

# 嘉義市第三十八屆中小學科學展覽

## 作品說明書

科別：生活與應用學科(一)

組別：國中組

作品名稱：智能電子天平

關鍵詞：Arduino、電子天平、莫耳數

## 目錄

摘要.....	3
壹、研究動機.....	3
貳、研究目的.....	3
參、研究器材及設備.....	4
肆、實驗過程.....	5
伍、研究結果.....	24
陸、討論.....	26
柒、結論.....	26
捌、參考資料及其他.....	27

## 摘要

本研究是探討如何使用裝置測量數據，並利用電腦程式的計算，即可在手機顯示待測物質的莫耳數。市面上雖然有很多智能天平的商品，不過其功能不外乎儲存資料、或將資料以藍牙傳送至手機，也有一些可以列印標籤，但是沒有一台能夠測量莫耳數的智能天平。所以我們發展的智能天平與目前市面上商品不同的是，我們使用重量感測器測得待測物的質量，結合了 APP INVENTOR 2 和藍牙裝置，使用手機 app 的操作，就可算出物質的莫耳數。一開始先用 APP INVENTOR 2 製作計算莫耳數的手機 app，之後改良利用重量感測器、Arduino 面板、藍牙裝置以及麵包板測試，並可以輸入待測物到手機中；最後版本製作出能夠只需選擇物質即可讓電腦程式進行運算，再裝設 LED 燈泡顯示校正完成可以測量，便於操作此智能天平。為了實驗的準確性，我們進一步的探討重量感測器的數值對於物質之真正質量的關係，並利用斜率，找出重量感測器的數值與物質真正質量的線性關係。

## 壹、研究動機

在國二理化課時學習到原子量、分子量與莫耳數，由於原子量、分子量都是經由以「碳」原子(C-12)為基準，其他原子的原子量皆和 C-12 比較得出的結果，故所得的原子量、分子量是沒有單位的。因此我們在實驗室做實驗時並沒辦法用天平直接測量出莫耳數，都要先經由計算後得到質量，再用天平去秤出所需質量，這都會影響到實驗的時間及效率。面對 108 新課綱，重視「觀察、理解、動手操作」學習物理、化學及生物等科，所以實驗變得更重要了。老師曾在課堂上說過，由於配合 108 課綱課程上路，自然與生活科技(三)「莫耳數」單元課程已經刪除了，所以國中學生對莫耳數這個概念會更模糊。但是我們在實驗室做實驗使用到莫耳數是不可避免的，如果在實驗室裝設一台智能天平，必能讓實驗效率提高，老師在教學與學生學習上也更加得心應手。因此跟老師討論後我們想開發出直接用天平測量就可以手機上顯示出物質的莫耳數，增加實作的便利性甚至可以使用此程式，廣泛運用在生活中。

## 貳、研究目的

- 一、研究出計算莫耳數的手機 app，使計算莫耳數更加方便
- 二、設計出實體的天平裝置，讓操作者只需將物質放上重量感測器上而不需手動輸入質量
- 三、探討真正質量與重量感測器測量值之線性關係
- 四、研究並設計手機 app，讓使用者配合手機操作測量莫耳數
- 五、簡化手機 app，並加入重量感測器的校正，使測量更加的準確
- 六、設計重量感測器歸零後 LED 燈提醒的功能，讓使用者知道明確的測量的時機

## 參、研究器材及設備

### 一、實驗器材：

		
藍牙裝置(HC-06) (x1)	杜邦電子線(x10)	麵包板(x1)
		
Arduino 面板(x1)	砝碼(校正用) (x1)	重量感測器(x1)
		
LED 燈泡(x1)	筆電(x1)	手機(x1)

## 肆、實驗過程

一開始我們設計是單純利用手機 app 手動輸入質量與分子量去計算莫耳數，後來發想利用重量感測器、Arduino 面板測試，並開發手機 app，可以輸入所測物到手機中；我們想確認測量的數值是否正確，後來再去開發以砝碼校正重量感測器；最後為了實驗便利性，加入了 LED 燈裝置確認校正完成可以開始測量。一代一代的作品都是經由不斷地改良而完成的。

實驗一：製作並進行手機頁面的運算



實驗二：依照作品的草圖找出適合的實驗器材



實驗三：利用斜率找出物質真正質量與重量感測器偵測之值的線性關係



實驗四：測試手機頁面並配合裝置的運作

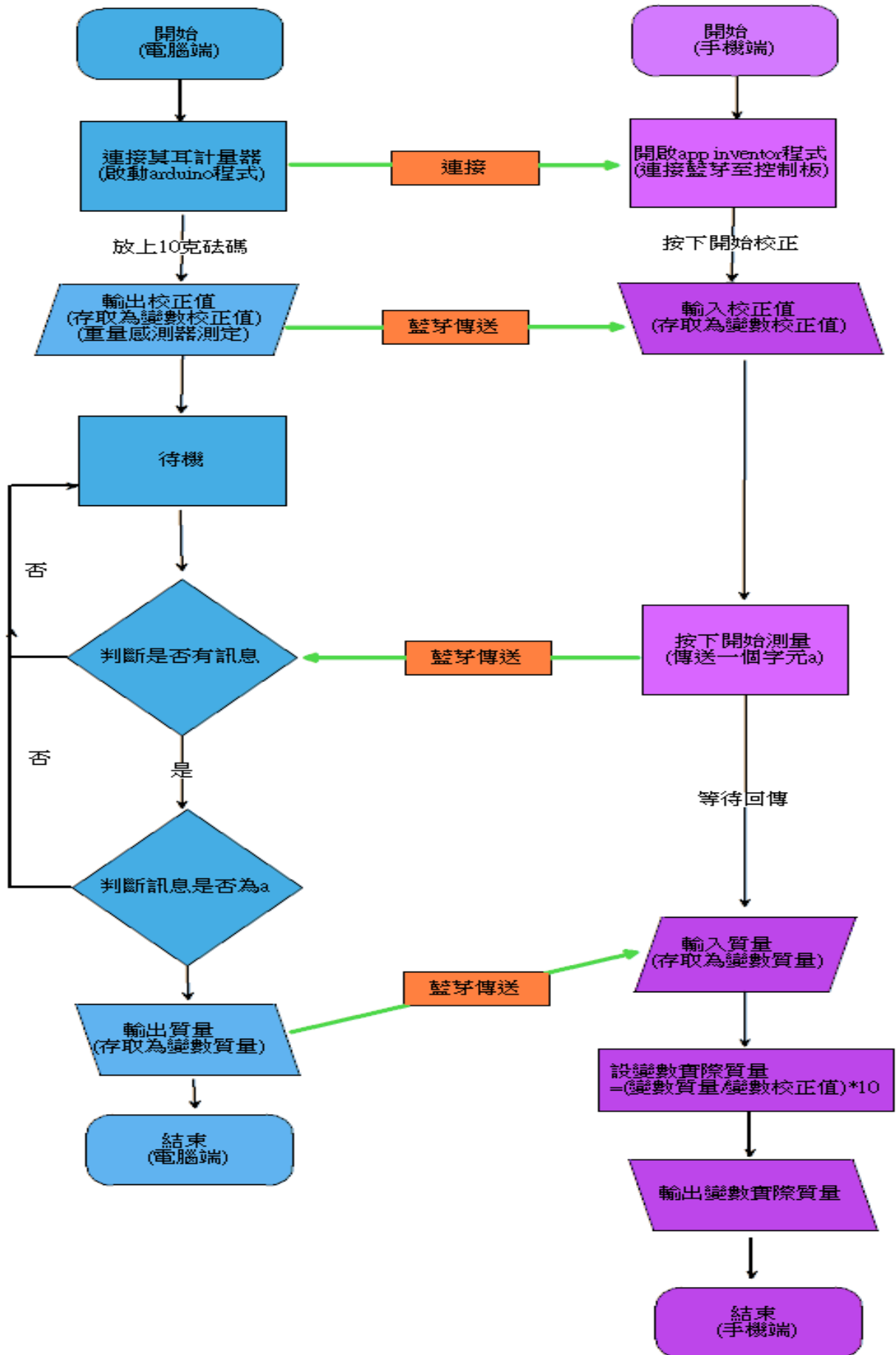


實驗五：使手機頁面運作更精簡並使裝置測量更加準確



實驗六：在裝置中加入 LED 燈泡

如下圖：產品使用流程圖



## 一、實驗一：製作並進行手機頁面的運算

(一)實驗說明：製作手機頁面，依使用者的需求輸入物質之質量及分子量，即可自動計算出莫耳數

(二)實驗步驟：

1.利用「APP INVENTOR 2」之網頁，創作此運作的程式及手機頁面

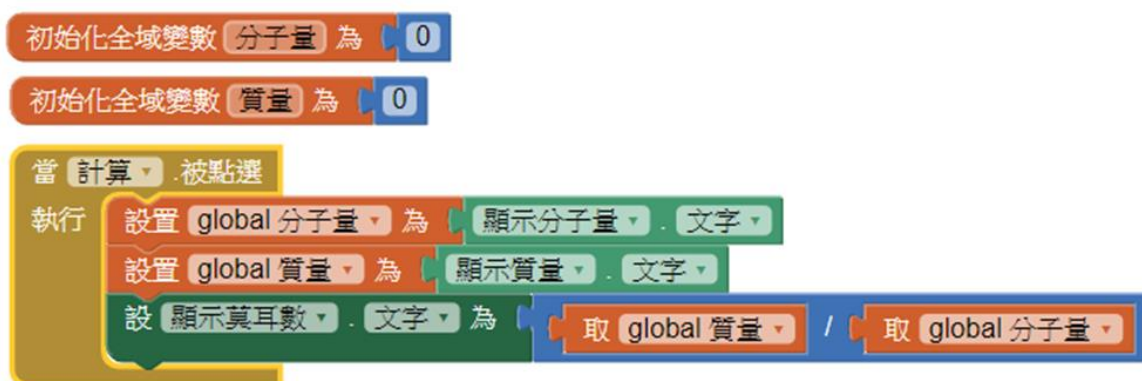
(1)先打開 APP INVENTOR 2 之網頁

(2)製作手機頁面，並輸入其執行程式

(3)將其程式轉為 apk 檔，並在手機上下載此安裝包配合實驗

(4)以 48 公克的碳（分子量=12）進行實驗

圖一：手機頁面執行程式(實驗一)



圖二：手機頁面的執行實驗過程

Screen1

輸入物質之分/原子量：  
12

輸入質量：  
48

計算

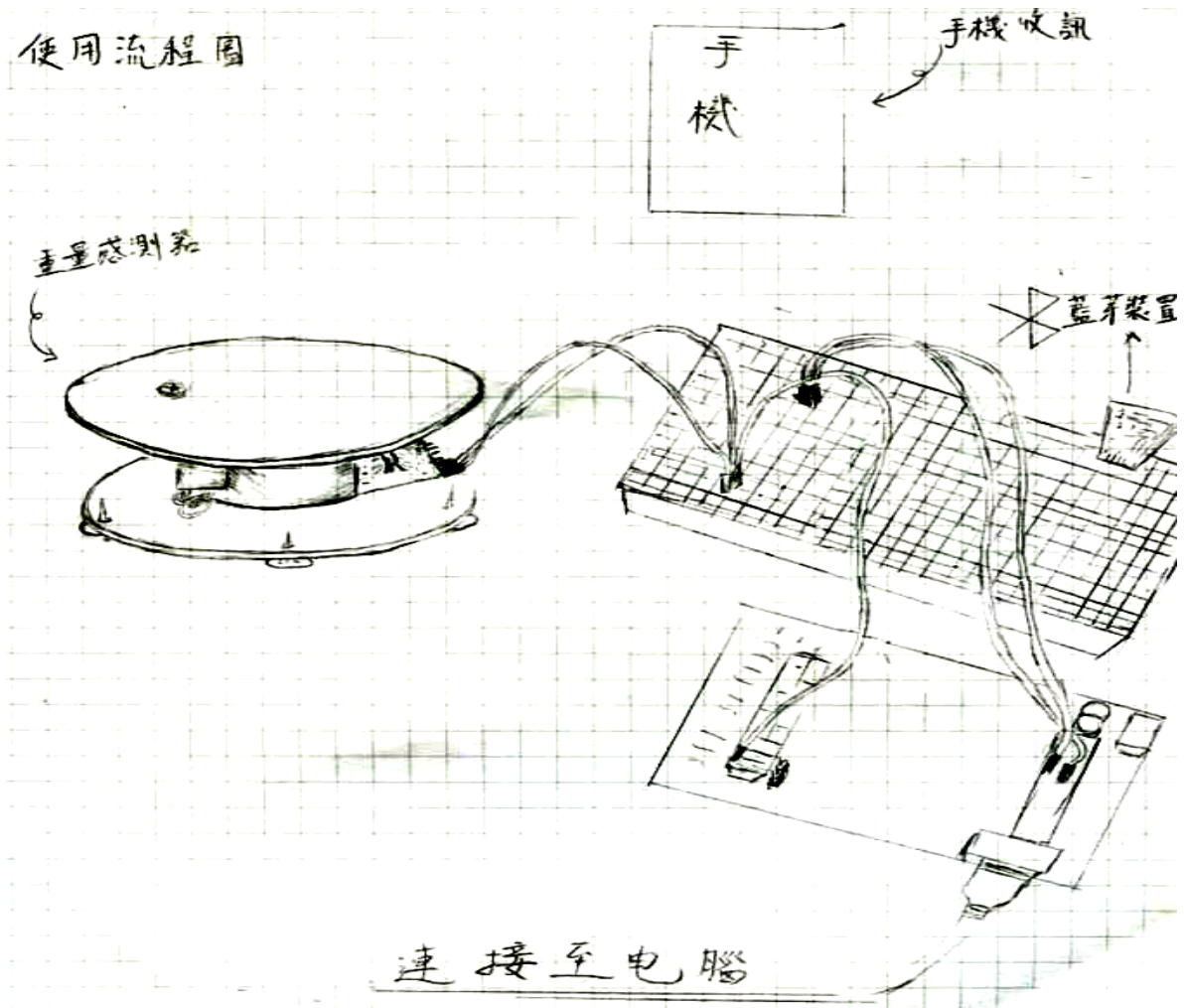
所得莫耳數： 4



## 二、實驗二：依照作品的草圖找出適合的實驗器材

(一)實驗說明：為了做出一個能夠測量物質質量的天平，所以我們繪製出了一個設計圖，並找出並組裝實驗器材

圖三：智能電子天平的設計圖及構想



(二)實驗步驟：

1.取得重量感測器、Arduino 面板、藍牙裝置、杜邦電子線、麵包板

(1)在麵包板上插入藍牙裝置

(2)準備四條杜邦電子線(公-公)將藍牙裝置(HC-06)與 Arduino 面板連結，並利用表一的顏色作為杜邦電子線插入麵包板的區別，再依照表一找出藍牙裝置連結至 Arduino 面板的對應角位

(3)置一重量感測器，另行準備四條杜邦電子線(公-母)連接 Arduino 面板，並分別利用表二的顏色作為杜邦電子線的區別，再依照表二找出重量感測器連結至 Arduino 面板的對應角位

(4)將整體裝置插入電腦，以便於傳輸資料



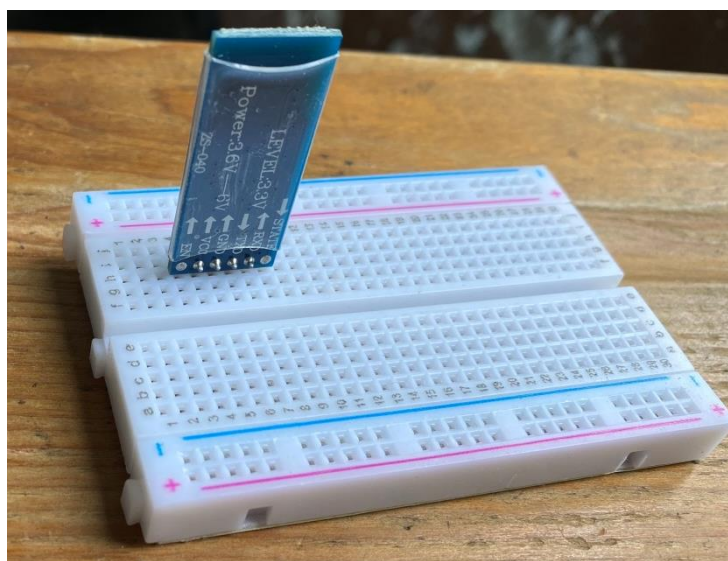
表一：藍牙裝置插入麵包板時，所對應的顏色線條以及連接至 Arduino 面板的對應角位

藍牙裝置標示	連接 Arduino 位置	對應線條顏色
VCC	VIN	黑
GND	GND	紅
TXD	PIN 11	黃
RXD	PIN 10	藍

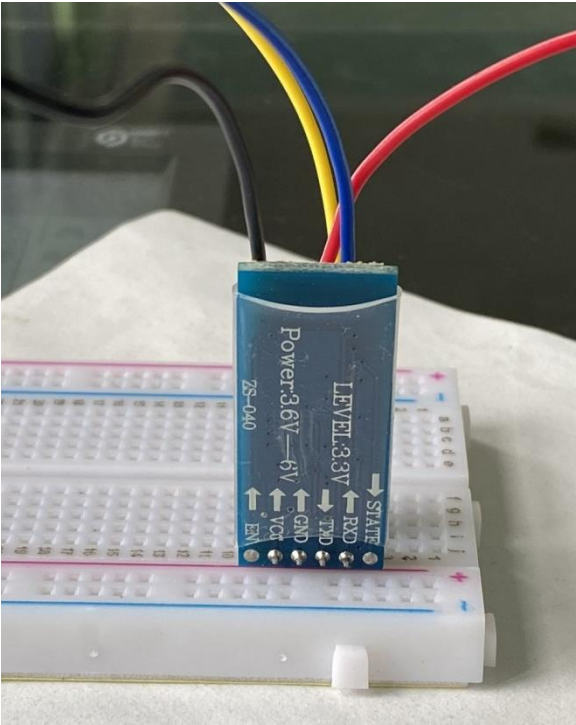
表二：杜邦電子端插入重量感測器，並將其插入 Arduino 面板的對應顏色及角位

重量感測器標示	連接 Arduino 位置	對應線條顏色
GND	GND	紅
DT	PIN 6	橘
SCK	PIN 5	白
VCC	5V	黑

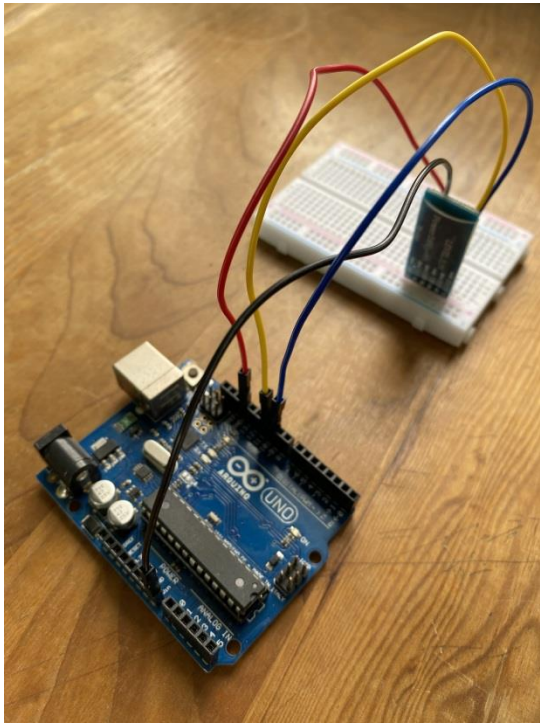
圖四：藍牙裝置裝在麵包板上



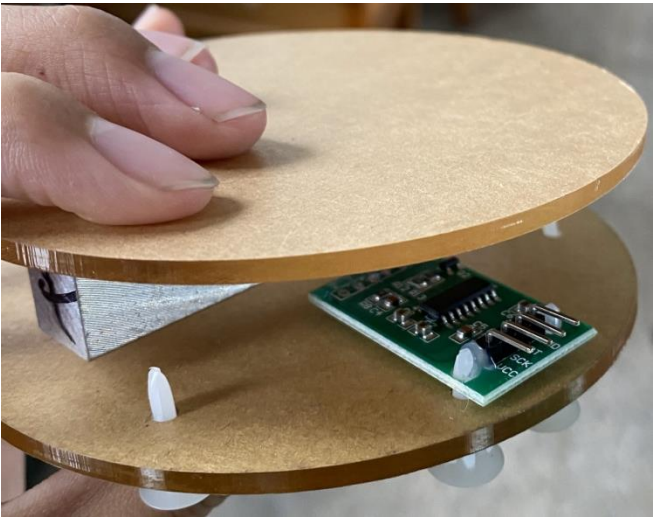
圖五：用端線顏色分別藍牙裝置標示



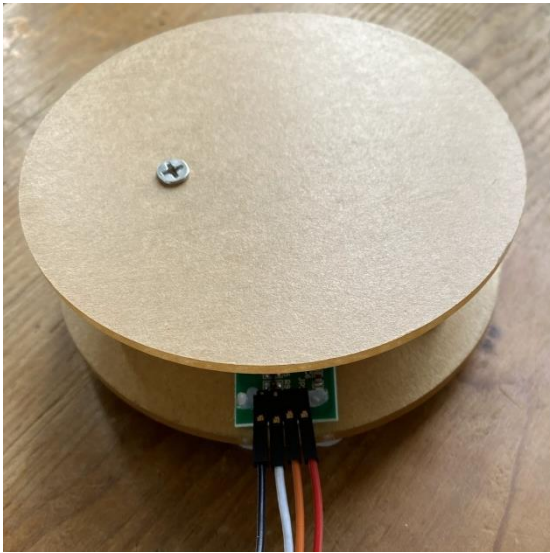
圖六：連接至 Arduino 面板



圖七：重量感測器

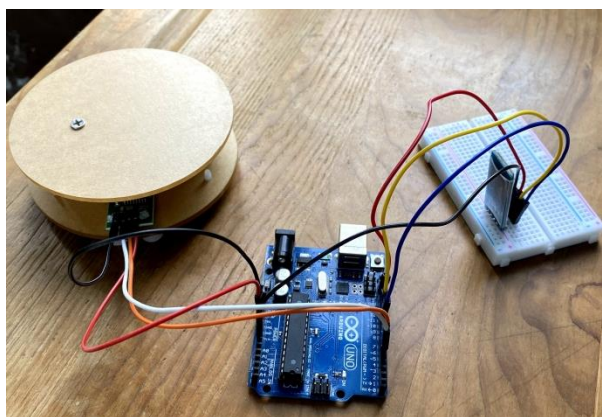


圖八：將杜邦電子線插入重量感測器

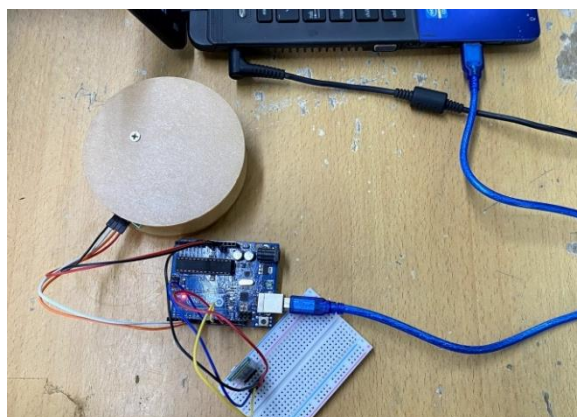




圖九：將裝置插入 Arduino 面板上



圖十：Arduino 連接至電腦



圖十一：購買材料與器材



圖十二：組裝裝置過程



### 三、實驗三：利用斜率找出物質真正質量與重量感測器偵測之值的線性關係

(一)實驗說明：由於重量感測器並不是將物質放上去就可以得到它的質量，所以我們利用斜率（ $y$  的變化量/ $x$  的變化量）去求出重量感測器對應質與真正質量的線性關係

(二)實驗步驟：

1.利用「Arduino IDE」的應用程式及砝碼求出線性關係

- (1)在電腦下載「Arduino IDE」的應用程式並點開，並利用傳輸線將此裝置與電腦連接
- (2)運用在網路上找的程式碼貼在其上，並點選右上角的「序列埠監控視窗」，觀察重量感測器的感測值
- (3)將 10 克、20 克、30 克砝碼…放在重量感測器上方，利用斜率及「 $y=ax+b$ 」之公式(斜率= $a$ )，求出此線性關係

圖十三：序列埠監控視窗：重量感測器歸零

```
Initializing the scale  
Before setting up the scale:  
0  
After setting up the scale:  
0  
Readings:
```

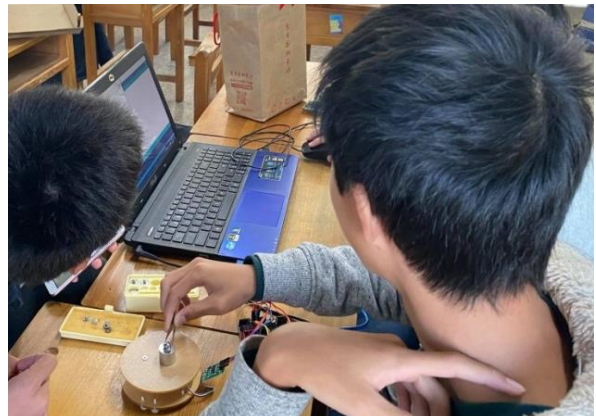
圖十四：校正過程的讀取結果(放 10 克的砝碼)

```
Initializing the scale  
Before setting up the scale:  
0  
After setting up the scale:  
0  
Readings:  
7
```

圖十五：和老師及學長討論執行程式



圖十六：砝碼校正過程



#### 四、實驗四：測試手機頁面並配合裝置的運作

(一)實驗說明：我們加入了分子量的選擇，並且搭配重量感測器感測之值的對應質量，其優點為使用者不需要手動輸入所測物質之質量，亦不需輸入物質分子量或原子量，降低誤植的機會。

(二)實驗步驟：

1.利用 APP INVENTOR 2 製作手機頁面及其執行程式，並配合流程，最終算出物質莫耳數

(1)先打開 APP INVENTOR 2 之網頁

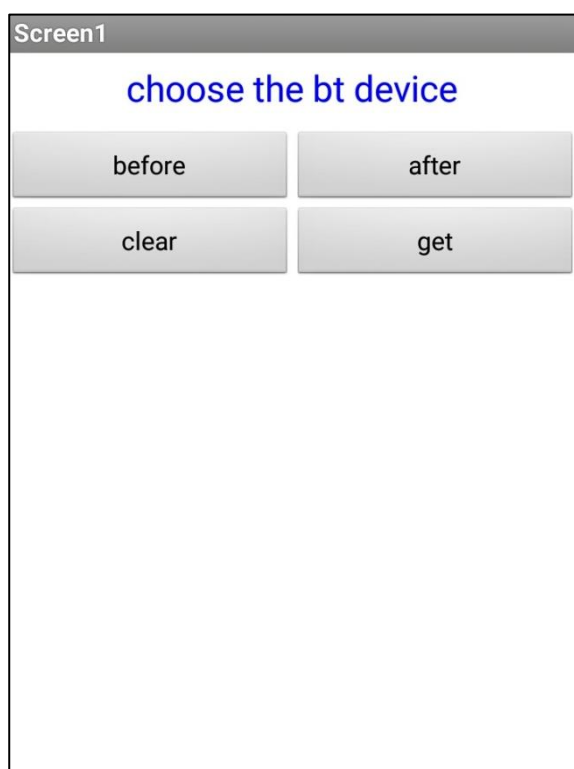
(2)製作手機頁面，並輸入其執行程式(元素以及化合物)

(3)將其程式轉為 apk 檔，並在手機上下載此安裝包配合實驗

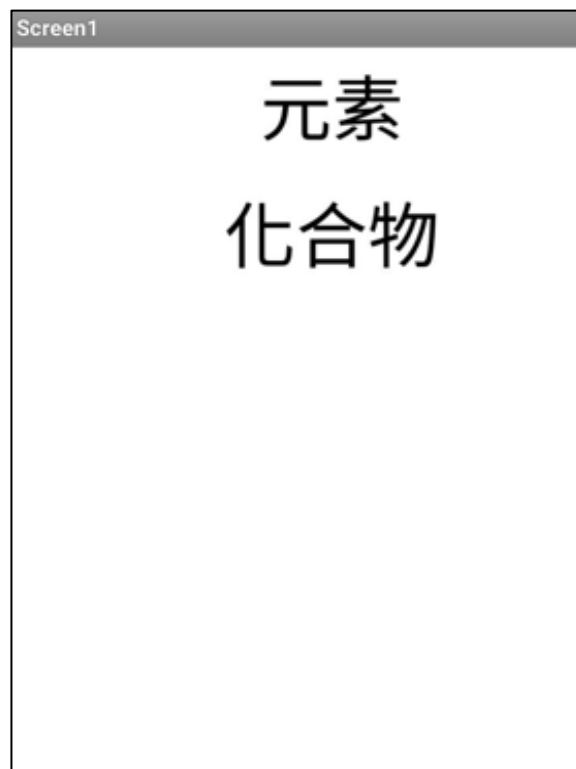
(4)將此天平裝置與電腦連接，並利用手機與藍牙裝置(HC-06)配對

(5)觀察手機頁面是否能配合流程的運行

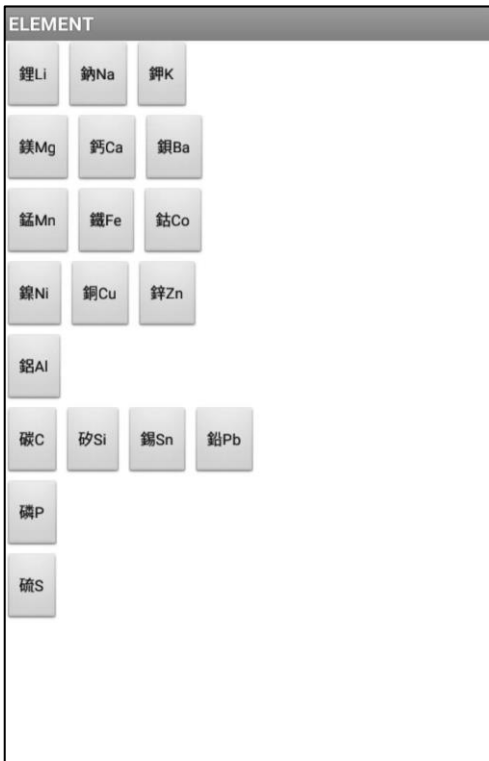
圖十七：選擇藍牙裝置之頁面



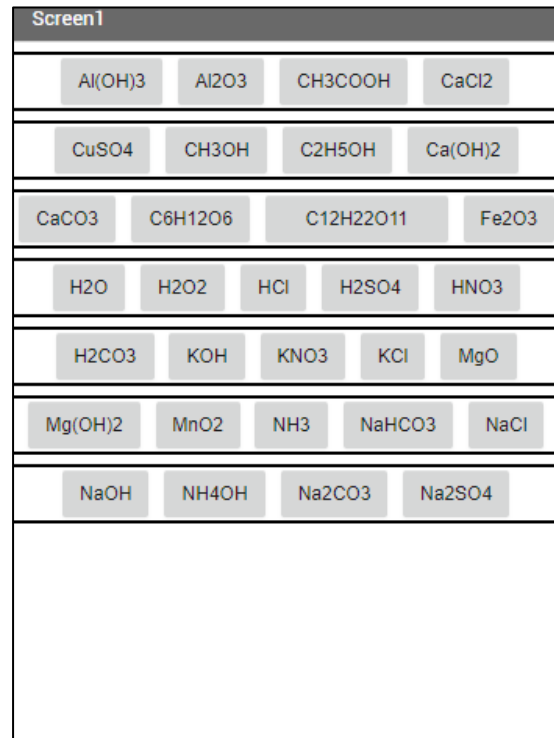
圖十八：選擇物質(原子或化合物)



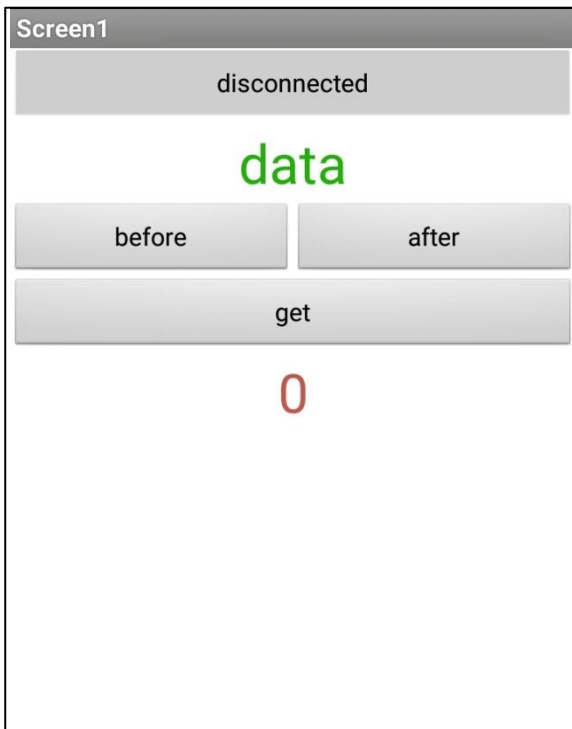
圖十九：選擇頁面(元素)



圖二十：選擇頁面(化合物)



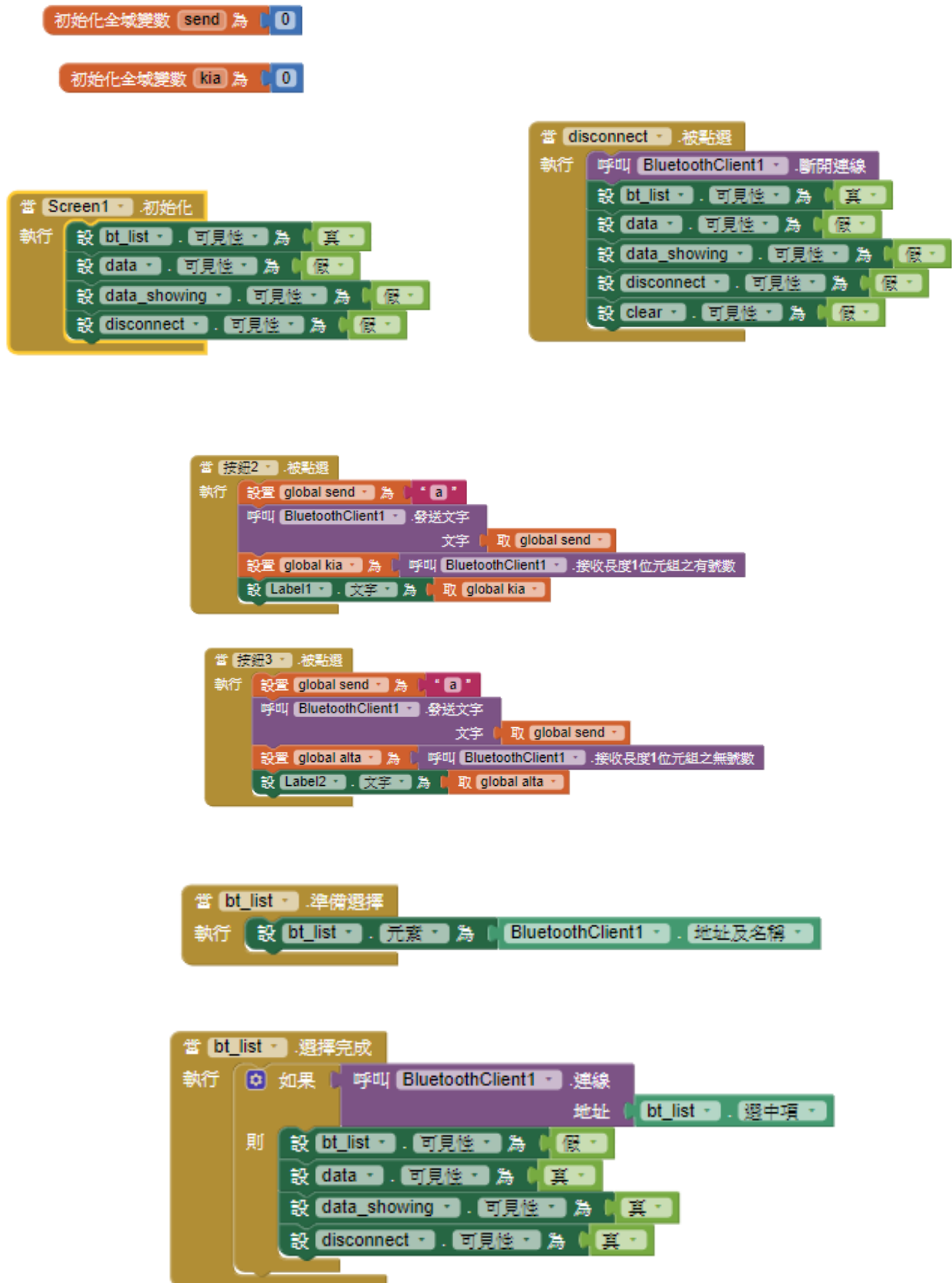
圖二十一：開始測量之頁面



註：

- disconnected：解除藍牙配對
- data：傳入的數值(重量感測器感測結果)
- before：開始測量
- after：結束測量
- get：資料傳輸至電腦
- (紅色數字)：計算結果

圖二十二：手機頁面執行程式





## 五、實驗五：使手機頁面運作更精簡並使裝置測量更加準確

(一)實驗說明：在我們之前的作品，操作裝置的過程中，有時候測量之值會產生些許誤差，那是因為我們在測量前沒有校正重量感測器的緣故，即使先前已經有經過校正，但是一段時間後，重量感測器的感測值還是會產生些許偏差；而且，我們製作的操作手機頁面因為操作過於繁雜，這也會造成實驗操作的麻煩及不便

(二)實驗步驟：

1.加入重量感測器校正在手機頁面，並在使用裝置前以 10 克砝碼校正

(1)先打開 APP INVENTOR 2 之網頁

(2)在手機頁面新增「開始校正」的按鈕，並修改其執行程式

(3)在重量感測器上放 10 克砝碼，並點選「開始校正」的按鈕，觀察讀取結果

2.使手機頁面操作更加簡化

(1)先打開 APP INVENTOR 2 之網頁

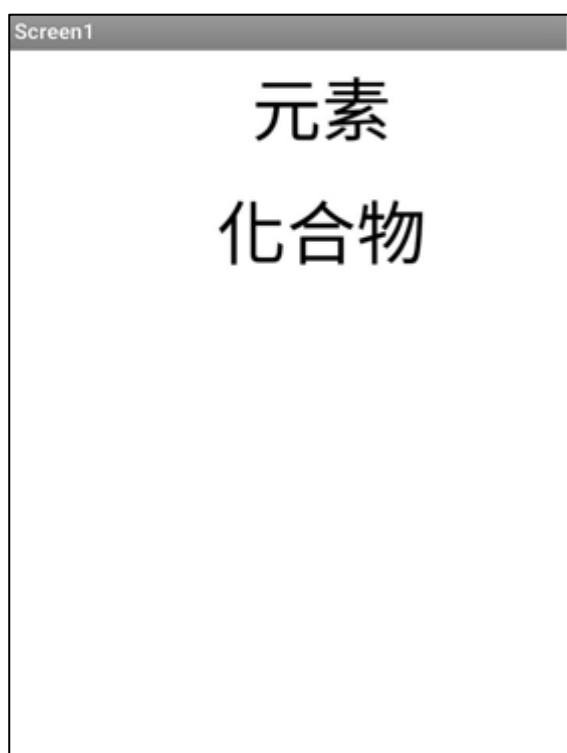
(2)在將選擇物質的頁面、開始測量、資料傳輸至電腦、計算物質莫耳數之結果放在同一頁面，並修改其執行程式

(3)將其程式轉為 apk 檔，並在手機上下載此安裝包配合實驗

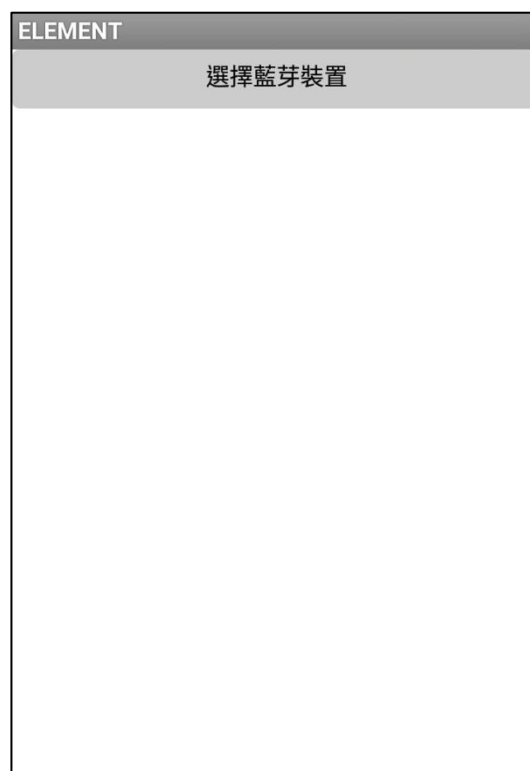
(4)將此天平裝置與電腦連接，並利用手機與藍牙裝置(HC-06)配對

(5)觀察手機頁面是否能配合流程的運行

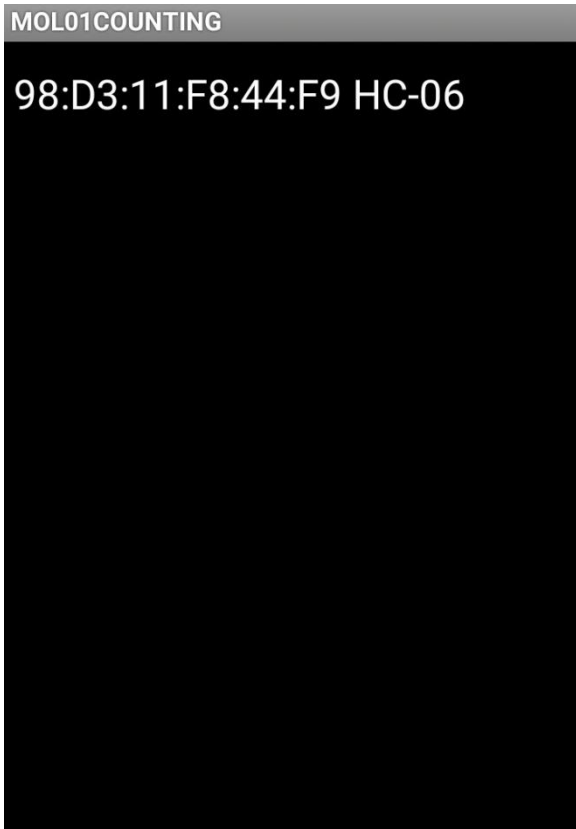
圖二十三：選擇物質(元素或化合物)



圖二十四：選擇藍牙裝置頁面



圖二十五：搜索藍牙裝置頁面



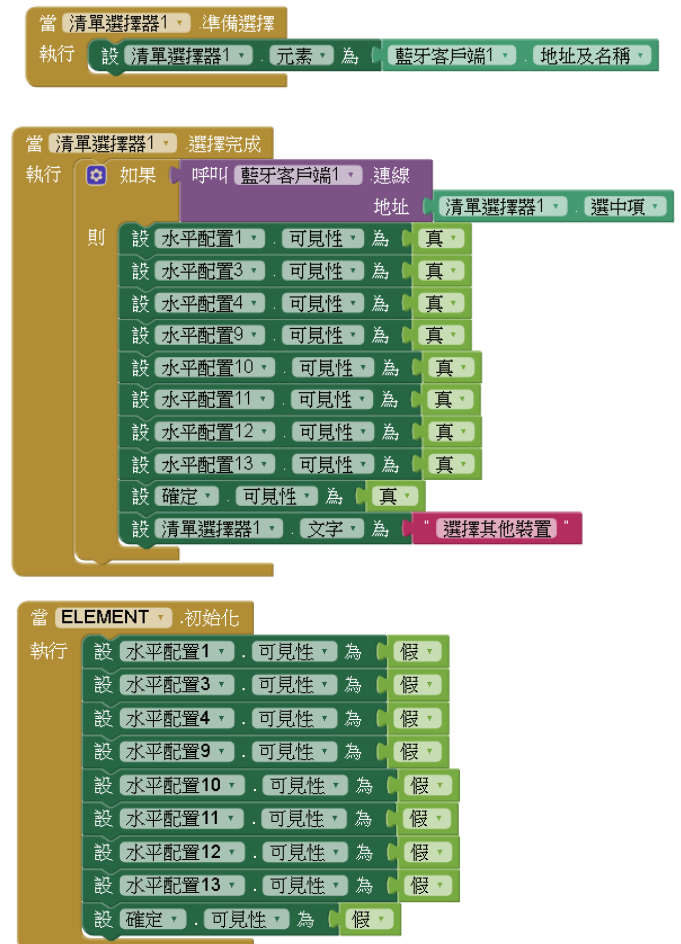
圖二十六：開始測量(元素)



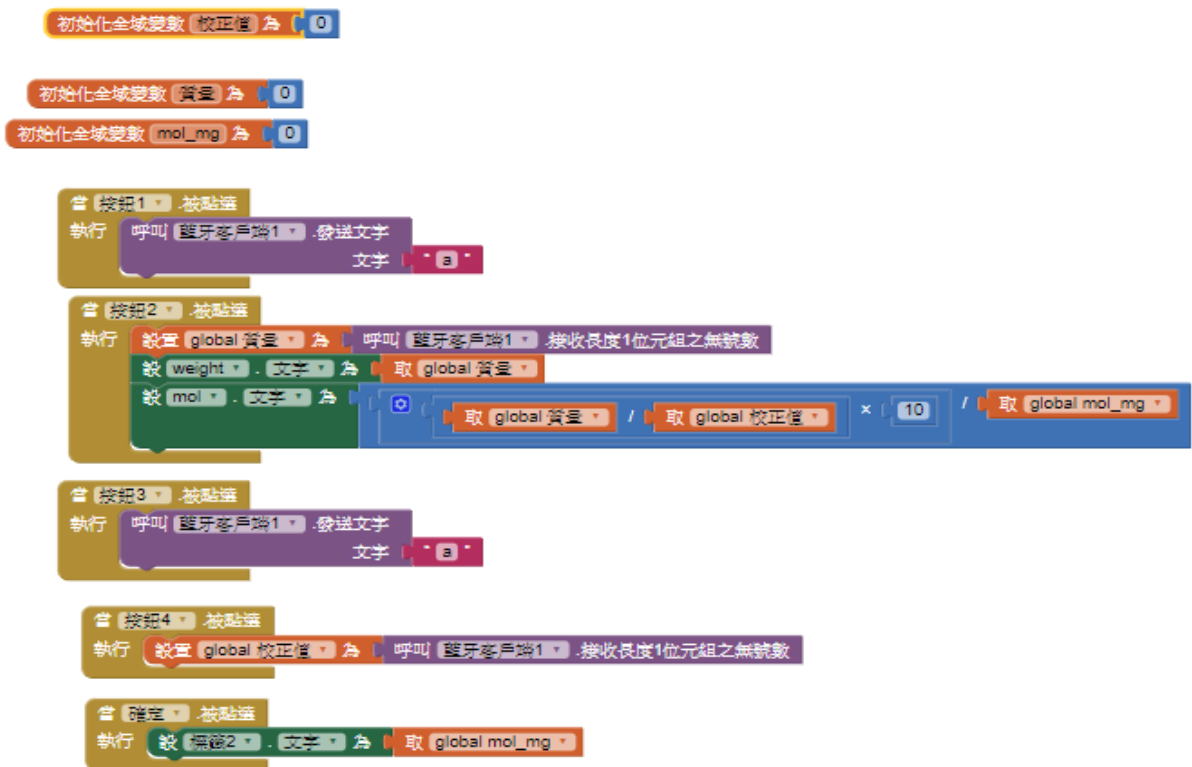
圖二十七：開始測量(化合物)



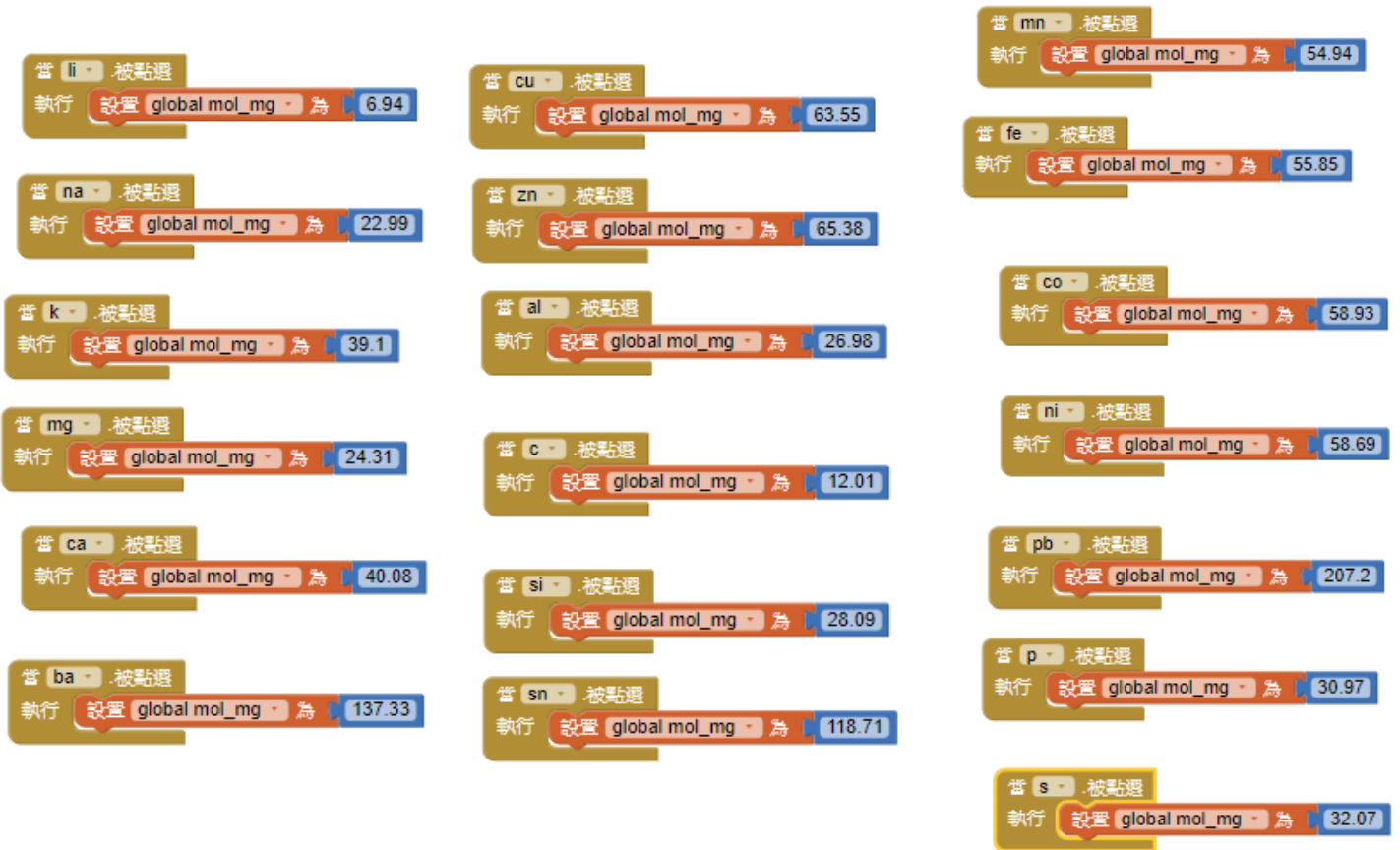
圖二十八：手機頁面執行程式(元素)



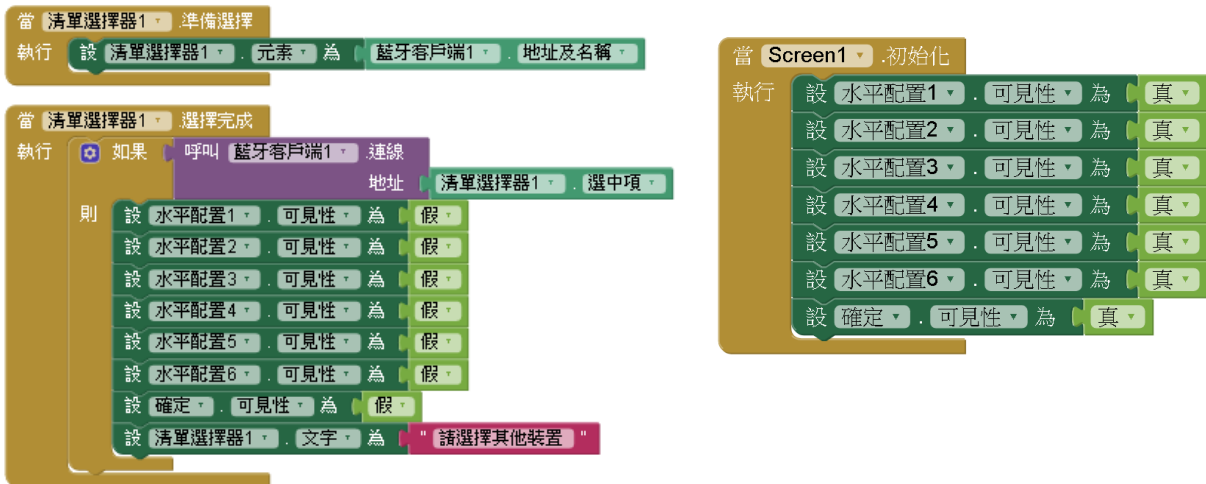
圖二十九：手機頁面執行程式(元素)



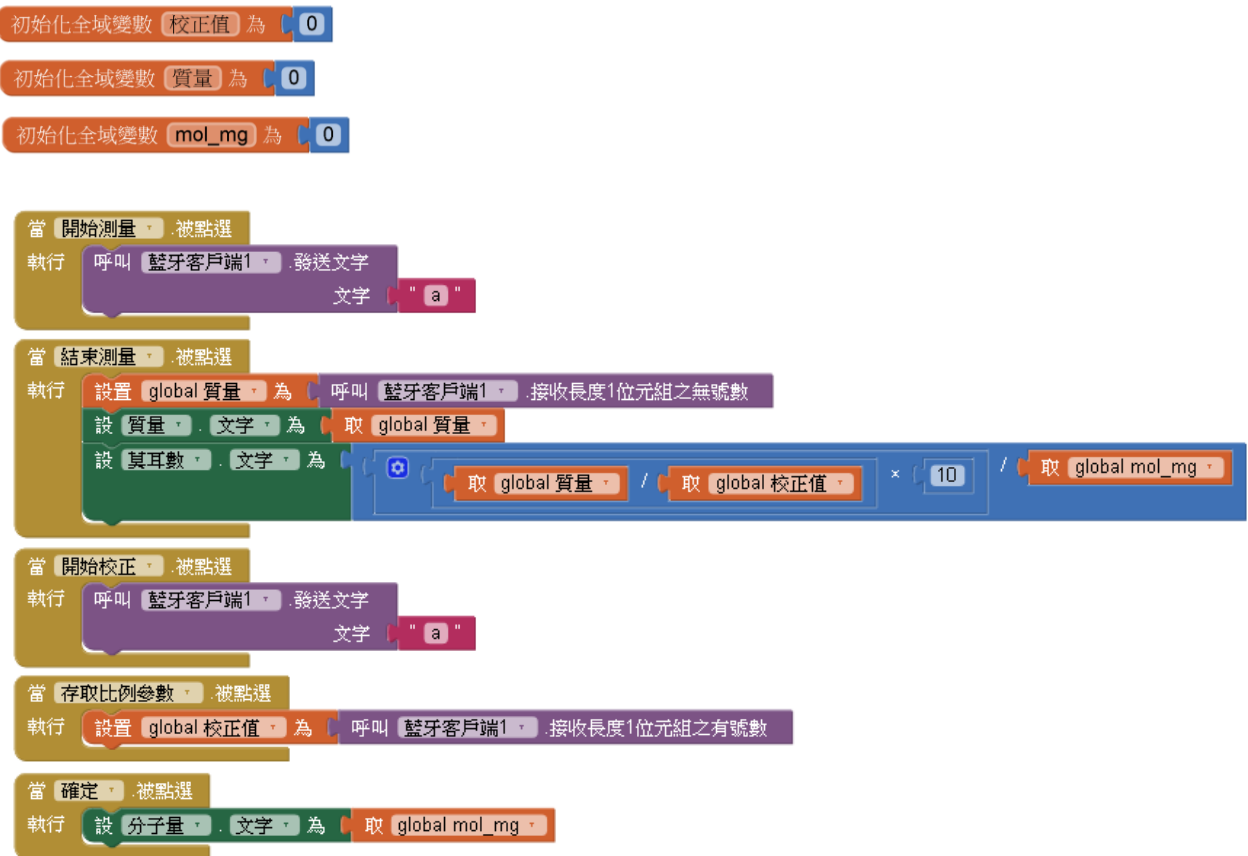
圖三十：輸入元素之原子量(手機頁面)



圖三十一：手機頁面執行程式(化合物)



圖三十二：手機頁面執行程式(化合物)

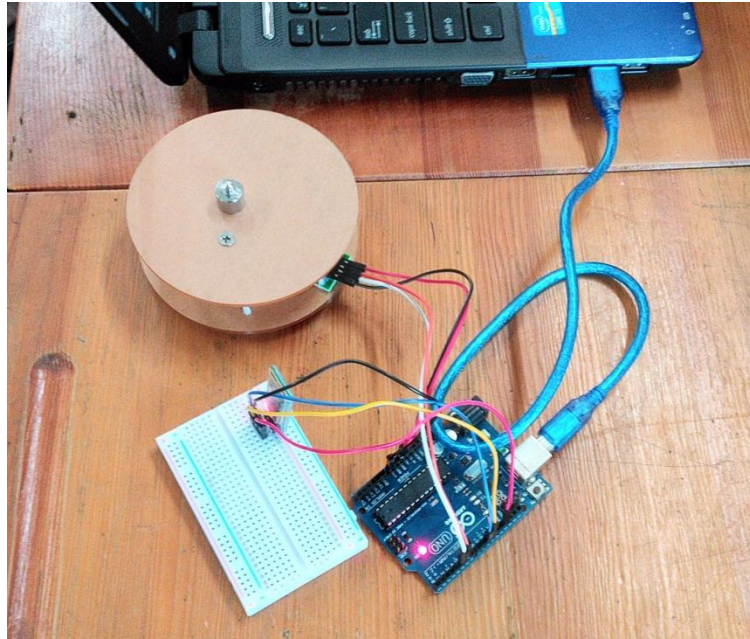


圖三十三：輸入化合物之分子量(手機頁面)

The image displays a mobile application interface for entering molecular weights of various chemical compounds. The interface is organized into two columns. Each entry consists of a chemical formula, a 'global correction value' (global 校正值), and a numerical value in a blue box. The interface is organized into two columns.

Chemical Formula	Global Correction Value	Molecular Weight
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	78	78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	101.96	101.96
CH <sub>3</sub> COOH	60.05	60.05
CaCl <sub>2</sub>	110.98	110.98
CuSO <sub>4</sub>	159.61	159.61
CaCO <sub>3</sub>	100.09	100.09
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46.07	46.07
CH <sub>3</sub> OH	32.04	32.04
CaOH <sub>2</sub>	74.09	74.09
C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	342.29	342.29
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	32.04	32.04
CaO	56.08	56.08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	159.69	159.69
H <sub>2</sub> O	18.01	18.01
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	34.01	34.01
KNO <sub>3</sub>	101.1	101.1
KCl	74.55	74.55
MgO	40.3	40.3
MgOH <sub>2</sub>	58.32	58.32
MnO <sub>2</sub>	86.94	86.94
NH <sub>3</sub>	17.03	17.03
NaHCO <sub>3</sub>	84	84
NaCl	58.44	58.44
NaOH	40	40
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	105.99	105.99
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	158.11	158.11
HCl	36.46	36.46
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	92.08	92.08
KOH	56.11	56.11

圖三十四：校正過程



圖三十五：讀取結果

```
10:15:30.258 ->      Initializing the scale
10:15:30.305 -> Before setting up the scale:
10:15:30.305 -> 0
10:15:30.352 -> After setting up the scale:
10:15:30.352 -> 0
10:15:30.352 -> Readings:
10:15:30.399 -> 7
```

傳送

圖三十六：校正砝碼實作過程





## 六、實驗六：在裝置中加入 LED 燈泡

(一)實驗說明：我們希望能將裝置操作更加便利且完善，所以我們在裝置上，新增 LED 燈泡裝置，使後續測量更加便利，由於我們想要從外表知道此裝置的重量感測器何時歸零，因此我們將此燈泡裝置裝在麵包板上，並改寫天平之執行程式。

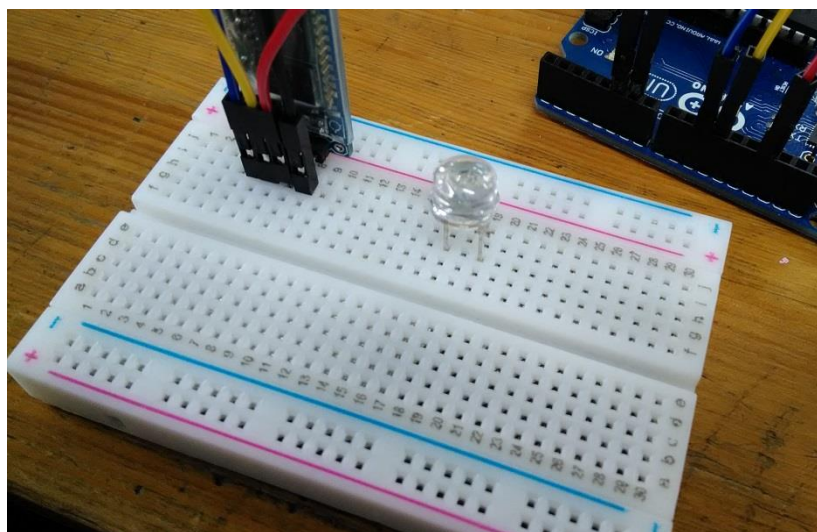
(二)實驗步驟：

- 1.準備兩條杜邦電子線(公-公)，根據表三的數據，將 LED 燈泡插入此裝置，並利用杜邦電子線連接至 Arduino 面板
2. 改寫 Arduino IDE 的執行程式，設計「燈泡閃爍後即可測量」的機能
- 3.利用傳輸線，將裝置連接至電腦，觀察手機頁面是否能配合流程的運行

表三：LED 燈泡裝置連結 Arduino 面板的對應角位

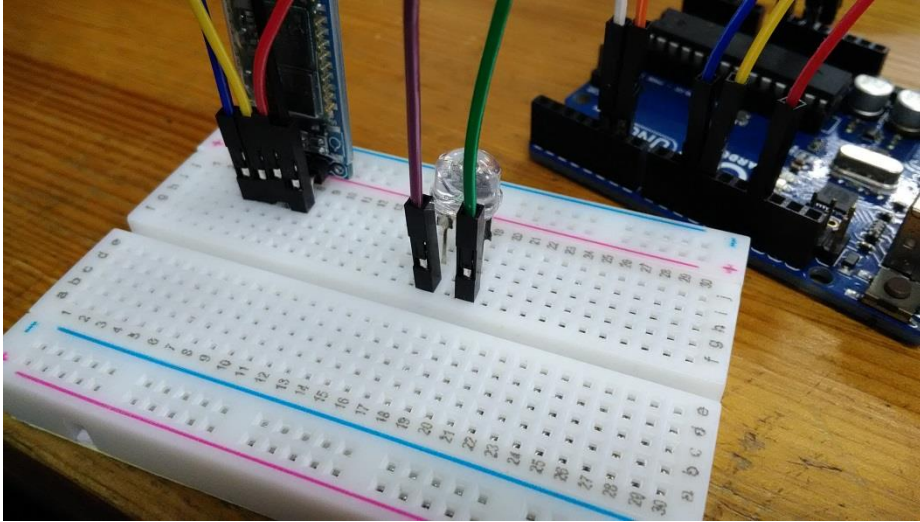
LED 燈泡裝置	連接 Arduino 位置	對應線條顏色
正極	PIN 13	紫
負極	GND	綠

圖三十七：藍牙裝置裝在麵包板上

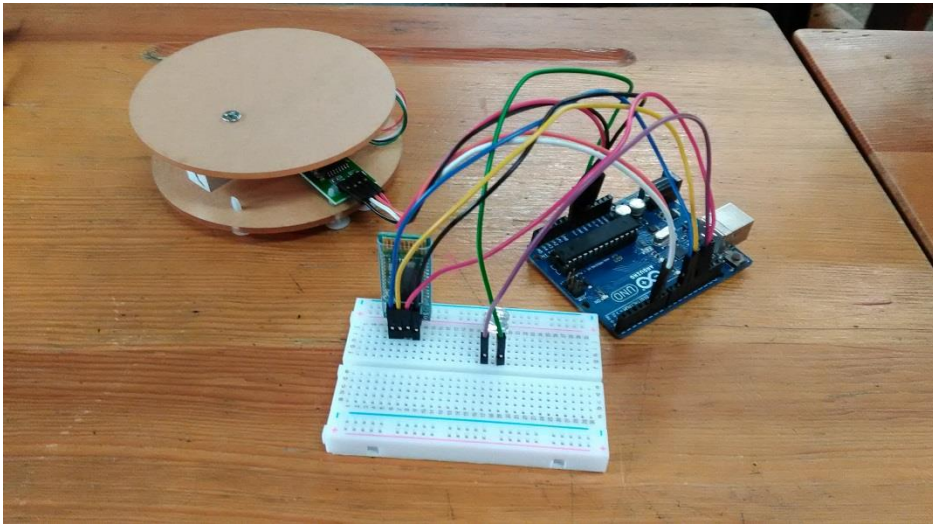




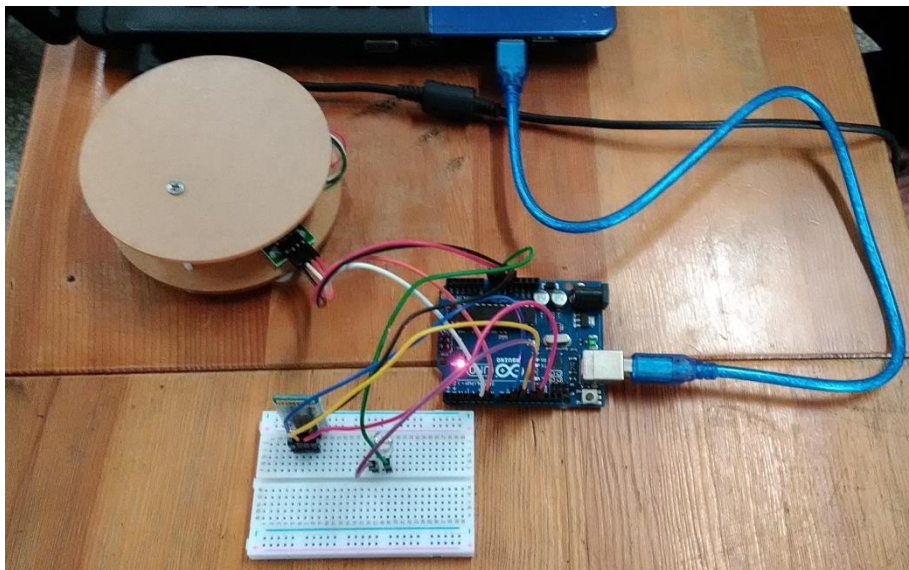
圖三十八：用杜邦電子線裝在麵包板上



圖三十九：用杜邦電子線連接麵包板與 Arduino 面板



圖四十：連接裝置至電腦



## 伍、研究結果

### 一、實驗一：製作並進行手機頁面的運算

(一)以 48 克的碳(分子量=12)為例，將這些資訊輸入我們製作的手機頁面，能夠成功測量到物質的莫耳數了

(二)經實驗發現，計算莫耳數的手機頁面的缺點

- 1.雖然能計算出莫耳數，但是只知道分子量卻沒有將實物品的質量真正測量出來，需手動輸入質量，這就不符合所謂「天平」的定義了

### 二、實驗二：依照作品的草圖找出適合的實驗器材

(一)經過裝置的組裝過程中，發現了幾個缺點

- 1.雖然能計算出莫耳數，但是如果不知道該物質的原子量或分子量的話，就必須手動輸入分子量，這也會造成計算上的麻煩及問題
- 2.重量感測器並不是將物質放上去就可以得到它的質量，放在重量感測器上的物質，只能測得其結果，並無法換算出真正的質量。所以我們需要進行校正，用重量感測器所測得的值，轉換出要求的真正的質量

### 三、實驗三：利用斜率找出物質真正質量與重量感測器偵測之值的線性關係

(一)由於放上重量感測器所偵測得的物質，並不是真正的質量，所以需要利用斜率及「 $y=ax+b$ 」之公式(斜率= $a$ )，並利用砝碼進行校正。由於在重量感測器上不放任何物質時，程式面板(序列埠監控視窗)上的讀取結果會呈現 0，也就代表此線性關係會通過原點，所以故能令  $b=0$

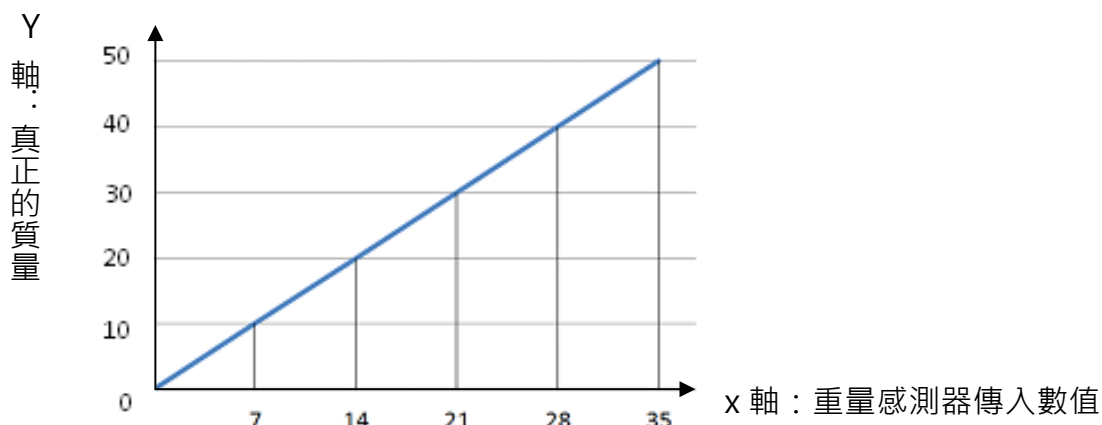
(二)在校正的過程中，我們發現在重量感測器上 10g 的砝碼，在程式碼頁面會顯示「7」；在重量感測器上 20g 的砝碼，在程式碼頁面會顯示「14」，經由此校正步驟以此類推，得出下表的結果

表一：校正結果(單位：克)

物質真正質量( $\Delta y$ )	0	10	20	50	100
偵測所轉換之值( $\Delta x$ )	0	7	14	35	70

依照此實驗結果，我們依照這個比例，推測物質真正質量為 30、40...等值之對應質，求出更多的結果。(此重量感測器的偵測上限是 5 公斤)

表二：對應物質質量之線性關係



依據此圖表，我們計算出以下結果：

$$\Delta y(\text{物質真正質量之變化量}) = 20 - 10 = 10$$

$$\Delta x(\text{偵測所轉換之質之變化量}) = 14 - 7 = 7$$

另方程式為  $y = ax$  (因為此圖形通過原點，所以  $b=0$ ，因此不計)

$$\text{斜率}(\Delta y / \Delta x) = a = 10/7$$

$$\text{得方程式：} y = (10/7)x$$

#### 四、實驗四：測試手機頁面並配合裝置的運作

(一)製作「選擇物質」的手機頁面，並輸入各種物質的原子量或分子量，以便於後面實驗的操作。輸入電腦程式了解到各物質的原子量或分子量後，再利用重量感測器測得的物質真正質量，並結合「質量/分子量」的公式使電腦程式運算出該物質的莫耳數

(二)經實驗發現，計算莫耳數的手機頁面的缺點：

我們在此作品中，手機的操作頁面的操作步驟多且繁雜，假設我們將此步驟簡化再簡化，這也能使操作實驗更加便利

#### 五、實驗五：使手機頁面運作更精簡並使裝置測量更加準確

(一)由於程式碼會自動將重量感測器歸零，所以初次使用此裝置時，先在重量感測器上放砝碼，並將「開始校正」按鈕按下，若序列埠監控視窗讀取結果呈現正確對應值，就代表已經校正完成了

(二)經實驗發現，我們找出手機頁面的缺點：

由於重量感測器裝置會因為上次測量使用，但是卻不知道重量感測器甚麼時候會歸零，影響到測量的效率

#### 六、實驗六：在裝置中加入 LED 燈泡

(一)由於我們從外表知道此裝置的重量感測器何時歸零，因此我們將此燈泡裝置裝在麵包板上，並改寫天平之執行程式。我們設計「燈泡閃爍後即可測量」的機能，歸零後即可放物體在重量感測器上，使測量者更能明確的知道測量的時間

## 陸、討論

- 一、在廣大化學界中，計算藥品的莫耳數對許多人來說是麻煩且浪費時間的事，像是質量或是分子量過於龐大而較難計算，就會耽誤到實驗的時間或影響實驗效率。身為理化小老師的我們，在上實驗課前，常常協助老師調配藥品，但是有時候會遇到上述困難，或是沒有把待測物的原子量或分子量背起來，就會對此實驗產生操作上的瓶頸。若是這個時候有智能天平就可以解決這個問題了。這項發明不但不需先測量物質的質量，而且也不須手動輸入分子量，只要在我們設計的手機 app 選擇待測物即可導入原子量或分子量，再將物質放上智能天平，即可計算出物質的莫耳數了。
- 二、未來，這組機器如果用在麻煩又複雜的化學式裡，不但能夠增加實驗效率，還能減少實驗時的計算錯誤率。智能天平整體的費用並不高，**整體的費用只需 800 元上下**，就是因為這一點，所以能夠廣泛流通於市面，成為未來化學實驗的必需品，也為實驗增加許多便利性。

表一：實驗裝置成本

麵包板	藍牙裝置	杜邦電子線	重量感測器	Arduino UNO R3
89 元	200 元	50 元	195 元	270 元

- 三、為了實驗的準確性，我們進一步的探討重量感測器的數值對於物質之真正質量的關係，並利用斜率，找出重量感測器的數值(x)與物質真正質量(y)的線性關係，得方程式： $y = (10/7)x$ 。經過校正實驗後，驗證此重量感測器測出來的質量是正確的，也更可以確認得到的莫耳數是準確的。

## 柒、結論

- 一、剛開始雖然能計算出莫耳數，但是如果不知道該物質的原子量或分子量的話，就必須手動輸入分子量，這也會造成計算上的麻煩即問題，所以我們製作「選擇物質」的手機 app，並輸入各種物質的原子量或分子量，以便於後面實驗的操作。再利用重量感測器測得的物質真正質量，並結合「質量/分子量」的公式使電腦程式運算出該物質的莫耳數，並利用斜率找出物質真正質量與重量感測器偵測之值的線性關係
- 二、從剛開始的只是純粹計算莫耳數、利用重量感測器、Arduino 面板測試，並製作手機頁面，可以輸入所測物到手機中，這個作品是經由不斷地改良而完成的。我們希望能夠將此裝置實體化並商品化，不但能作為商品並推出，帶來經濟利益，也可作為一項實驗器材。
- 三、甚至到了最後，我們也能直接製作 QR Code 連結程式，即使是要使用此裝置，也不用下載操作的執行程式，只要經過手機掃描此 QR Code 及可使用並計算出莫耳數了。雖然化學界中的實驗器材數量不可勝數，即使如此，我們也希望這個智能天平也能夠扮演實驗室中不可或缺的角色。
- 四、若是改寫原本程式，依照上述 QR Code 連結手機 app，可以應用在生活中各種層面，只要用到天平秤重的，都將資訊與運算結果都在手機顯示，更能夠讓購買商品更公平透明。

## 捌、參考資料及其他

- 1、藍牙裝置和 Arduino 的腳位對應腳、換算為真正的質量的程式碼等相關資訊  
<https://blog.xuite.net/chycahock/EDA/225365055-Android%E8%88%87Arduino%E7%9A%84%E8%97%8D%E8%8A%BD%E9%80%9A%E8%A8%8A>
- 2、藍牙裝置(HC-06)的設定  
<http://gsyan888.blogspot.com/2014/03/arduino-hc-06-at-command.html>
- 3、藍牙裝置的連接及配對  
<https://little-chih.blogspot.com/2018/08/arduniohc-06.html>
- 4、藍牙裝置和 Arduino 面板對應腳位的換算  
[http://www.funbroad.tw/p/maker-single-arduino-android-double\\_5129.html](http://www.funbroad.tw/p/maker-single-arduino-android-double_5129.html)
- 5、Arduino IDE 監控視窗的顯示頁面  
<https://swf.com.tw/?p=712>
- 6、編輯及更改程式、製作手機頁面的網站：APP INVENTOR 2  
<https://appinventor.mit.edu/>
- 7、APP INVENTOR 2 製作程式的相關書籍(博客來的書籍資訊)  
<https://www.books.com.tw/products/0010779301>
- 8、APP INVENTOR 2 藍牙裝置、清單選擇器、打包 apk 檔等相關資訊  
<http://www.86duino.com/wp-includes/file/Chapter09-TC.pdf>
- 9、藍牙客戶端運行程式方塊之相關介紹  
[http://www.appinventor.tw/ai2\\_connectivity\\_bluetoothclient](http://www.appinventor.tw/ai2_connectivity_bluetoothclient)
- 10、關於 Arduino 的介紹、程式及基本用法等相關資訊  
[https://www.cs.pu.edu.tw/~yctsao/mycourses/maker/Bulb20170429/course/Arduino\\_%E7%A8%8B%E5%BC%8F%E9%96%8B%E7%99%BC%E4%BB%8B%E7%B4%B9.pdf](https://www.cs.pu.edu.tw/~yctsao/mycourses/maker/Bulb20170429/course/Arduino_%E7%A8%8B%E5%BC%8F%E9%96%8B%E7%99%BC%E4%BB%8B%E7%B4%B9.pdf)
- 11、重量感測器相關資訊  
[https://blog.jmaker.com.tw/hx711\\_set/](https://blog.jmaker.com.tw/hx711_set/)