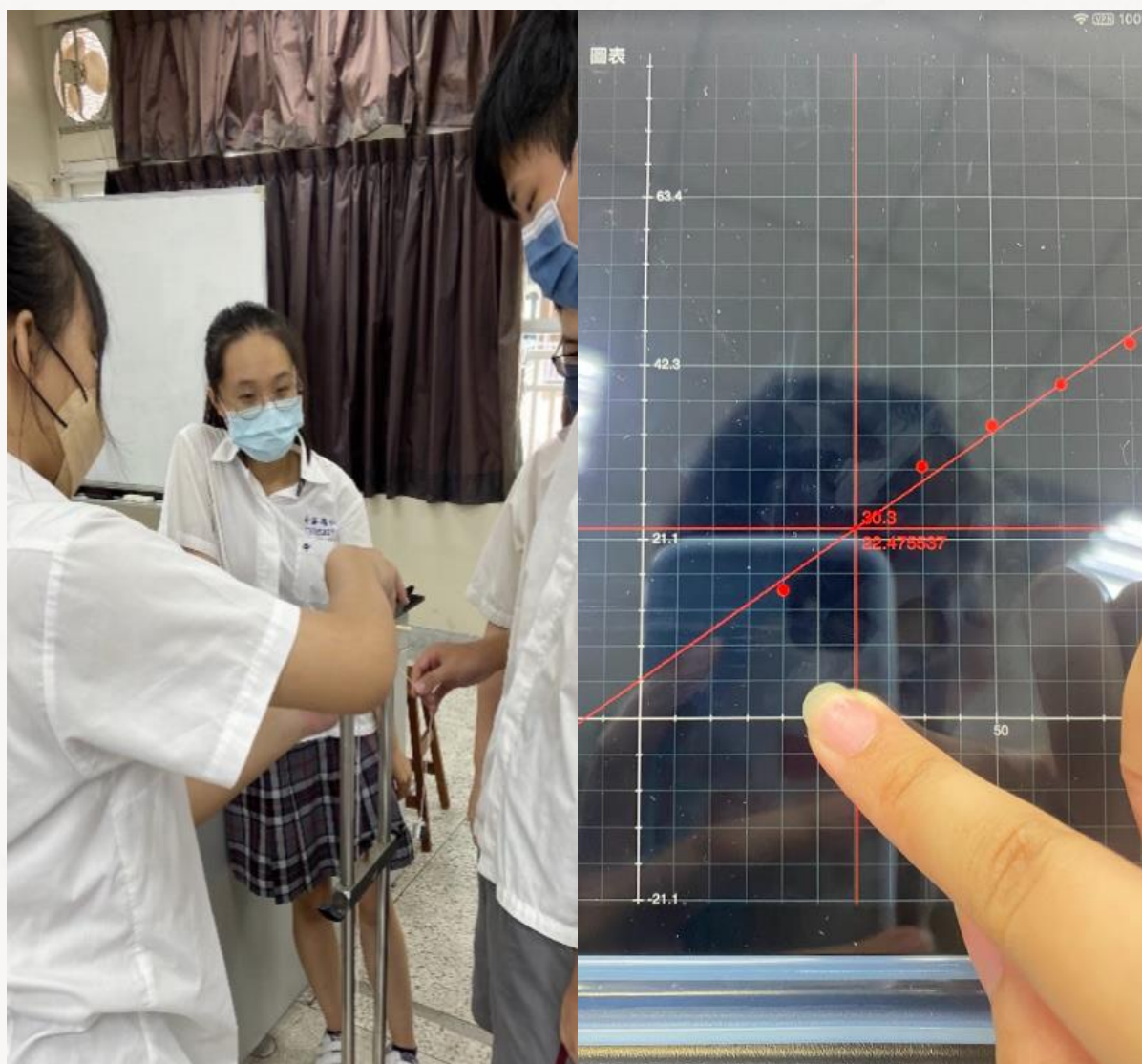


物理探究實作

單擺實驗、數據分析



01 單擺實驗

• 實驗目的:

利用不同的擺長、擺垂、擺角，去探討其對於單擺週期的影響，並於實驗中記錄，結束時觀察所記數據，找出其中確切的關係。

• 實驗假說:

依照國中所學過的單擺知識，我們提出假說：

- 1、擺長越長，週期越大。
- 2、擺角和擺垂與週期無關。

• 實驗變因:

實驗(一)

控制變因：擺垂重量、擺長

操縱變因：擺角

應變變因：週期時間

實驗(二)

控制變因：擺垂重量、擺角

操縱變因：擺長

應變變因：週期時間

實驗(三)

控制變因：擺角、擺長

操縱變因：擺垂重量

應變變因：週期時間

01 單擺實驗

- 實驗器材:

砝碼、計時器、棉繩、膠帶、量角器、直尺、
架子

- 實驗步驟:

- 1、準備實驗器材
- 2、固定砝碼重量及擺長
測量擺角是否與週期有關
- 3、固定砝碼重量及擺角
測量擺長是否與週期有關
- 4、固定擺角跟擺長
測量重量是否與週期有關
- 5、以10次為基準觀察週期
* 次數取過少誤差會較大！

- 實驗過程:



01 單擺實驗

- 實驗數據與分析：

編號	時間(s)	砝碼(g)	擺角($^{\circ}$)	擺長(cm)
1	16	100	45	未測量
2	16	100	10	和(1)同長
3	17	100	45	較(1)長
4	16	200	45	和(1)同長
5	16	100	45	和(1)同長

結論：

由(1)、(2)可知：週期與擺長無關

由(1)、(3)可知：擺長越長，週期越大

由(1)、(4)、(5)可知：週期和擺錘重量無關

01 單擺實驗

• 實驗延伸---尋找週期與擺長的關係

實驗假說：

週期與擺長平方根成正比

實驗變因：

控制變因：擺角、擺錘重量

操縱變因：擺長

應變變因：週期時間

實驗器材：

砝碼、計時器、棉繩、膠帶、量角器、直尺、架子

實驗步驟：

1、準備實驗器材

2、固定砝碼重量及擺長

3、改變擺長長度

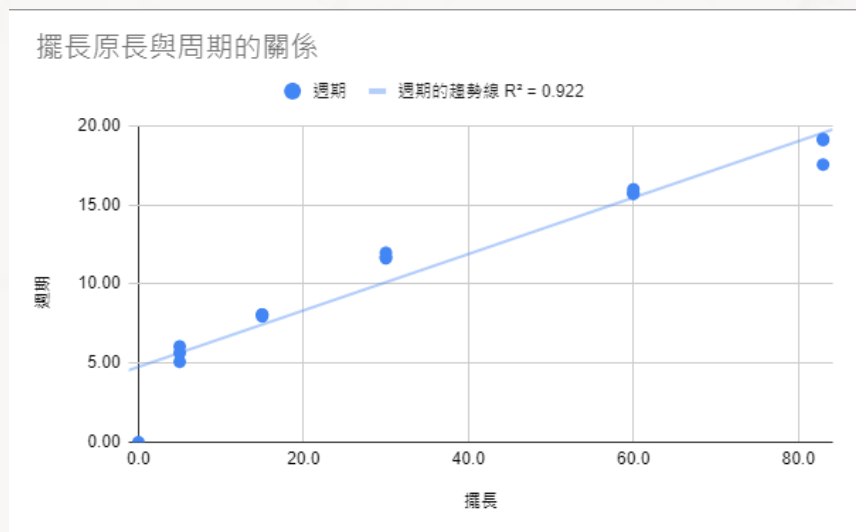
4、以10次為基準觀察週期，每種長度重複三次

01 單擺實驗

實驗數據與分析：

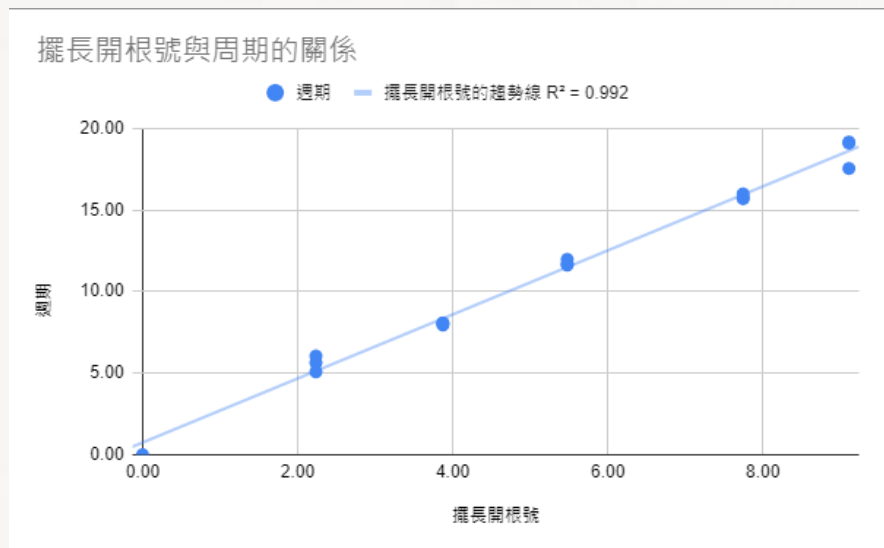
擺長 (cm)	5	15	30	60	83
1	05.58s	08.07s	11.77s	15.69s	17.54s
2	06.05s	08.06s	11.62s	15.74s	19.09s
3	05.64s	07.95s	11.70s	15.98s	19.16s

將實驗數據輸入google試算表，製作成圖表，為方便觀察，兩組數據皆加入(0,0)這組數據。



圖一

01 單擺實驗



圖二

結論：

圖一為擺長和週期的關係，由圖可知，擺長與週期為正相關，非正比（未通過原點）。反觀圖二，雖仍未通過原點，但已經很接近了，可能是數據的誤差，由此可知，擺長開根號與週期是接近正比的關係。

02 數據分析

- 實驗目的:

透過線上模擬器及數據分析APP學習與認識建模。

- 實驗過程:

運用網站COSCI模擬光由空氣射到水中的入射角與反射角，並試著將角度取sin、cos、tan找出數學關係。

- 實驗數據:

	COSCI					內插		外推	
編號	1	2	3	4	5	預測	實際	預測	實際
入射角	60	50	40	20	70	28	28	80	80
折射角	40	35	30	15	45	21.0798	20	52.0266	48
						5.53%		8.38%	
Sin入	0.86	0.76	0.64	0.34	0.93	0.46	0.46	0.98	0.98
Sin折	0.64	0.57	0.5	0.25	0.70	0.3476	0.34	0.7384	0.74
						2.25%		0.21%	

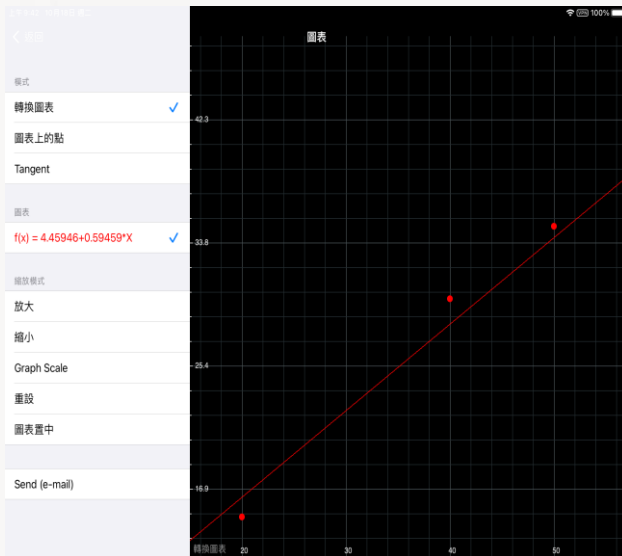
↓
誤差百分比

02 數據分析

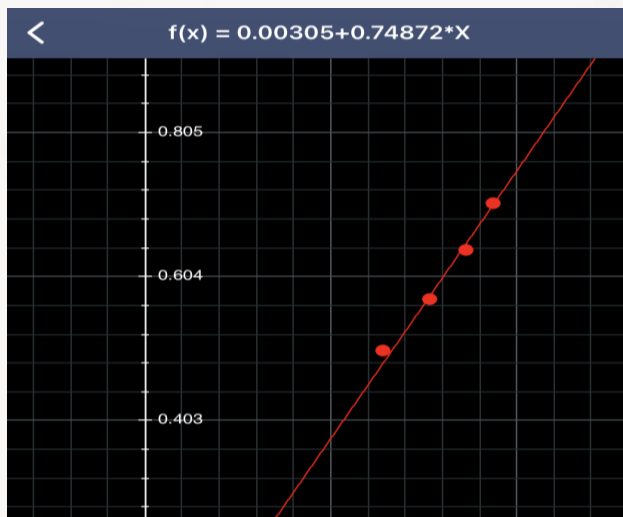
- 數據分析：

將數據輸入 APP (CALC PRO HD) 找出趨勢線

入射角與反射角：



$\sin(\text{入射角})$ 與 $\sin(\text{折射角})$ ：



結論：

我們已知 $y = kx$ 為正比關係的通式，觀察上下兩張圖，可以發現下圖取 \sin 值的趨勢線方程式，其常數像趨近於 0，接近正比關係。

03心得反思

在這兩次的實驗中，我學到了原來建模是這個意思，原來數學也可以運用在這裡。在單擺實驗裡面，因為那時候還沒學到簡諧運動，只知道擺長與週期有關，並不知道確切的數學關係是什麼。透過這次的操作，我學到單擺的擺長開根號與週期呈現正比關係（雖然實驗結果有一點點誤差）。在單擺和數據分析兩個實驗中，都運用到趨勢線，但趨勢線的表示方法並不一樣。在單擺實驗中，我們是用 R^2 來表示；但在數據分析中，則是用 $f(x)$ 的直線方程式來表示。那麼 R^2 究竟是什麼呢？簡單來說， $R^2 = 1 - \text{殘差平方和} / \text{總平方和}$ ，所以 R^2 的值越高，則所有的樣本點連起來越接近趨勢線。至於殘差平方和，就是所有的（樣本點 - 預測點） 2 的總和；總平方和則是（樣本點 - 平均點） 2 。透過兩次實驗，我學到了怎麼去更好的分析實驗數據。這次學到了兩個程式，一個是GOOGLE試算表，另一個則是CLACPROHD，更是學到了 R^2 值的意義。但在實驗中，還是因為人為的疏忽造成了誤差，希望下次能更仔細的操作，或多做幾次，把誤差降到最小！

04 科學日誌

Title: 單擺實驗

Date: 9/21

(三)

	時間 (10次)	砝碼重量	擺角	擺長
①	16s	100g	45°	? (未測量)
②	16s	100g	10°	? (和①同長)
③	17s	100g	45°	+長 (較原長長)
④	16s	200g	45°	? (和①同長)
⑤	16s	200g	45°	? (和①同長)

結論: 1. 由①和②得知: 週期和擺角無關
 2. 由①和③得知: 週期和擺長有關
 3. 由①和④得知: 週期和擺重無關

(四)

假設: 擺長越長, 週期越長

變因: (1) 控制變因: 相同的擺角, 相同擺重 (2) 採放變因: 擺長

△ 擺角: 45°, 擺重: 100g, 以下結果皆為 10.5 週期

(1) 60cm ① 15'69s (3) 30cm ① 11'17s

② 15'74s ② 11'62s

③ 15'98s ③ 11'70s

(2) 83cm ① 17'54s (4) 15cm ① 08'07s

② 19'09s ② 08'06s

③ 19'16s ③ 07'95s

(5) 5cm ① 05'08s

② 06'05s

③ 05'64s

04 科學日誌

Title:

Date:

結論: 假說成立, 由 15 公克和 60 公克和 30 公克可知, 擺長及擺
週期均成反比。

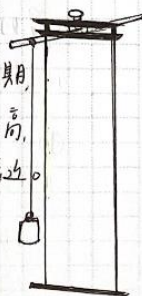
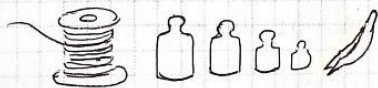
(五)

擺長: 22 cm 擺重: 100g

測量值: 1.03s 百分比誤差: 2.9%

心得反思:

這次比賽讓我們開始比較進入狀況了! 數據也較之前
以更為完整。在測量擺長、擺角、擺重和週期的時候呀,
我們先測了一組基準(40比0), 然後再控制擺角、擺重、
擺長。由於一次以週期太難測量, 我們選擇測量10次
週期, 小缺點是我們忘記先量擺長了。在研究假說時,
我發現, 擺長太短, 好難測量。像在測15公克以週期時,
數據就不太精準, 太長也不好測量, 像83公克以第0和00,
落差就有些大。在最後競賽的時候, 雖然我們沒有得名,
但我們也從四中先推出週期1s, 擺長可能介
於15~30之間。雖然擺角不同, 但擺角不影響週期,
所以應該是正確的, 沒想到結果一山還有一山高,
我們以為我們已經很準確了, 沒想到別組更接近。



A



04 科學日誌

Title: 數據分析

Date: 10/18

[一]

空氣→水

	1	2	3	4	5	內插		外推	
入射角 ^(°)	60	50	40	20	70	28	28	80	80
折射角 ^(°)	40	35	30	15	45	21.10998	20	52.0266	48
$\sin(\text{入射角})$	0.86	0.76	0.64	0.34	0.93	5.53%		8.38%	
$\sin(\text{折射角})$	0.64	0.57	0.5	0.25	0.70	0.46	0.46	0.98	0.98
指數結果 $f(x) = 4.45946 + 0.59459x$						0.347659	0.34	0.73844	0.74
\sin 指數結果 $f(x) = 0.00329 + 0.74863x$						2.25%		0.21%	

心得反思:

在這次的實驗中，我學到「建模」到底是怎麼回事了，原來數學也可以應用在這。在找正比關係時，我比較幸運剛好分配到 \sin 的部分，雖然指數結果還有一點點的小誤差，但已經很接近 $y=kx$ 的正比關係了，我在想誤差可能還跟我不小心加到第六組 (0.0) 的數據有關係，也可能是我模擬測量沒有很精準的關係，我覺得兩者都是可能造成誤差的成因。



A+