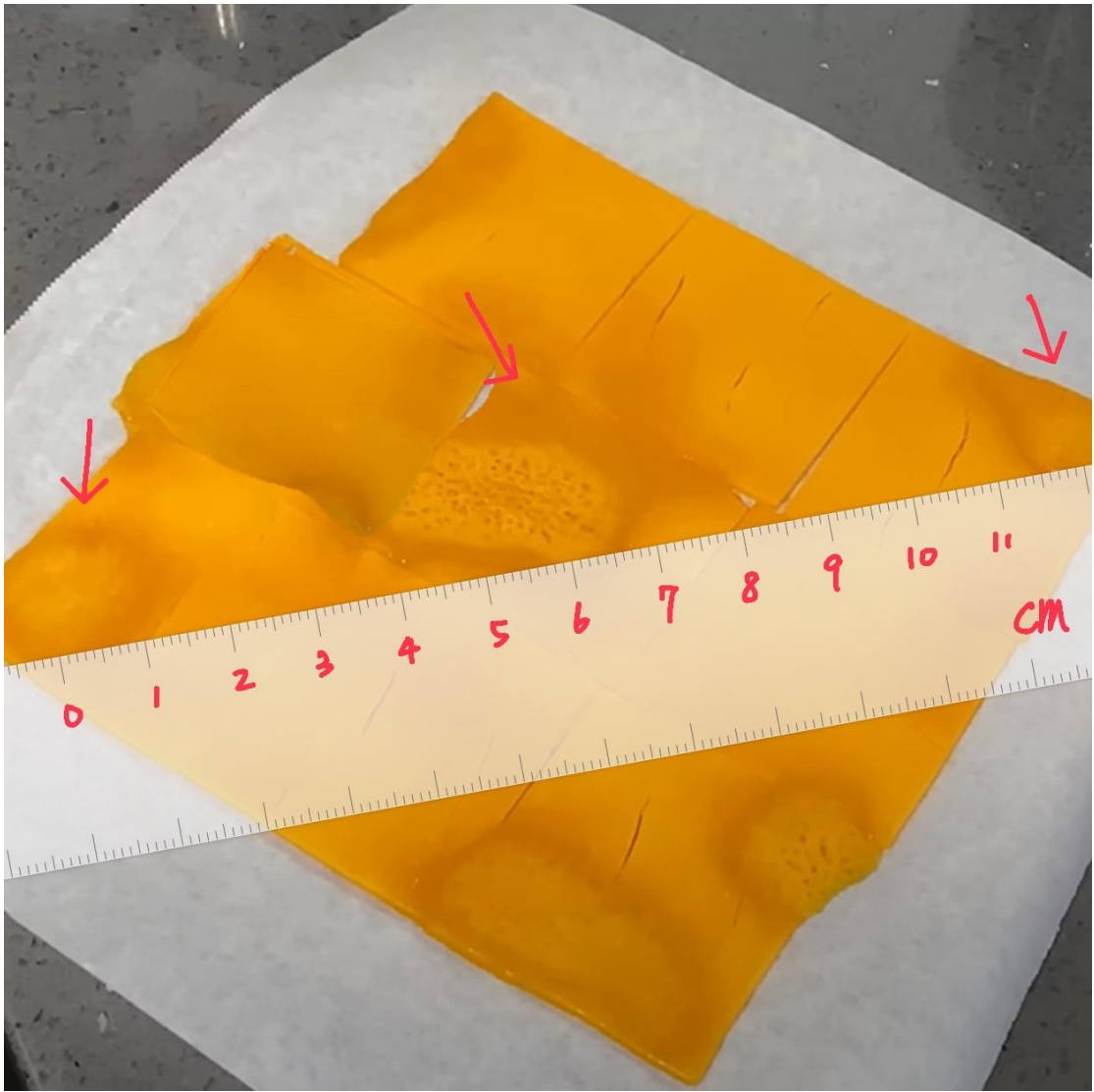
11. 如左圖所示，在光滑水平面上有一滑車，質量為  $M$ ，滑車上有一弧形軌道，高度為  $H$ ，軌道底端成水平。有一質量  $m$  的物體，從軌道頂端沿軌道自由滑下，不計摩擦力，當物體脫離軌道底端的瞬間，滑車速度量值為  $u$ ，物體速度量值為  $v$ ，如右圖所示。則物體從軌道頂端滑至脫離軌道底端的瞬間，正向力對物體作功為 (11)。(設重力加速度量值為  $g$ ，且忽略物體的體積)



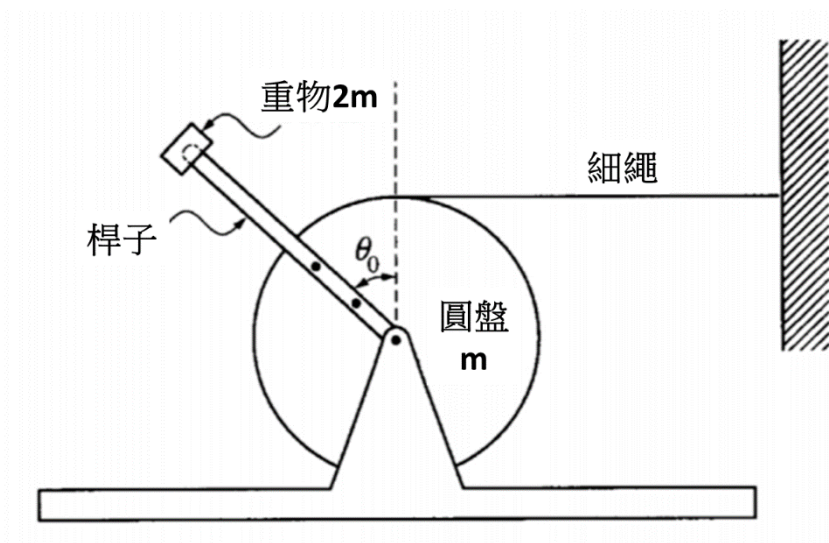


12. 有一位物理網紅在社群平台上傳一部影片，其內容詳細介紹了微波爐如何加熱食物、解釋了微波如何產生以及微波會使食物中的水分子高速來回旋轉。影片中特別提及微波爐在運作時，電磁波在腔體內形成一種特殊的合成波，這種合成波形無法前進，因此無法傳播能量。此合成波大部分的位置皆持續上下震動、且其振幅皆不相等，也有部分位置振幅為零。為了測量微波爐的電磁波頻率，物理網紅將微波爐底部的旋轉盤拿掉，把起司片放進去微波爐裡面微波 30 秒，拿出來後發現起司片僅部分(箭頭處為振幅較大的區域)有融化的現象。已知圖中的尺所標記之數值的單位為公分；尺的最小刻度為 0.1 公分且光速為每秒 30 萬公里。請測量融化區域間距並完成下列表格與列出詳細計算過程，算出此電磁波的頻率。

測量物理量	第一次測量	第二次測量	平均
波長 (公分)	(12-1)	(12-2)	(12-3)
頻率(Hz)			(12-4)



13. 如圖所示，均勻的圓盤(質量為  $m$ ，半徑為  $R$ )安裝在一固定軸上並且可以無摩擦地自由旋轉。 一根質量不計的桿子(長度  $2R$ )，牢固地固定在圓盤上。桿子的末端附有一重物質量為  $2m$ 。系統透過一條質量不計的水平細繩與桿子保持平衡，桿與垂直方向夾角 $\theta_0 = 60^\circ$  度，細繩一端連接到圓盤，另一端連接到牆壁。已知重力加速度為  $g$ ，試求細繩的張力=\_\_(13-1)\_\_；固定軸作用在圓盤的作用力=\_\_(13-2)\_\_。



14. 林同學從網路上找到了可以利用錐動擺來得知地球表面的重力加速度量值，所以他想親自進行實驗來驗證。已知錐動擺是利用一條細繩，一端固定於天花板，一端繫上物體  $m$ ，使  $m$  維持在同一水平高度作等速圓周運動，且這個物體的高度  $h$  會隨著物體作圓周運動之週期  $T$  改變，其關係式為

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

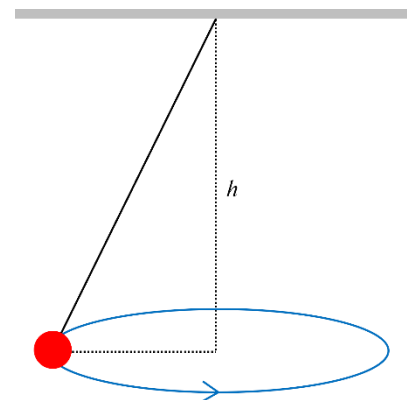
也就是說林同學只要藉由改變物體的旋轉週期  $T$ ，並測出對應的高度  $h$  就可以得到  $g$  值。林同學改變物體的旋轉週期  $T$  三次，並記錄對應的高度，結果如下。

旋轉週期 $T$ (s)	週期平方 $T^2$ (s <sup>2</sup> )	高度 $h$ (cm)
1.62	2.62	58.3
1.48	2.19	48.9
1.37	1.88	41.3

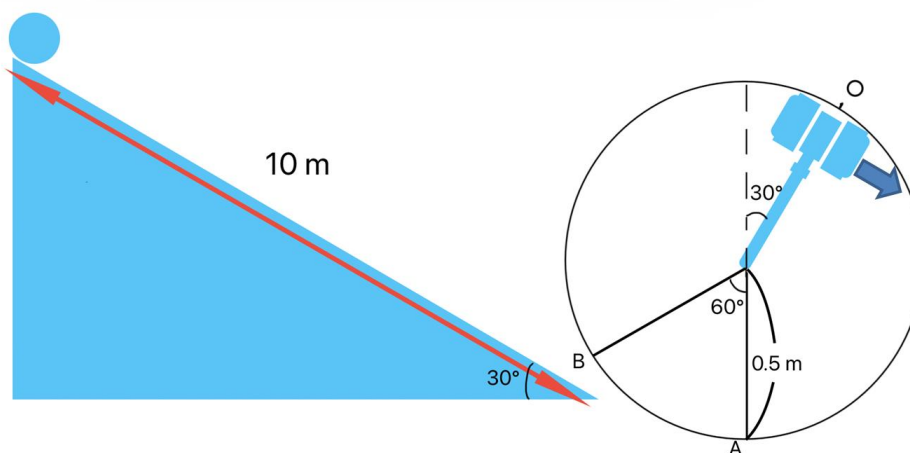
接下來林同學利用 excel 製作週期平方  $T^2$  (s<sup>2</sup>) 對高度  $h$  (cm) 的關係圖之後，加入趨勢線得方程式為：

$$y = 22.7x - 1.08$$

請根據趨勢線的方程式，求出目前所在位置的重力加速度為     (14)     m/s<sup>2</sup>。(答案請四捨五入到小點後一位)



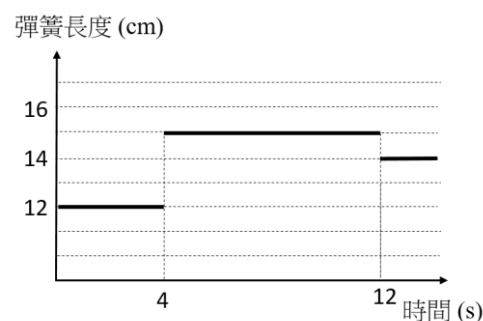
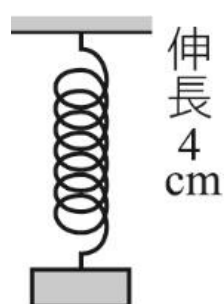
15. 在孟加拉的某個城鎮有一個活動，內容是釋放皮球通過一個裝置被擊中(如下圖)，即可獲得一桶食用油。裝置為一個 30 度的斜坡，後方有一個鐵鏈電動裝置，持續作順時針鉛直面的等速率圓周運動。挑戰者將皮球放至斜坡起點上並自由釋放，若能被鐵鏈擊中即為過關。假設已知物體在斜坡上距地 10 公尺，鐵鏈的長度為 0.5 公尺，平均速率為  $\frac{10\pi}{3}$  公尺/秒，重力加速度為 10 公尺/秒<sup>2</sup>，忽略挑戰者的反應時間，鐵鏈電動裝置由鉛直面圓周 O 點開始計時，底部 A 至 B 的區域是當皮球滑至斜坡最低點(即皮球沿斜坡下滑 10 公尺)時，鐵鏈只要在 A 至 B 的區域，即可算擊中皮球。試問挑戰者要在鐵鏈電動裝置啟動後的哪些時段之間自由釋放皮球，才能被鐵鏈擊中？(答案請以時間  $t = \underline{\hspace{1cm}}$  (15-1) 秒至  $t = \underline{\hspace{1cm}}$  (15-1) 秒與時間  $t = \underline{\hspace{1cm}}$  (15-2) 秒至  $t = \underline{\hspace{1cm}}$  (15-2) 秒表示。)



※上圖皆為示意圖，未按比例繪製。

#### 四、混合題：每題 8 分，共 8 分

16. 將一質量為 10 公克的砝碼，掛在原長 10 公分的彈簧下端，可使之伸長 4 公分，如左圖所示。若今將彈簧與砝碼改掛在電梯的天花板上，在  $t = 0$  秒時，電梯從靜止狀態開始下降，同時記錄彈簧長度  $L$  與時間  $t$  的關係，結果如右圖。假設向下為正，重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，則：



- (1) 請在答案紙上畫出電梯 12 秒內的速度  $v$  與時間  $t$  的關係。(4 分)
- (2) 請問電梯 12 秒內的位移量值為多少公尺？(4 分)