

國立臺南第一高級中學 108 學年度第 1 學期必修課程			
課程名稱	物理含跨科目之自然科學探究與實作課程 A	活動地點	臺南一中科學教育大樓
參與者	一年 4 班 27 號 游佳峻	上課期程	108 學年度第 1 學期
指導老師	何 興 中 、楊 灝 儀 老師		
學 習 過 程 、 反 思 與 心 得	每週的第一、二堂是自然科探究與實作課程。這門課程，我們實際		
	進行操作的科學活動，也是我相當喜愛的一門課。		
	課程中，老師先介紹實驗室及如何正確使用基本儀器，另外，須了		
	解信度及效度的數據概念。然後開始進行橡皮筋、吹泡泡、蠟燭燃燒、		
	酵素研究等主題，每個主題進行中，老師會透過適當的提問和實作活動		
	，讓我釐清許多疑惑；而實作過程中，我可以發現其他問題，從眾多的		
	變因中選擇一個變因，討論出可以驗證的觀點，其後在小組內討論小結		
	，並寫出一份海報，上台分享。		
	每次課程結束，回到家的第一件事，便是回顧今天的上課實作，將		
	課程中實作數據及操作心得寫在筆記內，記錄一天的發現及所學。		
	進行橡皮筋實作時，雖然每條橡皮筋外觀看起來一樣，但是彈性還		
	是有差異，為避免影響數據準確性，盡可能將同組數據在同一條橡皮筋		
	完成；進行吹泡泡實作時，因為泡泡壽命的影響，所以量測的動作要很		
	迅速確實，因為泡泡很小，相對量測之數據誤差值也較大。		
	進行蠟燭燃燒實作時，因為燃燒完全跟燃燒不完全，產生的氣體特		
	性不同，因為無法測試一氧化碳產生量，造成實驗時產生不同數據現象		
	；進行酵素研究實作時，因為無法確實讓溫度恆溫，靠外在水體的保溫		

學習過程、反思與心得	效果，還是無法精確地讓個不同實驗溫度抱持定值，也因此，實驗數據
	會有些微誤差產生。
	經由四個主題的實作，我可以發現問題，透過實作記錄資料數據，
	將資料數據以圖表製作並整理出規則性，完成分析的結果。過程中不乏
	小組討論，而討論中不免出現許多不同的意見和想法，在經過多次交流
	，因而獲得了暫時性的結論。而製作海報或是簡報過程中，往往因為時
	間的緊迫或是組員個人因素，使得海報或是簡報的製作過程更是雪上加
	霜，在這其中，我們一項一項突破困難，完成不可能的任務。
	簡報任務完成後，接下來就必須專心的聆聽其他各組的報告，才能
	經由簡報發現其他組的實驗與自己組別的實驗結果的異同，並適時的修
	正自己的實作報告。
	另外，課程是以分組方式進行，小組成員的組成有時 是老師隨機
	派，每位同學的學習狀況都不一樣，這考驗著我們必須花費更多的時間
	和更大的力氣，去面對不同個性組成的團隊，也因此，藉著這門課程我
	們除了提升了高層次的思考及批判能力，並加強了團隊合作能力喔！

108年9月3日

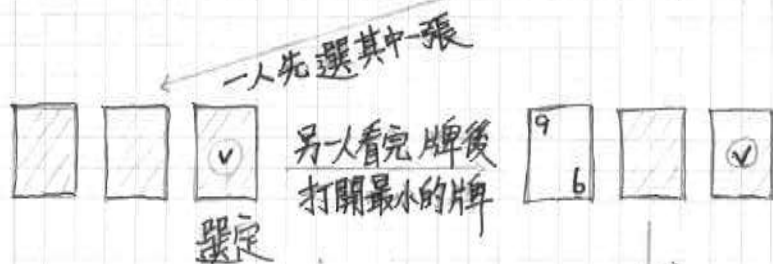
紙牌的換與不換

工具：3張牌



對於任何活動中最後的抽獎當你有機會換牌時，你會換還是不換呢？

紙牌活動將為我們解答換與不換的中獎機率。



詢問是否要換牌

數據 (機率)：

不換	25	30	20	28	15	30	35	20
換	65	50	70	70	65	60	65	50

心得：

透過此次的活動，以往有類似的事，我往往堅持不換牌，但表格中的驚人數據，使我產生了一百八十度的想法，反對此事的看法。

108年9月10日(1)

各實驗器材的精準度

器材：燒杯
量筒
錐形瓶
容量瓶

控制：50ml水

使用單位：g(公克)

討論實驗器材的精準性，
看看量筒是否
是最精確的
測量工具

(A) 燒杯

$W_{\text{空}} : 35.90$

$W_{\text{總}} : 88.30, 89.60, 88.80$

$W_{\text{水}} : 52.40 \quad 53.70 \quad 52.90$

水平均重 = 53.00g

(B) 量筒

$W_{\text{空}} : 89.1$

$W_{\text{總}} : 138.20, 138.30, 138.30$

$W_{\text{水}} : 49.10 \quad 49.20 \quad 49.20$

水平均重 = 49.16g

(C) 錐形瓶

$W_{\text{空}} : 36.10$

$W_{\text{總}} : 85.60, 85.90, 85.80$

$W_{\text{水}} : 49.50 \quad 49.80 \quad 49.70$

水平均重 = 49.66g

(D) 容量瓶

$W_{\text{空}} : 36.20$

$W_{\text{總}} : 85.70, 86.20, 86.10$

$W_{\text{水}} : 49.50 \quad 50.00 \quad 49.90$

水平均重 49.80g

對於此次的實驗，我們原認定量筒是最精確的，但結果是容量瓶 > 錐形瓶 > 量筒 > 燒杯，經由討論，我們認為可能對於刻度的認定不一，或者是器材本身的誤差。

108年9月10日(2)

單擺實驗

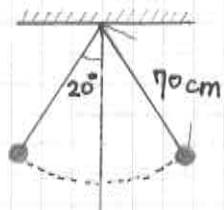
細線 $> 100\text{ cm}$

螺絲帽 $\times 1$

免洗筷子 $\times 1$

量角器與直尺

碼錶 $\times 1$



擺長 70 cm

角度 20°

(1) 擺動1次所需 time (秒)

1	2	3	4	5
1.65	1.61	1.59	1.53	1.52

平均週期 = 1.58秒

(2) 擺動10次所需 time (秒)

1	2	3	4	5
16.60	16.70	16.90	16.91	16.72

平均週期 = 16.77秒

平均1次週期 = 1.67秒

討論操作一次與多次的差異及問題點

在活動中，我發現擺角無法維持 20° ，因此所測得數據應為小於 20° 擺角的週期。此外，由於聽者與操作者間會有反應時間的差距，因此我們採取操作者按碼錶+操作，但視覺上的反應還是會導致實驗的誤差。

108年9月17日(1)

標準差的計算

擺長 70cm

擺角 20°

碼錶 x1

實驗目的:

測量擺角 20°

所產生的標

準差是多少?

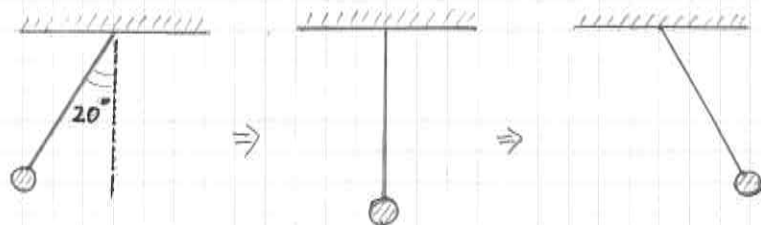
組別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T	1.74	1.38	1.69	1.82	1.64	1.68	1.38	1.30	1.64	1.67

平均 1.59 (s)

d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8	d_9	d_{10}
0.15	-0.21	0.1	0.23	0.05	0.09	-0.21	-0.29	0.05	0.08
d_1^2	d_2^2	d_3^2	d_4^2	d_5^2	d_6^2	d_7^2	d_8^2	d_9^2	d_{10}^2
0.0225	0.0441	0.01	0.0529	0.0025	0.0081	0.0441	0.0841	0.0025	0.0064

$$\text{標準差} = \sqrt{\frac{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2}{(n-1)}} = 0.17545$$

$$\approx 0.18$$



測量值 = 1.59 ± 0.18

實驗結果發現，標準差約 = 0.18 (s)，經小組討論後，我們認為假設無空氣阻力下，自身的反應時間及每回所認定的最高高度不一，所產生的誤差。我們認為若在起始處設置按鈕，當擺錘碰到時，便記錄時間，可提升精確度。

108年9月17日(2)

角度對週期的影響

實驗器具:

綿線×1

螺帽×1

尺 100cm × 1

量角器×1

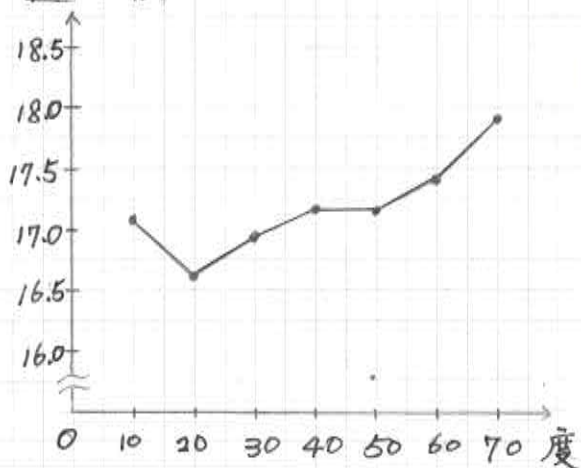
實驗目的:

為了解不同擺角是否影響擺動的週期。

實驗說明: 同擺長不同角度擺動 10 次所需時間

10°	17.23	17.15	平均 17.19 (s) ± 0.06
20°	16.60	16.60	平均 16.60 (s) ± 0.00
30°	16.76	17.18	平均 16.69 (s) ± 0.30
40°	17.25	17.20	平均 17.23 (s) ± 0.04
50°	17.40	17.06	平均 17.23 (s) ± 0.24
60°	17.19	17.74	平均 17.47 (s) ± 0.39
70°	17.46	18.29	平均 17.88 (s) ± 0.59

週期(秒)



結論:

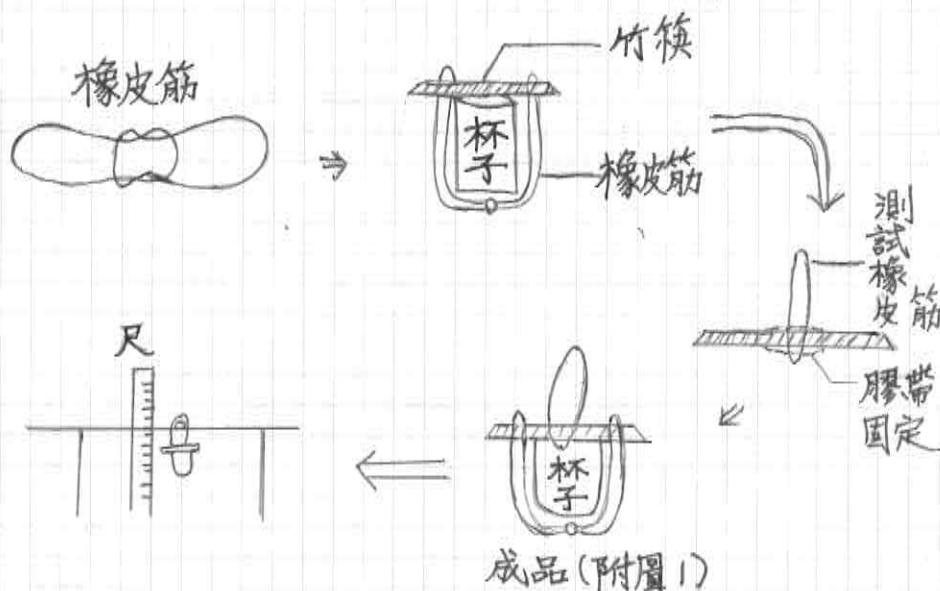
由實驗結果我們發現當角度大於等於 20° 時失去等時性, 因此我們推論小於 20° 大於等於 10° 時有「擺角等時性」。

實驗結果發現, 不同角度的週期略有不同, 與往日的課本內容相符, 但實驗的結論各組有所差異, 我們推論空氣阻力, 及人為因素皆是造成測量出來的數據有所誤差的原因。另外, 我們發現擺動時, 擺角會逐漸變小, 可能是誤差之一。

準備材料

①量筒 ②滴管 ③竹筷 ④橡皮筋 ⑤膠帶 ⑥尺

示意圖



設計實驗步驟

1. 測量橡皮筋之長度 (cm) ps: 下掛杯子 (如圖2)
2. 測空杯 + 橡皮筋淨重
3. 每次加入單位體積的水, 並測量其伸長度
4. 繪製數據表格
5. 小組討論

這次的活動是規劃整體實驗流程, 過程中最令我們頭痛的是「如何在水杯內盛入水的時候, 能夠確保水、杯與橡皮筋有連接。」經不斷地討論及操作後, 我們決定於杯外套橡皮筋, 既簡便又不破壞杯子的結構。

108年10月1日

橡皮筋的彈力常數

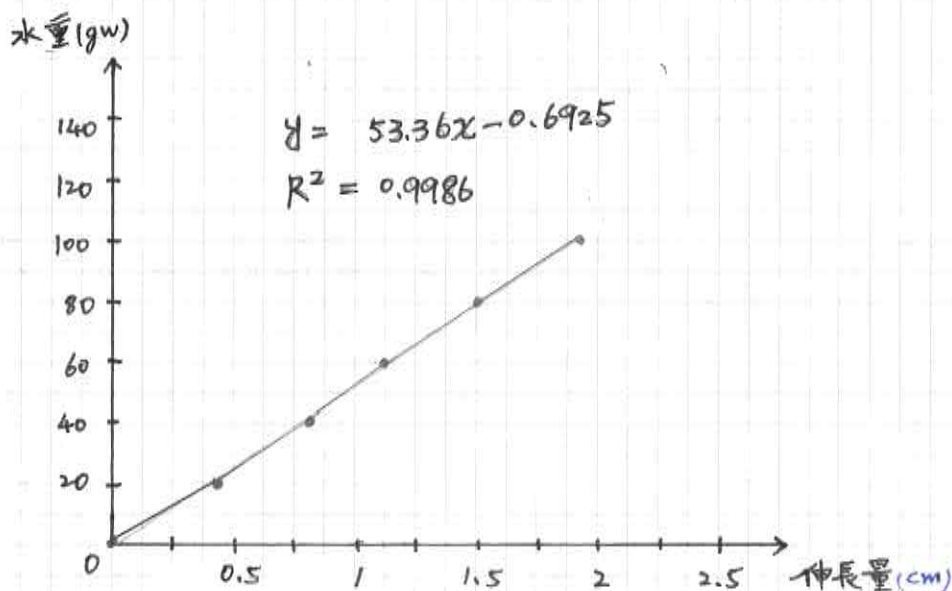
實驗器材

① 量筒 ② 通管 ③ 橡皮筋 ④ 竹筷 ⑤ 交帶 ⑥ 尺

實驗數據

水重(gw)	0	20	40	60	80	100
長度cm	6.3	6.7	7.1	7.4	7.8	8.2
伸長量cm	0	0.4	0.8	1.1	1.5	1.9

實驗表格



$$K (\text{彈力常數}) = \frac{F}{x}$$

外力 N	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98
伸長量 m	0.004	0.008	0.011	0.015	0.019
K	50.00	48.75	53.64	51.00	51.58

平均 $K = 53.36 \text{ kg/s}^2$

由實驗結果，我們發現當外力介於 0~100 gw 之間時，橡皮筋所測量出的實驗數據，符合虎克定律，並藉由 $F = Kx$ ，計算出實驗目的的“K值”。

108年10月1日

對橡皮筋的假說

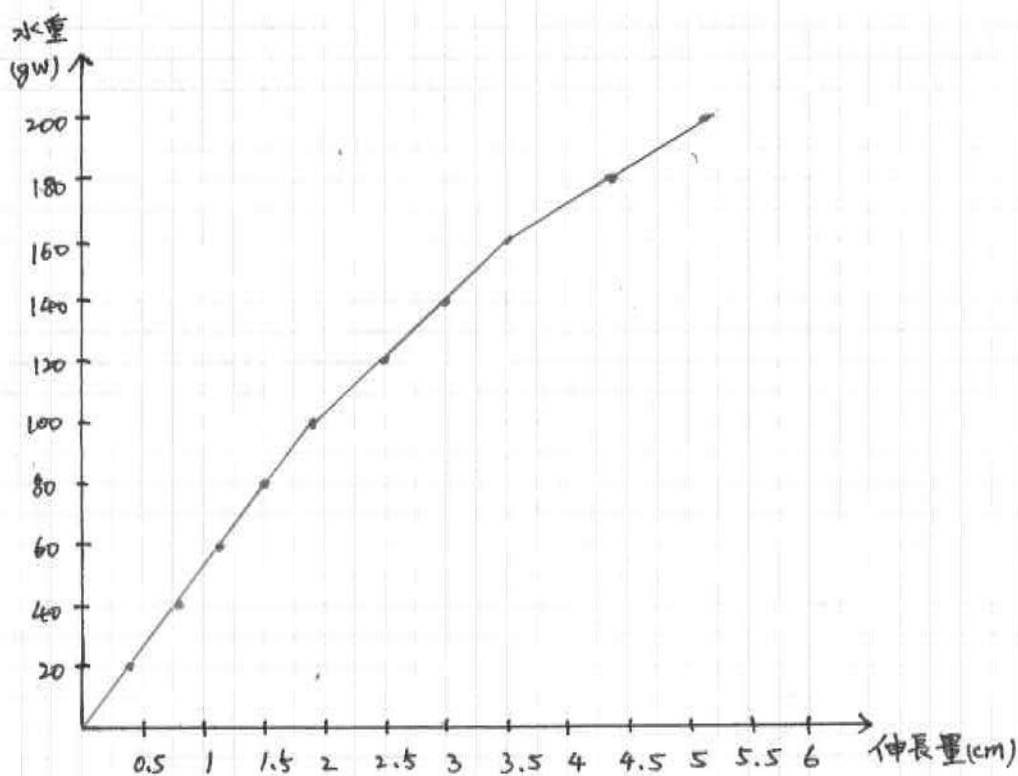
實驗器材

①量筒 ②竹筷 ③杯子 ④橡皮筋 ⑤交帶 ⑥尺

實驗推論

由小組討論我們推測當水量大於 200 ml
會不符合虎克定律

實驗數據



實驗結論

當 外力大於100 gW 時，不符合虎克定律

由實驗我們得知 當加重質量大於100 gW 後，~~彈簧~~便無法遵守虎克定律，且與原本我們所假設的實驗結果相差甚遠，但有了假說能使我們在操作上更有目標。

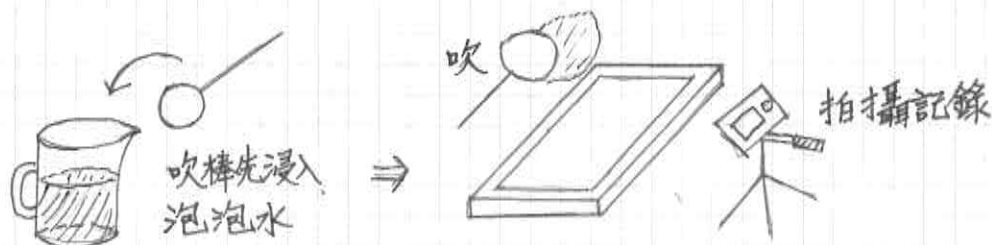
108年10月22日

如何吹出一個泡泡

實驗器材

- ① 桌墊 x1 ② 塑膠量杯 x1 ③ 塑膠盤 x1 ④ 滴管 x1
⑤ 手機架 x1 ⑥ 量角器 x1 ⑦ 吸管 x1 ⑧ 長吸管
⑨ 泡泡水 約 150 ml (水:清潔劑:膠水 = 4:2:1)

實驗步驟



實驗觀察

觀察	定性描述	定量描述
靜態	泡泡為圓形	在日光照射下，光澤好像在流動
動態	吹出的當下，泡泡越大，會有滾動現象	當吹器直徑 5cm 時，泡泡大小約 10cm 而滾動掉落

心得：

- 我們發現吹器改變形狀後，較一開始圓形的形狀易吹出泡泡
- 不論吹器的形狀為何，泡泡皆會在一段時間後變為圓形
- 在操作過程中我們發現，泡泡超過一定的大小，會有滾動現象且下降速度比一般泡泡快。

108年10月29日

吹多個泡泡

實驗器材

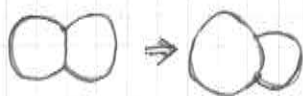
桌墊×1, 塑膠量杯×1, 塑膠盤×1, 手機架×1
量角器×1, 吸管×1, 長吸管×1, 泡泡水約150ml

實驗觀察

兩個泡泡

觀察	定性描述	定量描述
靜態	界面為平面 泡泡中有泡泡	①大致呈現 300° 的弓形 ②在一定大小會有外移動
動態	當泡泡相差由小到大界面由平變曲面	小泡泡內壓大大泡泡內壓小 界面由平面變曲面

俯視



側視



三個泡泡

觀察	定性描述	定量描述
靜態	愈大的泡泡在交界面占的角度愈大	小, 中, 大三泡泡 角度大約為 100° 120° , 140°
動態	當泡泡的大小越大, 其在水上越不易與其它泡泡結合	大約是直徑15cm以上的泡泡有此一現象

心得:

- 當泡泡的大小不同時, 其交界面會產生不同的交界面弧度。
- 泡泡中有泡泡在一定大小會跑出外泡泡, 我們推測是內部氣體壓力差所造成。
- 在實驗中我們發現, 泡泡的大小會影響其吸引力。

108 11月 5日

吹 CO_2/O_2 的泡泡

實驗器材

桌墊 $\times 1$, 塑膠杯 $\times 1$, 塑膠盤 $\times 1$, 手機架 $\times 1$
量角器 $\times 1$, 吸管 $\times 1$, 長吸管 $\times 1$, 泡泡水約 150ml

實驗觀察

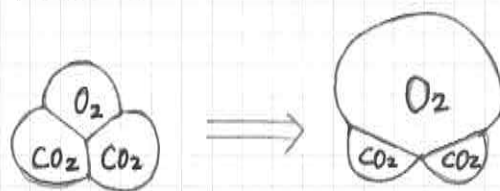
觀察	CO_2 的泡泡	O_2 的泡泡
靜態	① 相臨界面與一般泡泡相同 ② 在過程中逐漸消氣	① 相臨界面與一般泡泡相同 ② 泡泡維持穩定

觀察	$\text{CO}_2 + \text{O}_2$ 的泡泡
動態	過程中 CO_2 的泡泡縮小, 而 O_2 的泡泡漲大

結論:

由實驗我們推測 CO_2 可能跑到 O_2 的泡泡, 以致 CO_2 泡泡縮小 O_2 泡泡漲大。

俯視圖:



心得:

- ① 泡泡界面不因氣体的不同而有所差異
- ② O_2 較 CO_2 易穩固泡泡的大小
- ③ O_2 、 CO_2 泡泡相接時, 可能內部的氣體移動導致泡泡大小的改變。

108年11月12日

氣體體積與夾角的關係

實驗器材

桌墊x1, 塑膠杯x1, 塑膠吸管x1, 手機架x1
量角器x1, 塑膠盤x1, 泡泡水約150ml

控制變因

吹入同性質的氣體

操作變因

大小不同的泡泡

應變變因

測量泡泡所形成的夾角

實驗數據

①	體積	60	60	60
	角度	120°	120°	120°
③	體積	40	50	60
	角度	110°	120°	130°
⑤	體積	30	50	60
	角度	100°	125°	135°
⑦	體積	20	50	60
	角度	100°	125°	135°

②	體積	20	40	60
	角度	110°	115°	135°
④	體積	10	50	60
	角度	90°	130°	140°
⑥	體積	10	40	60
	角度	110°	115°	135°

分析

由數據我們發現在一組泡泡中, 最大的與次大的泡泡氣體體積和角夾正相關, 而小泡泡則受它們影響而放大縮小。

心得:

1. 由實驗證實了前幾次的假說「大泡泡夾角大於小泡泡」
2. 小泡泡會受到大的及次大的泡泡影響, 而造成不規律的夾角放大縮小, 但小的泡泡夾角恆小於大泡泡。

A+ 11/1

由PPT引導

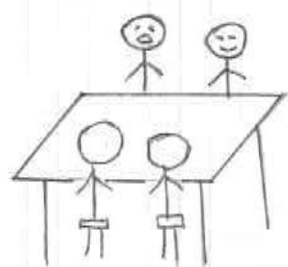
在右圖照片中，我們小組提出：

1. 校門口是打開的
 2. 未有教官出來制止
 3. 外送員悠閒地等候
- ∴ 此校可外定便當

選出主張

1. 人們比較會記得資訊的儲存位置，而比較不記得資訊內容。
2. 無需記憶大量知識，能夠專注更重要更有創造力的事。

小組討論
並繪製海
報



主張	
證據	反駁
推理	推理

心得：

1. 在此次的活動中，我發現現在與老師的對答中，容易將客觀的事件直接地摻入自我的推論，而不符合主張的要求。
2. 從小組的討論中，我們發掘到由於對事件的切入點不同加上各式各樣的生活背景，而有看法的差距。

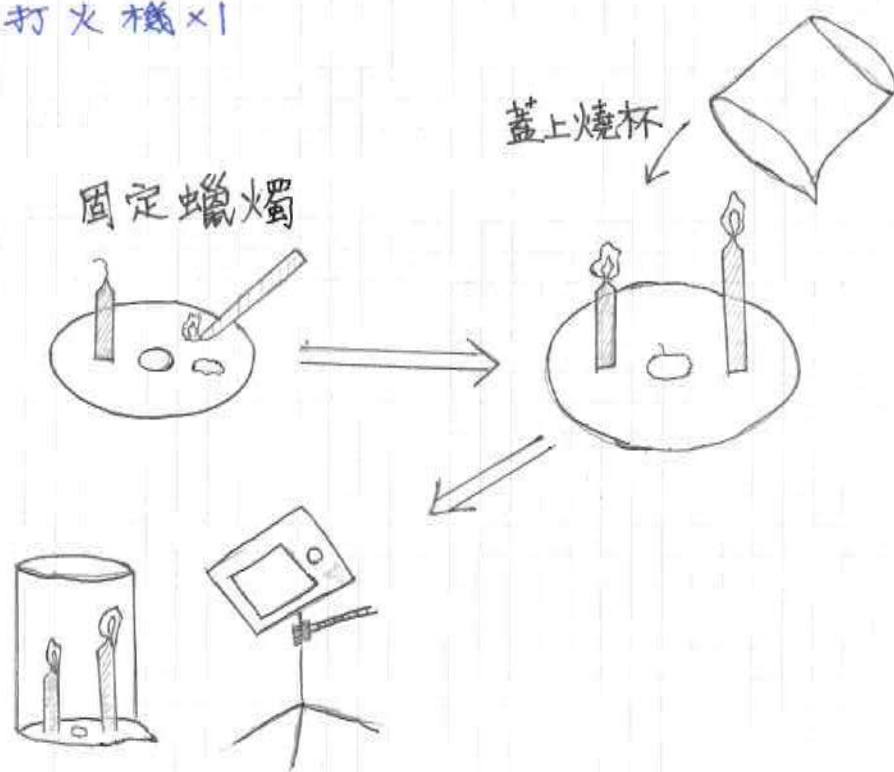
108年11月29日

觀察蠟燭燃燒

使用器材

CD片×1, 長蠟燭×1, 短蠟燭×1, 燒杯×1
打火機×1

觀察



結論

由實驗我們發現高的蠟燭比矮的燃燒時間短，我們推論是 CO_2 燃燒後從頂開始堆積所致。

心得:

- ① 我們發現蕊心的長短會影響火焰大小。
- ② 當我們額外以燃燒的線香放入時，由低往高，線香不再冒煙，但拿出後卻還會繼續燃燒。

108年12月3日

燃燒蠟燭與水位關係

實驗器材

CD片×1, 長蠟燭×2, 燒杯×1, 打火機×1
相機×1

實驗目的

測量燃燒一個或二個蠟燭, 水位高低

實驗數據

	水位第一次	水位第二次	平均
一個	2.4 cm	2.6 cm	2.5 cm
二個	3.5 cm	3.4 cm	3.5 cm

實驗結論

1. 燃燒2個蠟燭, 較一個時, 水位上升較高。
2. 由實驗我們推論產生的 CO_2 較多, 相對溶解的也比較多, 所以水位上升較高。

心得:

1. 由實驗我們觀察到蠟燭燃燒數量會影響到水位高低。
2. 若蠟燭長短不一時, 會有同11月29日的觀察結果。

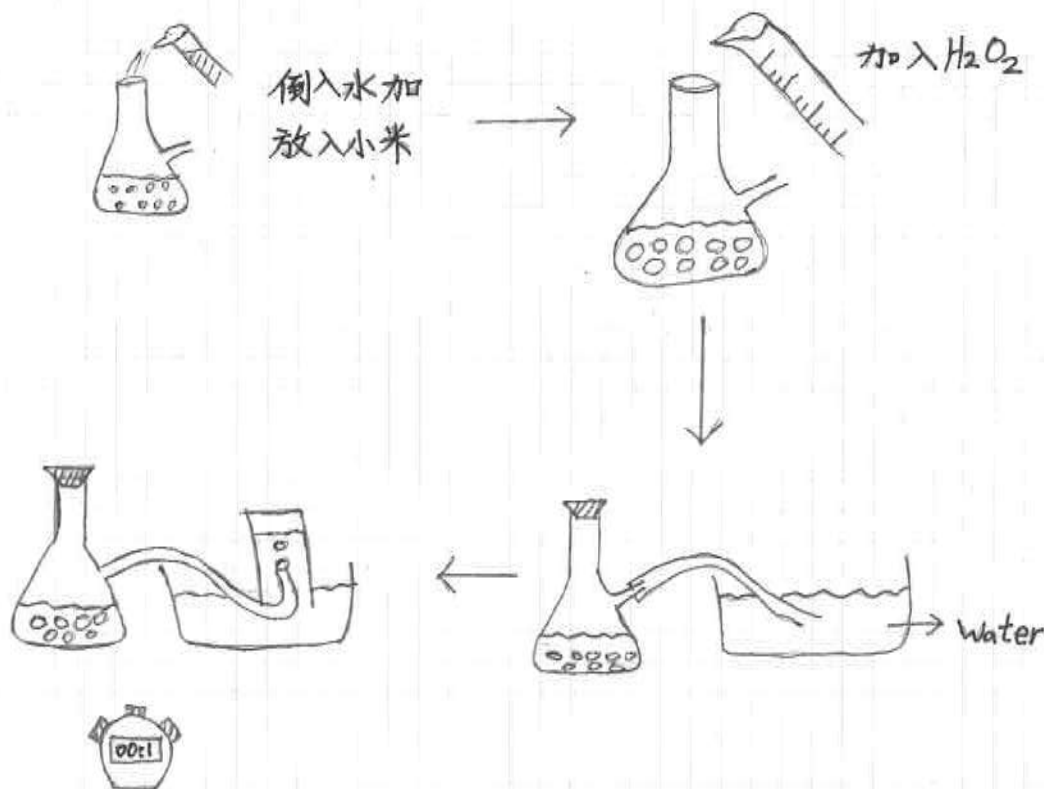
108年12月10日

設計實驗

實驗器材

側錐形瓶 $\times 3$, 雙氧水 3%, 集氣瓶 $\times 3$
小米 + 水 (不同溫度的水)

實驗步驟 策劃



實驗結果

我們認為 $37 \sim 39^{\circ}\text{C}$ 時氣體產生較快, 而低溫會大於高溫 ($> 80^{\circ}\text{C}$)

心得:

1. 因為人體內也有此總酵素, 所以我們認為 $37 \sim 39^{\circ}\text{C}$ 效果最佳。
2. 利用 O_2 難溶於水, 使我們可用排水集氣測量。

108年12月17日

測量反應速率

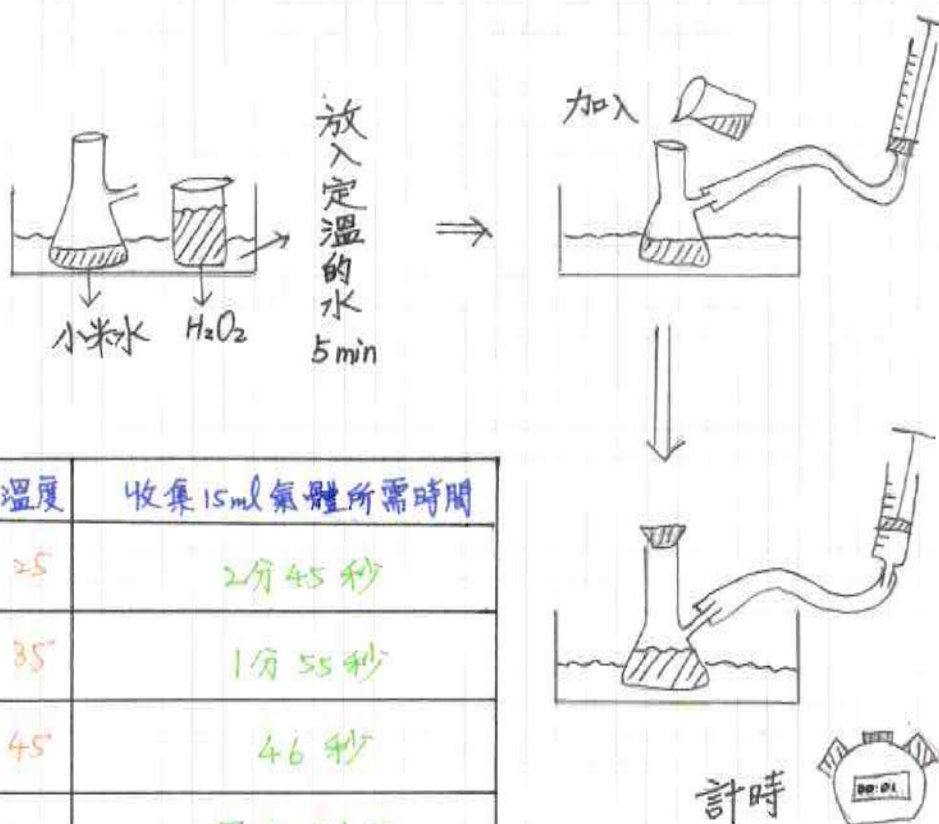
實驗器材

側錐形瓶×2, 盆子×3, 小米水, H_2O_2 3%

各溫度的水, 軟管×2, 針筒×5, 溫度計×1
計時器×1

實驗步驟

1. 取 40 ml 的小米水 ; 以及 20ml 的 H_2O_2



溫度	收集 15ml 氣體所需時間
25	2分 45 秒
35	1分 55 秒
45	46 秒
55	還未測量
65	還未測量

心得:

由實驗至目前的結果是溫度越高, 產生的氣體速率越快, 推得酵素活性越高, 但我們預測在達一定溫後, 酵素失去活性, 可能不反應或速率降低。

108年12月24日

測量反應速率

實驗器材

側錐形瓶×2, 盆子×3, 小米水, H_2O_2 3%
各溫度的水, 軟管×2, 針筒×5, 溫度計×1
計時器×1

實驗數據

溫度對酵素反應的影響				
溫度	第一次	第二次	第三次	平均
25	2分45秒	2分47秒	2分45秒	2分46秒
35	1分55秒	1分53秒	1分54秒	1分54秒
45	46秒	46秒	47秒	46秒
55	2分2秒	2分3秒	2分3秒	2分3秒
65	時間過長	時間過長	時間過長	時間過長

心得：

由今日我們的實驗得知在溫度超越 $45^{\circ}C$ 時, 酵素活性被破壞, 導致反應時間加長, 但在 $45^{\circ}C$ 以前溫度升高, 反應速率也增加。

溫度對酵素反應的影響

第一組:10403王嘉陽、10410林松盛
10422陳柏昇、10427游佳峻

4

研究大綱

- 一、研究動機
- 二、實驗器材
- 三、實驗步驟
- 四、實驗過程
- 五、實驗結果與討論



5

一、研究動機

受傷時護士阿姨都會塗抹雙氧水消毒，常看到傷口塗抹後冒出一陣陣泡泡，好奇心驅使，這是甚麼現象呢，這在不同溫度下又會產生什麼不同結果呢？



6

二、實驗器材

項次	項目	數量
1.	側錐形瓶	x2
2.	小米水	40(ml/次)
3.	盆子	x3
4.	H ₂ O ₂ 3%	20(ml/次)
5.	各溫度的水	適量
6.	軟管	x2
7.	針筒	x2
8.	溫度計	x2
9.	計時器	x2

7

三、實驗步驟 (1/2)

小米水加入H₂O₂放入定溫的水5分鐘

將H₂O₂倒入小米水混合加蓋



計時收集15ML氣體所需時間



8

三、實驗步驟 (2/2)

控制變因：

小米水 40(ml)；H₂O₂ 20(ml)

操作變因：

溫度 25°C、35°C、45°C、55°C、65°C

應變變因：

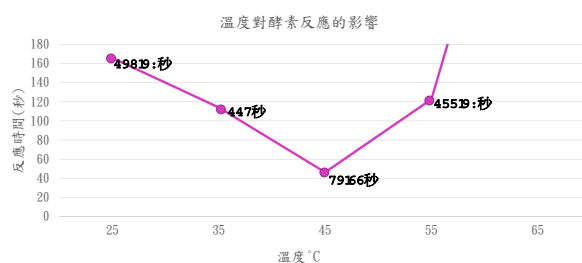
酵素在不同溫度下，產生15(ml)氣體所需時間

9

四、實驗過程 (1/2)

反應時間 \ 反應溫度	25°C	35°C	45°C	55°C	65°C
第一次	165秒	115秒	46秒	122秒	時間過長
第二次	167秒	113秒	46秒	123秒	時間過長
第三次	165秒	114秒	47秒	123秒	時間過長
平均	165.67秒	114秒	46.33秒	122.67秒	時間過長

四、實驗過程 (2/2)



五、實驗結果與討論

觀測數據結果，分解酶活性反應在25°C到45°C時逐漸增加，45°C到65°C活性反應急速下降，推測原因為該分解酶在高於45°C後，會被破壞而失去活性。

感謝聆聽
謝謝指教

橡皮筋是否遵循虎克定律

簡報人:10427游佳峻

1

簡報大綱

1. 發現問題
2. 實驗目的
3. 實驗方法
4. 實驗結果
5. 論證過程
6. 結論
7. 心得與感想

2

發現問題

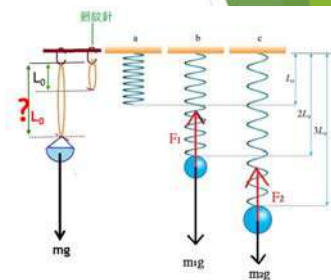
- 橡皮筋在不同的拉力下會有不同的長度，是不是所有有伸長量的彈性物體都有相同特性？



3

實驗目的

- 橡皮筋在不同的拉力下產生不同的長度，驗證能否如同彈簧一樣，符合虎克定律。



4

實驗方法

(1/4)

- 利用橡皮筋在不同的拉力(以不同水量放入承重水杯內)下產生不同的拉伸長度，驗證是否符合虎克定律。



5

實驗方法-實驗器材

(2/4)

- ① 量筒(50ml) x1
- ② 鋼尺(100cm) x1
- ③ 滴管 x1
- ④ 橡皮筋 x3
- ⑤ 竹筷(1雙) x1
- ⑥ 膠帶(1捲) x1

6

實驗方法-實驗步驟 (3/4)

- ▶ 1. 測量橡皮筋下掛杯子後之長度(cm)。
- ▶ 2. 測(空杯+橡皮筋)淨重。
- ▶ 3. 每次加入單位體積(20ml)的水，並測量其伸長度。
- ▶ 4. 繪製數據表格。
- ▶ 5. 小組討論。

7

實驗方法 (4/4)

- ▶ 操作變因
每次加入等量20ml的水
- ▶ 控制變因
使用相同物性的橡皮筋
- ▶ 應變變因
橡皮筋拉伸長度

8

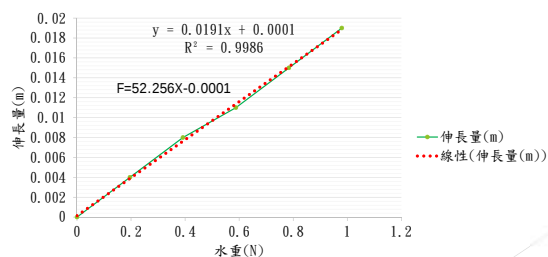
實驗結果 (1/4)

受不同重量之橡皮筋拉伸長度統計表

項次 項目	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次
水重(gw)	0	20	40	60	80	100
長度(cm)	6.3	6.7	7.1	7.4	7.5	8.2
伸長度(cm)	0	0.4	0.8	1.1	1.5	1.9

9

實驗結果 (2/4)



10

實驗結果 (3/4)

受不同重量(0~100gw)之橡皮筋彈力常數統計表

項次 項目	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次
外力(N)	0	0.196	0.392	0.588	0.784	0.98
伸長度(m)	0	0.004	0.008	0.011	0.015	0.019
彈力常數K (kg/s²)	0	49.00	49.00	53.45	52.27	51.58

線性趨勢彈力常數K=52.256(kg/s²)

11

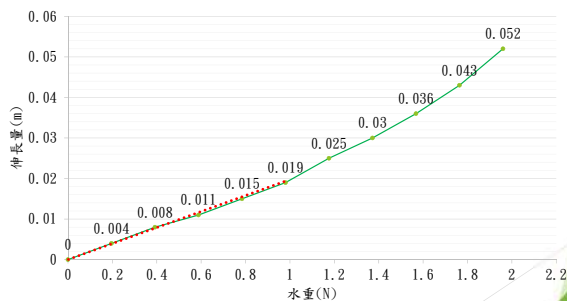
實驗結果 (3/4)

受不同重量(100gw以上)之橡皮筋彈力常數統計表

項次 項目	第七次	第八次	第九次	第十次	第十一次
外力(N)	1.176	1.372	1.568	1.764	1.96
伸長度(m)	0.025	0.03	0.036	0.043	0.052
彈力常數K (kg/s²)	47.04	45.73	43.56	41.02	37.69

12

實驗結果 (4/4)



13

論證過程

由實驗數據顯示，當外力介於0~100gw之間時，橡皮筋伸長量與外力幾乎成正比，但當外力大於100gw以上時，橡皮筋伸長量呈現不穩定狀態。

14

結論

- ▶ 當外力大於100gw ($F=0.98\text{N}$)以上時，橡皮筋伸長量如同彈簧超出彈性限度一樣。
- ▶ 當外力介於0~100gw ($F=0.196\text{N}\sim0.98\text{N}$)之間時，橡皮筋尚符合虎克定律。

15

心得與感想

- ▶ 實驗過程因多次操作，造成橡皮筋有疲乏現象影響數據精確度。
- ▶ 更換橡皮筋雖然外觀相同，但無法確保它的物理性質完全一樣。
- ▶ 故所得結果誤差值較高，但仍可約略看出其尚符合「虎克定律」拉伸長度與外力成正比。

16



感謝聆聽

17

授權同意書

本人應國立臺南第一高級中學之邀，於民國 108 學年度上學期（108/09/01 起至 109/1/31）之自然領域探究與實作課程，茲同意將所完成的作品、相關數據及因應需要所衍生之其他細節，授權予教育部國民及學前教育署，供研究需要及發表教育相關刊物等，俾利推廣教育之進行。

立書同意人：游佳峻



（簽章）

同意人之監護人：

游銘亮



（簽章）

中華民國 109 年 → 月 → 日