

姓名：

准考證號碼：

## 國立臺南第一高級中學一〇六學年度學術性向資優鑑定

### 【數理類】複選第二階段物理實作評量試題

各位同學好，作答之前，請詳閱以下注意事項：

1. 手機請務必關機，手錶鬧鐘鬧鈴設定請取消，並將手機放置於前方地板上。
  2. 桌上僅放置准考證及文具。
  3. 遲到15分鐘以上不准入場，考試開始30分鐘內不准出場。
  4. 考生不得將試題及答案卡(卷)攜出試場，違者該科不予計分。
  5. 請檢查桌面上是否有一張A4的計算紙
  6. 你所能允許攜帶的文具
    - (1) 黑色或是藍色的原子筆（最多兩支）
    - (2) 鉛筆（最多兩支）
    - (3) 橡皮擦或是修正液、修正帶（不一定需要）
    - (4) 尺
- 其他文具請收好，在考試時皆不允許使用。
7. 請務必在本頁左上角填入姓名及准考證號碼。
  8. 考試時間 8:00 - 9:00，共60分鐘，試題共7頁。

☆鈴響前請勿翻開試題本☆

## 第一部份物理學力

### 力學

1. 關於捷運電聯車由靜止開始運動的力學原理，小台、小南、小一、小中等四人，均以電聯車為系統，提出電聯車開始運動的原因：( 5% )

小台：電聯車內的電動機（馬達）。

小南：軌道的摩擦力。

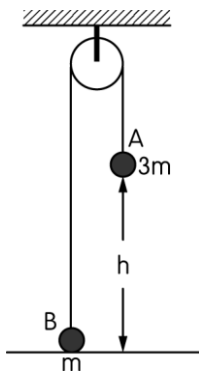
小一：電聯車的慣性。

小中：電纜線的拉力。

(1) 在四人的說法中，哪個人的解釋是正確的？

(2) 當電聯車在水平軌道上等速度行駛時，馬達是否需要提供推力？

2. 質量為  $3m$  及  $m$  之 A、B 兩球，各繫於一輕繩之兩端，此繩跨過一無摩擦之滑輪，設 A 球距地面高  $h$ ，而 B 球靜止於地面，重力加速度為  $g$ ，將 A 球釋放後：( 10% )

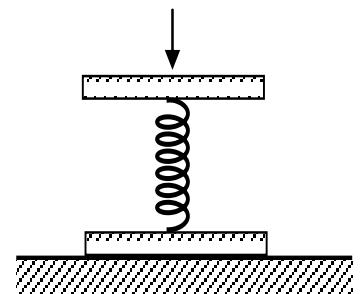


(1) 兩球同高時，速度為何？

(2) A 球著地時，B 球能達到之最大高度為何？

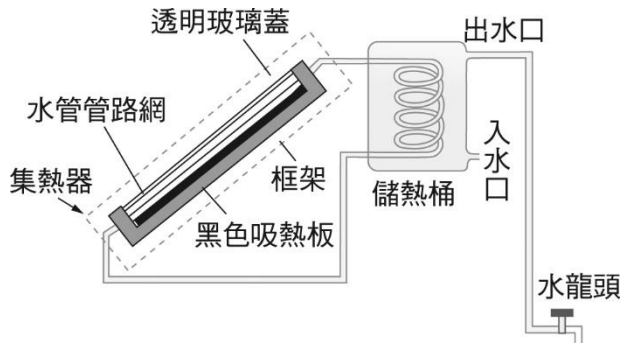
3. 一彈簧其自然長度  $L_0 = 15\text{ cm}$ ，兩端各裝置質量為  $200\text{ g}$  之圓盤，如圖

所示。若彈簧之彈力常數為  $K = 1.0 \times 10^3\text{ N/m}$ ，試問：若從盤上面往下壓，要施多大力，才會使下面的圓盤在鬆手後反彈脫離地面？重力加速度  $g = 10\text{ m/s}^2$  ( 10% )



## 熱學

4. 在日照充足的地方，有些房子的屋頂裝置有太陽能熱水器，附圖所示為其側視圖。其主要構造有集熱器（圖中以虛線框起來的部分）和儲熱桶兩部分。陽光穿過集熱器的透明玻璃蓋，射至黑色的金屬吸熱板。吸熱板吸收了太陽輻射熱能，經由板上水管管路內的水，將熱傳輸至儲熱桶，加熱桶內的水。儲熱桶的熱水出水口，有水管接至屋內的水龍頭，打開水龍頭就可以用桶內的熱水。根據上述之圖文，回答(1)~(3)題。( 20% )



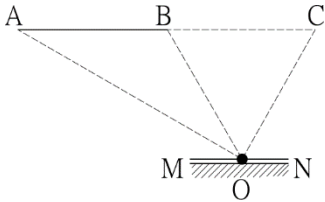
- (1) 集熱器傾斜放置的原因為何？ 台南位於北緯 $23^\circ$ ，你認為集熱器傾斜角度最好為何？  
( 10% )

- (2) 若此集熱器的吸熱板面積為2平方公尺，日照充足時，平均每1平方公尺接收到的太陽能為每秒1000焦耳，則此集熱器接收到的太陽能功率為多少kW？( 5% )

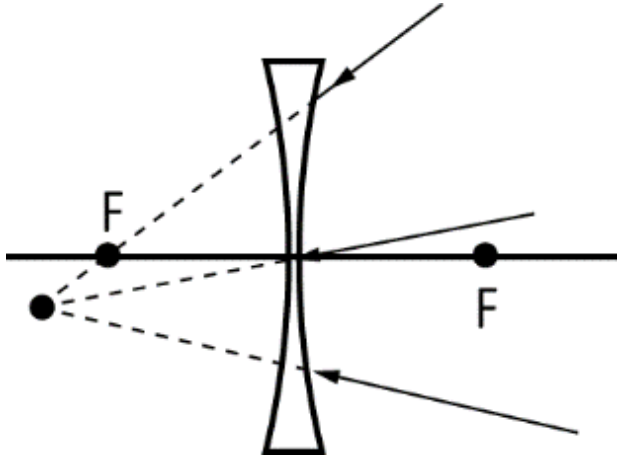
- (3) 承上題，若此太陽能熱水器的效率為60%，儲水桶的容量為300公升，則日照2小時可使桶中的水溫上升多少 $^\circ\text{C}$ ？（水的比熱為4.2千焦耳/千克 $\cdot^\circ\text{C}$ ）( 5% )

## 光學

5. 如圖，在桌面上豎立A、B二針，於AB線之一側，距B 20 (cm)處立一面向兩針，且與AB線平行之極小平面鏡MN，使在AB延長線上距B 20 (cm)之C點恰可見B之像；當鏡轉 $15^\circ$ 時可在C處見A之像，則AB之距離為何？ ( 5% )



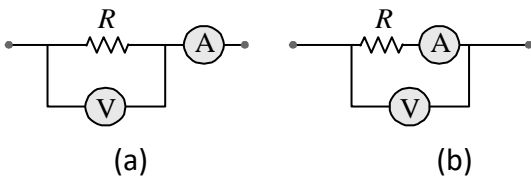
6. 光線由右射向透鏡，畫出圖中三條光線經透鏡折射後的路徑，並說明理由。( 15% )



## 電磁學

7. 小華想利用一個伏特計及一個安培計來測量某真值為 1000 歐姆的電阻，已知伏特計的內電阻為 10000 歐姆，安培計的內電阻為 10 歐姆。( 15% )

- (1) 以圖(a)的接法所得的測量值為① \_\_\_\_\_ 歐姆，相對誤差為② \_\_\_\_\_ %。
- (2) 以圖(b)的接法所得的測量值為① \_\_\_\_\_ 歐姆，相對誤差為② \_\_\_\_\_ %。
- (3) 以圖 \_\_\_\_\_ 的接法所得的測量值較準確。



## 第二部份物理探究

本部分主要測試同學的探究能力，由所提供的閱讀資料，回答以下 3 個問題。

### 表面張力的現象與成因

表面張力是使液體表面像一張薄膜的特性，因此昆蟲可以在水面上行走，也使得小物體，甚至金屬如針頭，刀片，可以漂浮於水面上，另外，它也是毛細現象的成因。

如果不考慮表面張力，將無法解釋許多物理和化學液體的特性，它控制小質量液體可以產生的形狀，以及液體與另一物質之間的接觸角。接觸角是意指在液體界面接觸固體表面而形成的夾角。

應用牛頓物理學來分析表面張力所造成的力，可精確地預測許多人們司空見慣的液體特性，此外，也可應用熱力學分析相同的力，更進一步地預測液體其他更細微的特性。

表面張力的成因為液體分子與其他不同分子間的吸引力。液體內部，每個分子被各方向的鄰近分子以同樣大小的力吸引著，因此淨力為零；然而在液體表面，液體分子被下方的液體分子拉向內，但沒有被其他鄰近介質(可能為真空、空氣或其他液體)拉緊，因此所有表面的分子主要皆受到向內的吸引力，唯一能抗衡的只有壓縮液體時產生的阻力，此向內的拉力削減表面積，使液體的表面就像拉長的彈性膜，而液體盡可能地拉緊自身直到擁有最小表面積。

### 影響表面張力的因素

表面張力的大小除了和液體的種類及狀態有關外，也和液體表面接觸的介質有關。一般而言，當液體的溫度升高時，其表面張力減小。另外，雜質也會影響表面張力的大小。

### 表面張力的定義

而單純就物理上的定義來說，表面張力為液體表面接觸邊緣，每單位長度所受的垂直拉力。即表面張力(T) = 垂直拉力(F) / 接觸長度，想像線框上長度L的肥皂薄膜，則其受到 2TL 向內的表面張力(一層薄膜有兩個表面，故乘以 2)。表面張力的量度單位為每單位長度所受的力，其 SI 單位為牛頓 / 公尺 ( N / m )，但達因 / 公分 ( dyne / cm ) 的 CGS 單位較常被使用。

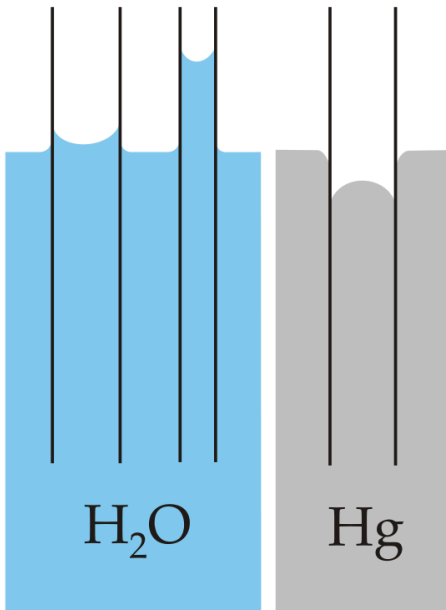
就能量的角度來看，表面張力就是液體表面每單位面積所儲存的位能。即表面張力(T) = 內聚力所做的功 / 總面積增加量 =  $\Delta W / \Delta A$  ( J / m<sup>2</sup> )，因此表面張力量度的 SI 單位也可為焦耳 / 平方公尺 ( J / m<sup>2</sup> )，CGS 單位則為耳格 / 平方公分 ( erg / cm<sup>2</sup> )。這些功被儲存為位能，由於力學體系會自動尋找最低位能的狀態，因此一給定體積的自由滴液會自然形成球形而有最小的表面積。

### 毛細現象

是指液體在細玻璃管內側，由液體與物體之間的附著力和內聚力而產生的表面張力組合而成，液體在不需施加外力的情況下，流向細玻璃管的現象，該現象甚至令液體克服地心引力而上升。內聚力，同類分子間的吸引力，如水分子間的吸引力，其方向對稱於液體的分布；附著力，異類分子間的吸引力，如液體分子與容器壁分子間的吸引力，其方向與管壁方向垂直。當液體和固體(管壁)之間的附著力大於液體本身內聚力時，就會產生毛細現象。液體在垂直的細管中時液面呈凹或凸狀為此現象所造成的影響。

當垂直的細玻璃管底部置於液體中（比如是水）時，管壁對水的附著力便會使液面四周稍比中央高出一些；直到液體表面張力已經無法克服其重量時，才會停止繼續上升。在毛細管中，液柱重量與管徑的平方成正比，但是液體與管壁的接觸面積只與管徑成正比；這使得較窄的毛細管吸水會比較寬的毛細管來得高。

在某些液體與固體的組合中，與毛細管吸水的狀況略為不同，例如細玻璃管與汞，汞柱本身的原子內聚力大於汞柱與管壁之間的附著力，故汞柱液面中央會稍比四周凸起，這和毛細管吸水的狀況恰為相反。



液柱上升高度是：
$$y = \frac{2T\cos\alpha}{\rho gr} \quad \text{----(A)}$$

$T$  = 表面張力

$\alpha$  = 接觸角

$\rho$  = 液體密度

$g$  = 重力加速度

$r$  = 細管半徑

1. 以縫衣線綁在此鐵環中間，將此鐵環浸入泡泡水中，拿起來後，鐵環上有泡泡膜，如圖。取乾的牙籤將縫衣線的左邊的泡泡膜戳破。觀察縫衣線往右邊凸，還是左邊凸呢？理由何在？（5%）



2. 傳說菩提達摩上北方傳揚佛法時途經長江，他腳踩一根蘆葦渡過長江，人稱一葦渡江。假設達摩重 70 kgw，蘆葦重量不計，水的表面張力 70 mN / m，則他所需的蘆葦長度至少多少公尺？( 5% )

3. 肥皂泡的存在是因為液體的表面層有一種特定的表面張力，它導致該層的行為像彈性膜。試問肥皂增加或減少了水的表面張力？你認為是甚麼原因使得肥皂泡比普通水泡更不容易破？( 15% )