

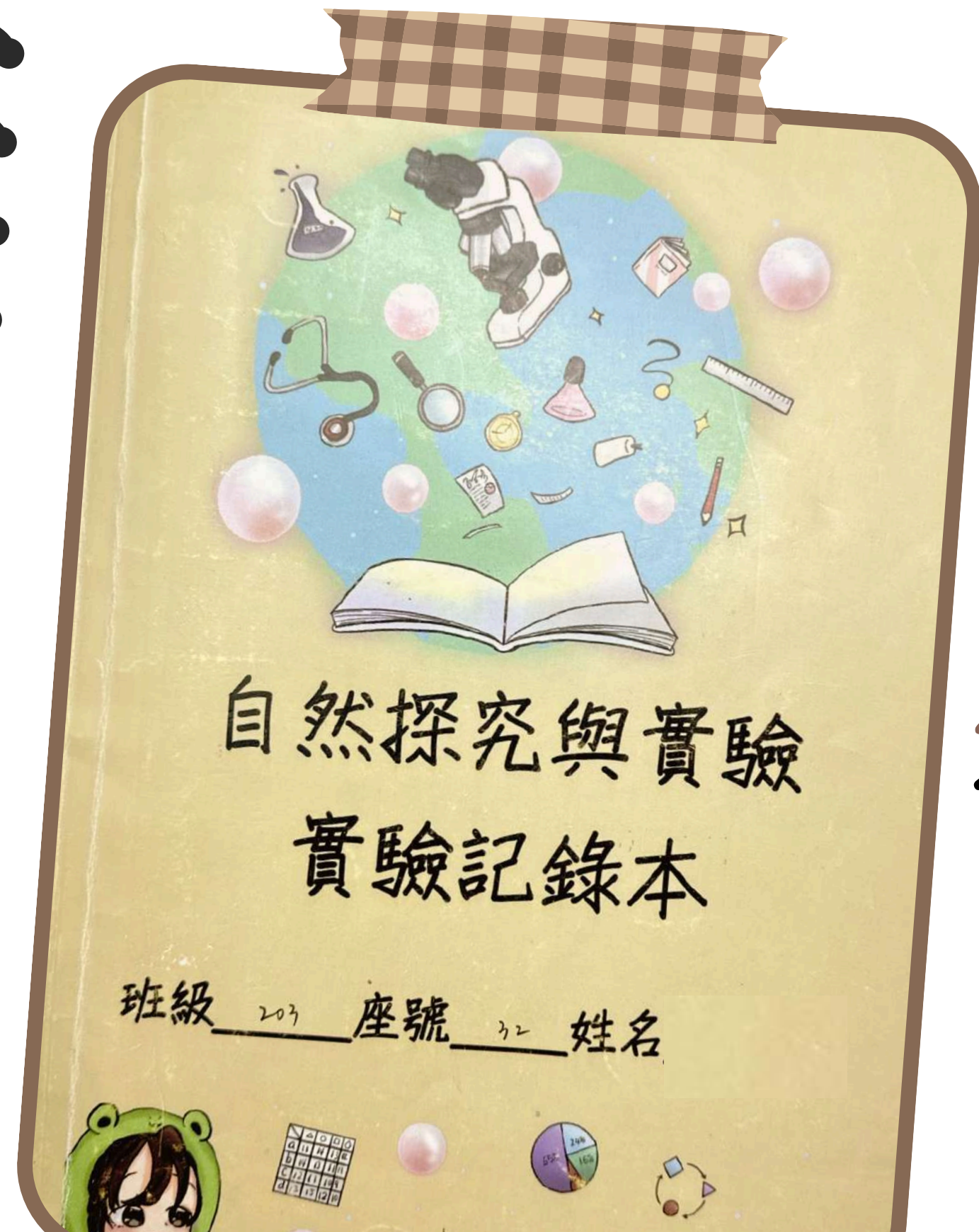
蔡同學	回饋建議
書審老師A	<ol style="list-style-type: none">1.內容豐富，但排版較為凌亂，建議再調整圖文呈現方式。2.重點標示顏色與背景色同一色系，較無法凸顯出來，建議修正。3.習得能力相關內容，建議使用圓餅圖呈現，更易閱讀。4.學習過程詳細說明，但內容太多容易讓人模糊焦點，建議修正成飛行器CER論證形式。
書審老師B	鉅細靡遺的學習歷程檔案，整體的脈絡、層次、細節、學習前後的差異、省思等等讓讀者能夠產生連結，並且得知筆者的能力、特質、興趣。
書審老師C	<p>這份作品紀錄非常用心，能看出學習者對自然探究的熱愛。文中的每一個細節都交代得很清楚，圖片中的筆記更是亮點！不僅如此，也擅用心智圖、表格、QR code 影片去解釋過程與收穫。</p> <p>最後，作品還用六大力去省思自我的改變，讓人印象深刻。整體而言，是一件很成功的學習檔案。</p>

112學年度第1學期
自然探究科學學習歷程

「飛」在「燭」上

高雄市立中山高中普通科 蔡同學

指導老師：陳凱群老師

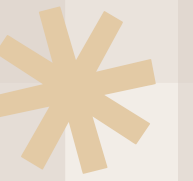


自然探究與實驗
實驗記錄本

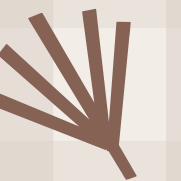
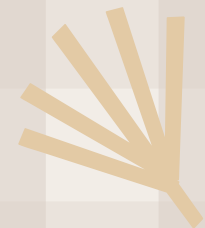
班級 203 座號 32 姓名 _____

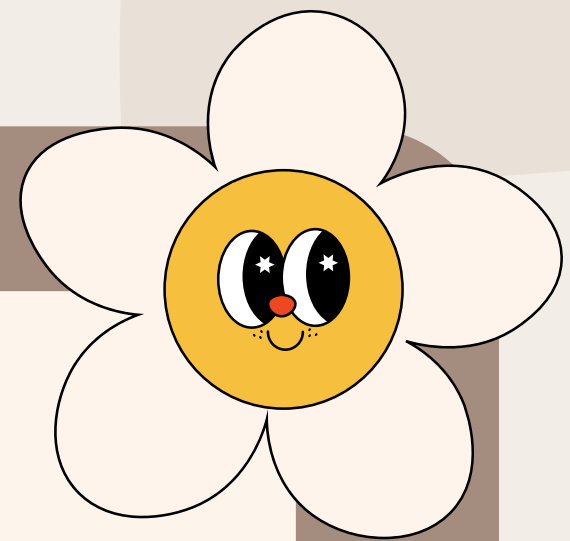


百字簡述



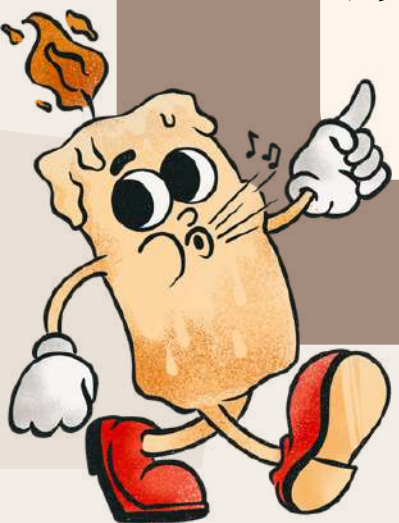
透過自然探究，我不僅解答了對桃花心木和蠟燭的好奇，還深入研究了蠟燭燃燒的延伸問題，在這個過程中，我培養了洞察力及學會了統整資訊的能力，這些能力不僅在自然探究中有所收穫，在未來的生活中也將應用於解決問題和團隊合作中。





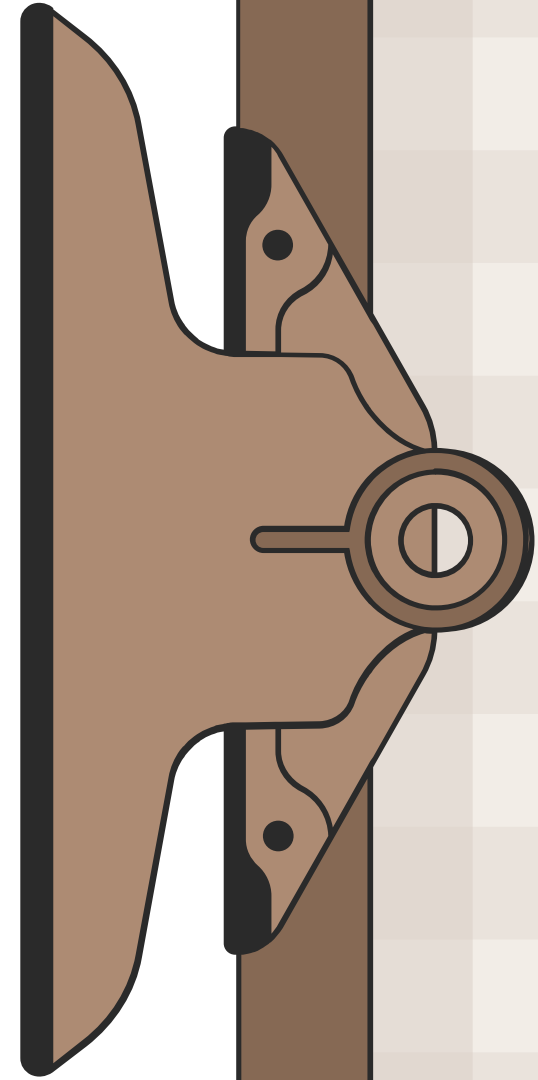
課程概述：

對於自然探究課程內容，命名為「飛」在「燭」上，是由於本學期共有四個大課程，而我挑出「乘風飛行」和「蠟燭燃燒」，這兩個主題皆是我對內容較有興趣及熟悉的，前者為探討桃花心木種子飛行，首先觀察其落下時旋轉的樣貌，之後我們利用仿生學，製造出屬於我們的飛行器；後者為觀察蠟燭燃燒與熄滅的現象，並加以分析背後成因，最後還有探討在密閉空間下，蠟燭長短是否會影響燃燒快慢、蠟燭燃燒快慢與量筒水位上升的關聯。



目 錄

- ◎ 學習動機 p.4
- ◎ 學習內容與目的 p.5~6
- ◎ 學習過程與成果 p.7~13
- ◎ 學習中困難與解決 p.14~16
- ◎ 學習收穫 p.17~20
- ◎ 心得省思 p.21~22



學習動機：

晚餐後的時光，總是喜愛和家人一起至附近的公園散步，還記得國小那對事物充滿好奇的我，一日撿起地上的桃花心木，母親接過後將它向上丟，看見其能飛翔在空中並旋轉落下，之後桃花心木成為我幼時最天然的玩具，而這次自然探究運用四次的上課機會鑽研桃花心木，我們能自由選擇變因，可以在重心部分改變重量，抑或是在翅膀上增加流線型，最後仿造出屬於我們的飛行器。而在一年一度生日蛋糕上出現的蠟燭，燃燒的蠟燭總是吸引著我，因為上面的火焰不僅是單一一種顏色，除了紅色還有淡淡的藍色，且為何蠟燭熄滅後，會有一縷白煙，跟蠟油有關聯嗎？每年看見蠟燭時總是會想起，而這次藉由探究實驗，我也獲得解答，且還探討了在密閉空間下，蠟燭燃燒與水位上升關聯、蠟燭長短與燃燒快慢關聯，使我對蠟燭更加了解，並獲得動力製成此歷程。

學習內容

本學期課程地圖

科學影片與文本分析

乘風飛行

乘風飛行

仿生實作

變因探討與設計

飛行器個人報告

單擺實驗

準確度與誤差探討

單擺一

單擺二

投影片報告單擺變因實驗

蠟燭燃燒

蠟燭燃燒與熄滅

長短蠟燭燃燒

蠟燭燃燒水位上升

p.6 說明學習目的

學習目的



乘風飛行

乘風飛行 提升觀察力，增加對桃花心木的知識

仿生實作 認識仿生學，用現有材料仿造桃花心木

變因探討與設計 設計變因操作並獲得實驗數據

飛行器個人報告 製作最終飛行器，總結桃花心木課程

蠟燭燃燒

蠟燭燃燒與熄滅 分析蠟燭燃燒和熄滅，了解燃燒三要素

長短蠟燭燃燒
1. 了解密閉空間下，蠟燭長短與燃燒快慢關聯
2. 認識及運用CER論證

蠟燭燃燒水位上升
1. 了解密閉空間下，蠟燭燃燒與水位上升關聯
2. 更活用CER論證

影片為慢動作實驗紀錄
左為自由落體組
右為斜拋組



乘風飛行



1. 觀察桃花心木種子
其似葉片的長翅構造

2. 拋出種子並觀察其落下的樣貌

→ 小組內決定紀錄

葉片拿法(垂直和平行)

落下方式(自由落體和斜拋)

→ 並比較種子

旋轉早晚、下落快慢、旋轉方向

→ 掉落高度皆為人+椅子，約 1.85米

3. 結果：拿法成垂直時，都較晚旋轉且
下落速度較快，而拿法無論是垂直或平
行旋轉方向皆為順時針

4. 搜集並了解有關桃花心木的資訊



• 拿法垂直、自由落體



• 拿法垂直、斜拋



• 拿法平行、自由落體



• 拿法平行、斜拋

實驗名稱：乘風飛行

日期：112年9月7日

第 2 頁

* 1-A: 觀察現象
1. 葉片繪圖:

2. 拋出掉落:

	自由落體		斜拋	
葉片拿法	垂直	平行	垂直	平行
旋轉早晚	最晚	早	晚	最早
下落速度	最快	慢	快	最慢
旋轉方向	順時針		順時針	
高度	人+椅子，皆相同			

→ 實驗後發現:

- ① 應設定一個固定的拋出角度，會更準確
- ② 可測試葉片對摺
- ③ 總結：拿法呈垂直時，都較晚旋轉且下落速度快

* 1-B 蒐集資訊

1. What's this? → 全年有綠葉
 (1) 桃花心木 → 常綠喬木
 (2) 科別：棟科 桃花心木屬
 (3) 習性：喜高溫，耐旱，日照需充足

2. About this!

(1) 產地：中南美洲，西印度群島 → 木質素沉積，較堅硬，可增加植物支持重力能力
 (2) 上課使用其種子 → 2-4月間會出現
 → 具有木質化長翅，藉風力傳播
 (3) 特性：木材呈桃花色澤，堅硬不易變形
 (4) 用途：家具，建材，行道樹

仿生實作



1. 仿生學介紹

➔ 這個名詞是由「生物學」(biology) 和「電子的」(electronic) 組成

➔ 通過了解生物的結構和功能原理，來研製新的機械和新技术，或解決機械技術的難題

2. 本次實驗規則：利用現有材料製作模仿桃花心木翅果飛行的仿生翅果，勿查詢網路資料，由1.7米高落下，滯空時間最久獲勝

3. 測試教室內實體翅果

➔ 得條件：表面積大、有重心、側面有厚度

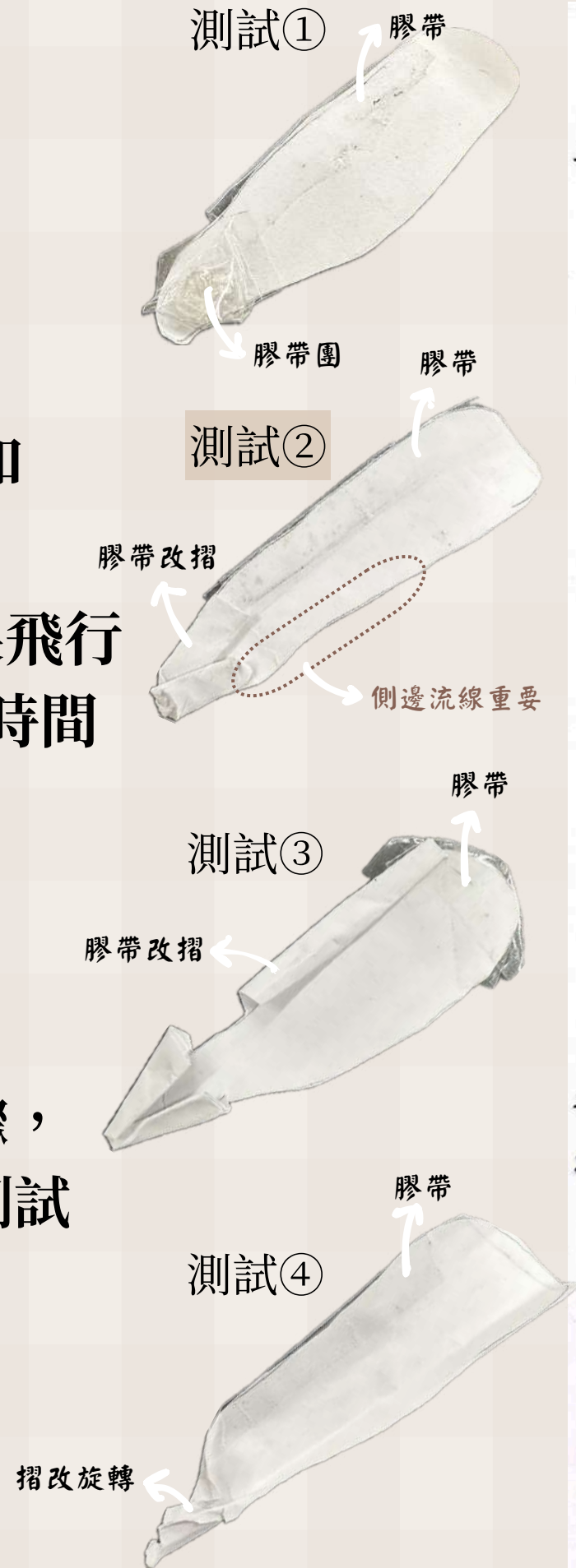
4. 依序實測①~④紙製仿生翅果，參閱右方紅框實驗步驟，有清楚的測試過程，得②有旋轉且滯空時間最長，最終測試由1.7米高落下時長2.16秒

5. 收集實驗數據

➔ 表面積大滯空較久：接觸面大有利於飛行

➔ 側邊膠帶滯空較久：膠帶厚度薄，仿桃花心木側邊

➔ 下端重心處摺紙滯空較久：膠帶團較重，易掉落，滯空時間短



實驗名稱	仿生實作	第 4 頁
		日期: 112年 9 月 14 日

*2-1b 擬定研究計畫

1. 實驗器材
紙, 膠帶, 剪刀

2. 實驗步驟

(1) 用教室有的所有桃花心木, 全部測試一次
➔ 得條件要: 面積大, 有重心, 側面有厚度
➔ 有成功旋轉, 但不穩定

(2) 製作第 2 個 ➔ The Best
➔ 改變: 形狀更大, 膠帶團改用摺紙
➔ 有旋轉+停留更久, 且發現側邊流線重要

(3) 第 3 個
➔ 測試: 側邊膠帶改用摺紙
➔ 效果較②差, 旋轉少, 掉落快 ➔ 淘汰

(4) 第 4 個
➔ 測試: 下端摺紙方法改變 (摺 ➔ 轉)
➔ 幾乎不會停留, 接近直接掉落 ➔ 淘汰

*2-1c 收集資料數據

*最終測試由 1.7 米高落下, 時長 2.16 秒

	條件	旋轉	停留 (秒) ↑
面積	大	✓	✓
	小	✓	✗
側邊	膠帶	✓	✓
	摺紙	✓	✗
下端 (重心)	紙 (摺)	✓	✓
	膠帶團	✓	✗

△總結:

1. 面積大 ➔ 停留較久

2. 側邊膠帶 ➔ 有厚度, 仿桃花心木中間有種子

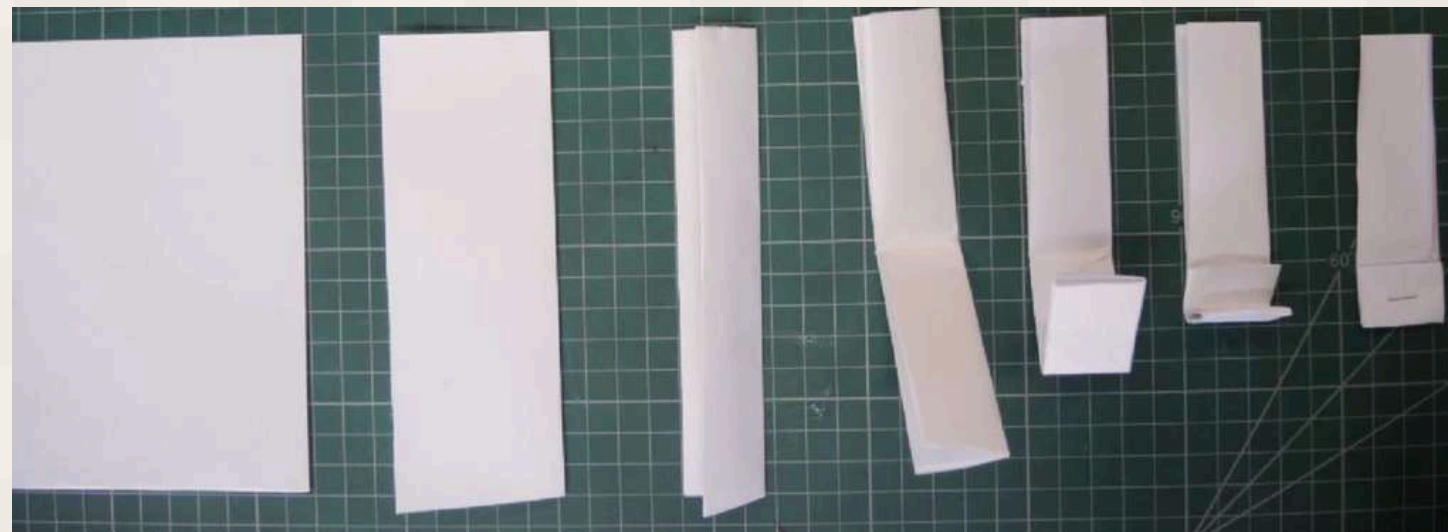
3. 重心摺紙 ➔ 也許是膠帶團較重, 停留時間短

4. 注意側邊要有流線 (凹進去)

變因探討與設計



1. 本次實驗規則：統一飛行器格式實作，設計一個變因進行飛行器改造(假設)，並有實驗組及對照組
2. 假設：飛行器上端剩餘的公分數會影響飛行器滯空時間的長短
3. 設定本次實驗的變因
 - ➔ 操作變因：飛行器上端剩餘的公分數
 - ➔ 控制變因：飛行器的大小、厚度、重心、掉落高度
 - ➔ 應變變因：飛行器滯空時間
4. 實測後發現對照組是直接掉落，在空中不會旋轉
推測可能是厚度太厚，且側邊無流線
5. 實驗結果：上端剩餘0.5cm較1cm滯空時間久



本次固定摺法：將A4紙張取長邊對折2次，再由下往上摺出中心痕跡，將下半段對折兩次後，以釘書針固定。

實驗名稱	變因探討與設計		第 5 頁
			日期: 112年 9月 21日

1. 假設 飛行器翅膀上端剩餘的公分數能影響飛行滯空時間的長短
原因是上週仿生實作發現其翅膀不是方正的,是有流線型的

2. 實驗器材: 紙, 剪刀, 釘書機, 尺

3. 實驗步驟:

- (1) 由本次固定摺法摺出本組大小的飛行器 (A4紙對摺2次後裁開)
- (2) 於飛行器上方標記公分數
- (3) 裁剪並實驗

4. 實驗結果及結論

操作變因: 翅膀上端剩餘公分數
控制變因: 大小, 厚度, 重心, 掉落高度
應變變因: 飛行器滯空時間

本次固定摺法	Test ①	Test ②
滯空時間	1.16s	1.01s

➔ 上端剩餘0.5cm較1cm滯空時間久

飛行器個人報告

實驗名稱 飛行器個人報告 第 6 頁
日期: 112年 10 月 26 日

1. 主題: 以一個變因進行飛行器改造

2. 假設: 飛行器側邊留的公分數會影響滯空時間的長短

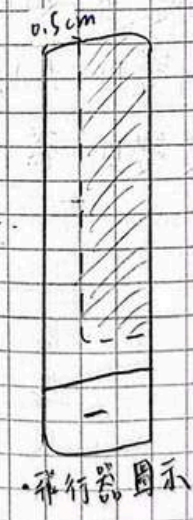
3. 設定: 側邊留 0.50cm 為對照組; 0.00、0.25、0.75、1.00 cm 為實驗組

4. 器材: 紙, 釘書機, 尺, 筆, 剪刀

5. 操縱變因: 飛行器側邊留的公分數
控制變因: 飛行器的大小, 長度, 重心和掉落高度 (160cm 的人 + 椅子)
應變變因: 記錄飛行器由空中落下的五次時間, 並整理成表格, 且附上平均時間, 以方便比較實驗組及對照組

長度 (cm)	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
時	0.72	1.12	1.36	1.36	0.72
間	0.72	0.97	1.16	1.45	1.12
(s)	0.80	1.04	1.28	1.13	0.64
	0.72	1.12	1.14	1.28	0.20
	0.48	1.12	1.52	1.28	0.88
平均	0.68	1.07	1.44	1.30	0.93

對照組



飛行器圖示

6. 由平均時間可得知:
飛行器的滯空時間將以 0.50cm 為中心, 向外減少秒數, 表滯空時間不斷減少 (似: ~ 此圖)

7. 結論: 飛行器側邊留的公分數會以 0.50 cm 為中心, 向 0.00 cm 及 1.00 cm 減少, 滯空時間也越短。
→ 也可表為: 0.50 cm 滯空時間最久, 當飛行器效果最佳, 若增加或減少公分數, 滯空時間皆變短, 效果不佳。

1. 本次實驗與上週相似，但需小組上台報告

2. 我們決定結合前幾週實驗

探討飛行器側邊留的公分數如何影響滯空時間長短

3. 本次我們設定 0.5cm 為對照組，0cm、0.25cm、0.75cm、1cm 為實驗組

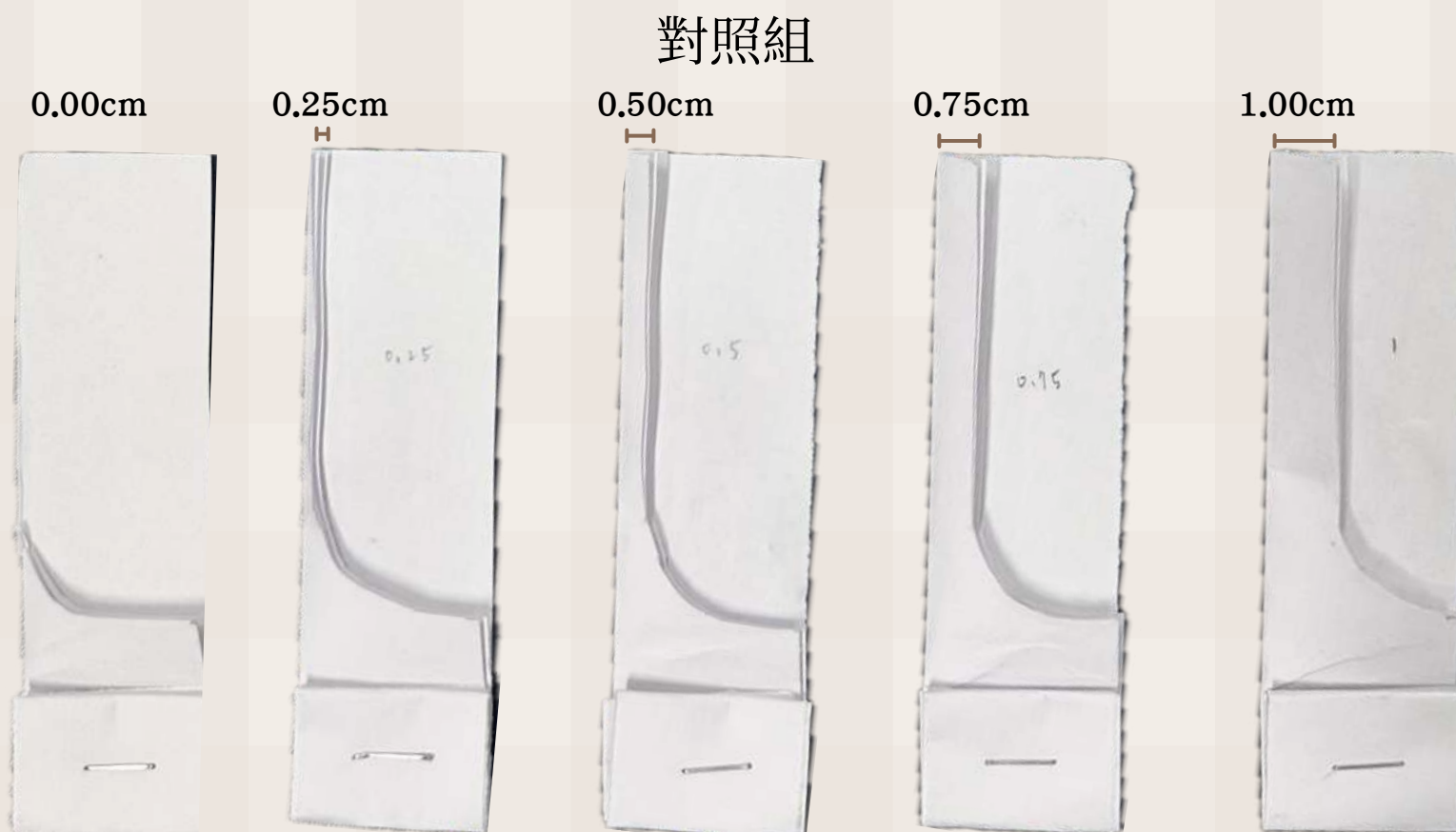
4. 實驗結果表示

→ 飛行器滯空時間將以 0.5cm 為中心，向 0cm、1cm 向外減少

→ 0.5cm 滯空時間長，當飛行器效果最佳，若增加或減少公分數滯空時間皆變短，效果不佳

長度 (cm)	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
時	0.72	1.12	1.36	1.36	0.72
間	0.72	0.97	1.16	1.45	1.12
(s)	0.80	1.04	1.28	1.13	0.64
	0.72	1.12	1.14	1.28	0.20
	0.48	1.12	1.52	1.28	0.88
平均	0.68	1.07	1.44	1.30	0.93

• 此為本次實驗重要表格，呈現實驗組和對照組時間變化



• 此為我和組員上台報告，右側為我



影片為蠟燭燃燒過程

蠟燭燃燒1-燃燒與熄滅

1. 本次實驗規則：觀察蠟燭燃燒和熄滅，並寫出五個觀察到的現象和原因

2. 蠟燭燃燒

- 火柴頭上的氯酸鉀和硫磺，摩擦盒上的紅磷，引燃
- 點燃燭芯後，燃燒時會將固態蠟燭頂端熔化出一個凹槽
- 槽內裝滿融化的蠟油
- 藉燭芯的毛細現象將蠟油向上送到火焰燃燒的部分
- 蠟油受熱後汽化產生蠟蒸氣(蠟燭燃燒時的可燃物)

3. 蠟燭熄滅

- 燃燒中的蠟燭被蓋上燒杯後，會漸漸消耗內部的氧氣
- 而內部空氣有對流作用(熱對流)
- 燃燒的熱氣上升，熱器中氧氣含量減少
- 助燃物(氧氣)減少，燃燒三要素少一
- 熄滅後有白煙(蠟蒸氣)

4. 補充：燃燒三要素為可燃物、助燃物、溫度

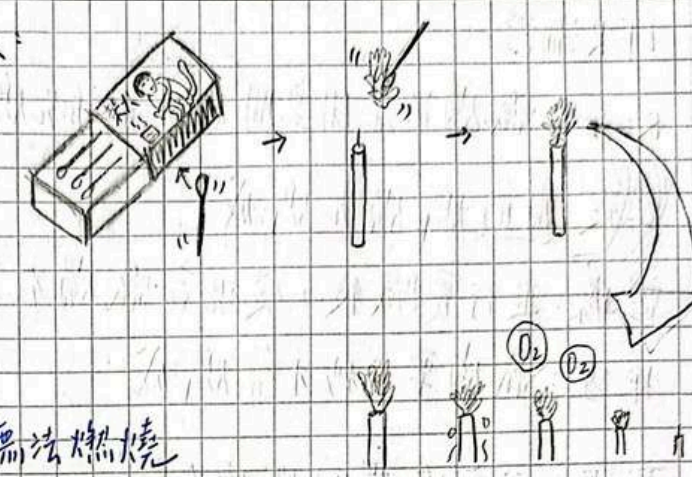


• 本次實驗加分題

實驗名稱	蠟燭燃燒 1	第 11 頁
		日期: 112年12月21日

1. 蠟燭燃燒所觀察到的現象

- 火柴摩擦生火後，點燃燭芯
- 燭芯上的火焰持續燃燒
- 燃燒時融化蠟油
- 氧氣助燃，持續燃燒
- 融化蠟油使蠟燭變短，短至無法燃燒

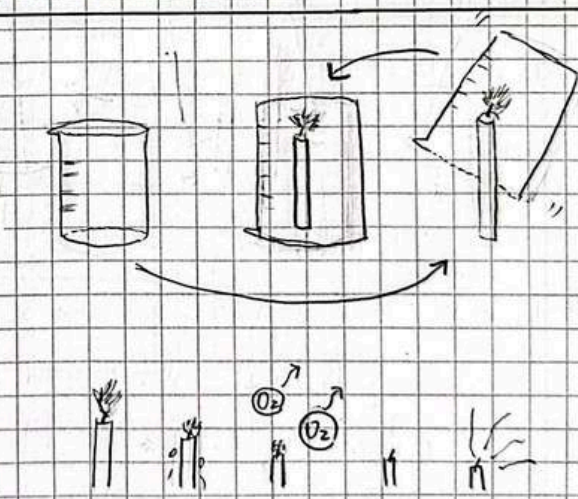


2. 燃燒現象解釋(有Google協助)

- 火柴頭上的氯酸鉀和硫磺，摩擦盒上的紅磷，引燃
- 點燃燭芯後，燃燒時會將固態蠟燭頂端熔化出一個凹槽
- 槽內裝滿融化的蠟油
- 藉燭芯的毛細現象將蠟油向上送到火焰燃燒的部分
- 蠟油受熱→汽化→蠟蒸氣 蠟燭燃燒時的可燃物

3. 蠟燭熄滅所觀察到的現象

- 將燒杯以下接觸蠟燭的方式倒蓋
- 蓋上後發現燭芯上的火焰漸漸變小
- 燃燒的助燃物氧氣，耗盡
- 燭火熄滅，燭芯變黑
- 熄滅後有一縷白煙



4. 熄滅現象解釋(有Google協助)

- 當燃燒中的蠟燭被蓋上燒杯後，消耗內部的氧氣
- 而內部空氣有對流作用(熱對流)
- 燃燒的熱氣上升，熱氣中氧氣含量少
- 助燃物氧氣減少，燃燒三要素少一
- 熄滅後有白煙→蠟蒸氣 可燃物，助燃物，溫度

閱
陳凱群

蠟燭燃燒2-長短蠟燭

影片為長短蠟燭燃燒過程，有附上熄滅的計時

1. 本次實驗規則：觀察長短蠟燭何者熄滅，並利用CER論證架構寫出報告

2. CER論證

問題、主張(對問題的回應)、證據(所見結果)、推理(將證據和主張連結，使用科學原理概念)

3. 我的報告

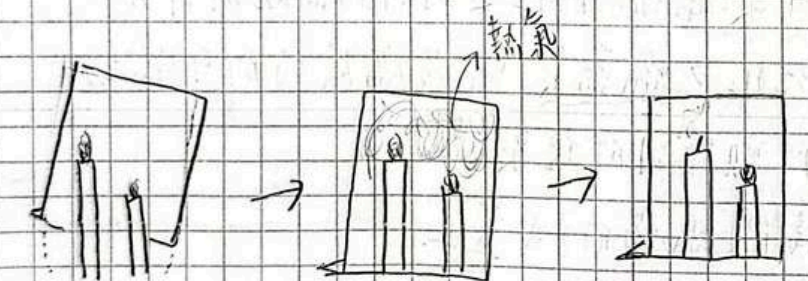
問題：兩根不同高度的蠟燭，用燒杯蓋住哪一根會先熄滅？

主張：較高的蠟燭先熄滅

證據：實驗後發現較高的蠟燭在6秒後熄滅，而較低的蠟燭在8秒後才熄滅

推理：

- ➔ 高蠟燭因燃燒而產生熱氣
- ➔ 熱氣因熱對流上升
- ➔ 熱氣中氧氣含量較少
- ➔ 熱氣聚集在上端，導致高的蠟燭先熄滅

實驗名稱	蠟燭燃燒 2	第 12 頁
		日期: 112年12月28日
CER論證		
Q: 高低蠟燭於密閉空間燃燒, 誰先熄滅?		
主張: 高的蠟燭先熄滅		
證據: 進行實驗後, 發現高蠟燭在蓋上燒杯後 6 秒熄滅, 而低蠟燭要 8 秒才會熄滅		
推理: ① 高蠟燭因燃燒有熱氣 ② 熱氣因熱對流上升 ③ 熱氣中氧氣含量較少 ④ 高的先熄滅		
		



• 左為高蠟燭，右為低蠟燭

蠟燭燃燒3-水位上升

影片為蠟燭燃燒
熄滅後水位上升



1.發現問題：將一根蠟燭固定在光碟片上並放入塑膠盤中，在塑膠盤中注水，於點燃蠟燭後蓋上量筒

- ①水位在什麼時間點會有變化？
 - ➔蠟燭被量筒蓋住後，火焰漸小
 - ➔過程中有些許水被吸上，約2cm
 - ➔因氧氣耗盡，蠟燭出現白煙並熄滅，有更多水被吸上，約4cm

②紀錄蠟燭燃燒時間以及水位高度變化，需進行三次
➔右側紅框為實驗結果，數據皆很接近

2.利用上週的CER論證，完成本次報告

- ①問題：密閉空間燃燒蠟燭水位上升多少？
- ②主張：水位上升 > 1/5 空間高度
- ③證據：如上數據
- ④推理：

- ➔蠟燭燃燒消耗氧氣
- ➔量筒內氧氣耗盡後變成二氧化碳溶於水
- ➔量筒內總氣體變少，內部壓力下降
- ➔當外部壓力 > 內部壓力時，塑膠盤上的水被擠進量筒內，造成水位上升

第 13 頁
日期: 112年1月4日

實驗名稱: 蠟燭燃燒 - 水位上升

實驗材料: 光碟片, 蠟燭, 塑膠盤, 500ml量筒, 燒杯, 火柴, 量尺

實驗步驟:

- 1) 量筒取2次500ml水, 倒在塑膠盤
- 2) 火柴點燃蠟燭, 並將蠟燭立於CD片
- 3) 將CD片置於裝水的塑膠盤中
- 4) 將500ml量筒蓋住蠟燭(底部須封閉)
- 5) 熄滅後, 記錄數據

Q1-1: 水位在什麼時間點有變化

蠟燭被量筒蓋住後, 火焰漸小
在火焰漸小的途中, 量筒內的水些許增加(被吸上一點)(大概2cm)
因氧氣耗盡, 蠟燭熄滅, 熄滅(出現白煙)後, 水被吸上許多, 後停止

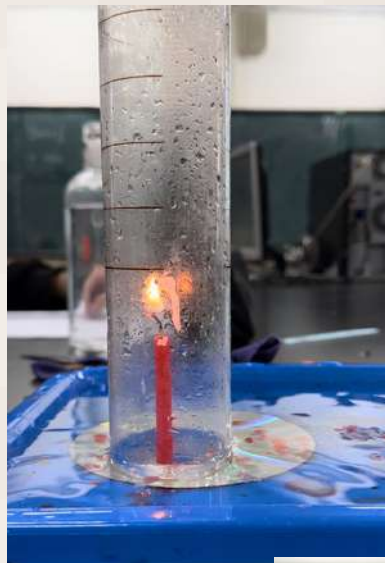
燃燒時間	原始水位	最終水位	水位高度變化
15s	1.8cm	6cm	上升 4.2cm
16s	1.5cm	6.1cm	上升 4.6cm
15s	1.5cm	6.2cm	上升 4.7cm

Q1-2: CER論證

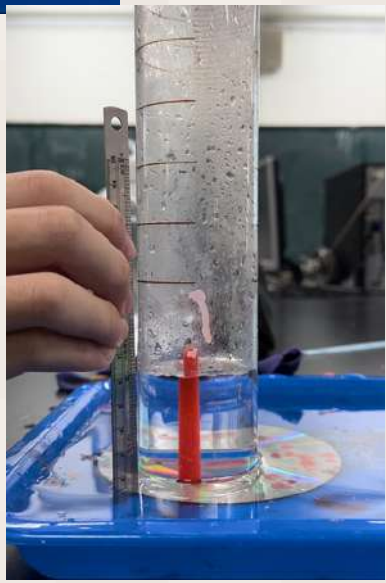
問題: 密閉空間燃燒蠟燭水位上升多少
主張: 水位上升 > 1/5 空間高度
證據: 如上數據

推理:

- ①蠟燭燃燒會消耗氧氣
- ②筒內O₂耗盡後, 變成CO₂溶於水
- ③筒內總氣體變少, 內部壓力↓
- ④外部壓力 > 內部壓力, 水被擠進量筒內, 水位上升



蠟燭燃燒, 蓋上量筒



蠟燭熄滅, 水位上升

困難與解決

在乘風飛行課程，遇到的困難：

在製作飛行器時，固定摺法造成的厚度和層數問題，導致無法旋轉，然而組內討論後，修剪側邊使其呈現流線型模樣，但實驗後仍無法解決問題。

遇到困難如何解決：

失敗後我們再次進行討論，卻一籌莫展，很幸運地老師經過給了建議，提示我們可以保留部分葉片，而不需完全修剪，我們恍然大悟並測出留下一層葉片的飛行時間，效果很好，可以旋轉且滯空時間長，之後我們也找出原因是由於葉片表面積變小導致飛行時間變短，甚至無法旋轉。



困難與解決

在蠟燭燃燒課程，遇到的困難：

在初次接觸CER論證法時，對步驟三證據的概念感到困惑，不清楚該如何表達。

遇到困難如何解決：

透過課堂上老師的引導和組員的討論，逐漸理解如何找出和呈現證據，最後我意識到實驗數據的記錄和整理是最有效的證據，尤其是清楚易懂的表格，並學會了如何統整數據和推理答案，唯科學原理部分仍需上網確認專有名詞是否有誤。

(下一頁展示將CER論證用在飛行器個人報告)

問題

主張

(對問題的回應)

證據

據

(所見結果)

推

理

(將證據和主張連結，使用科學原理概念)

問題

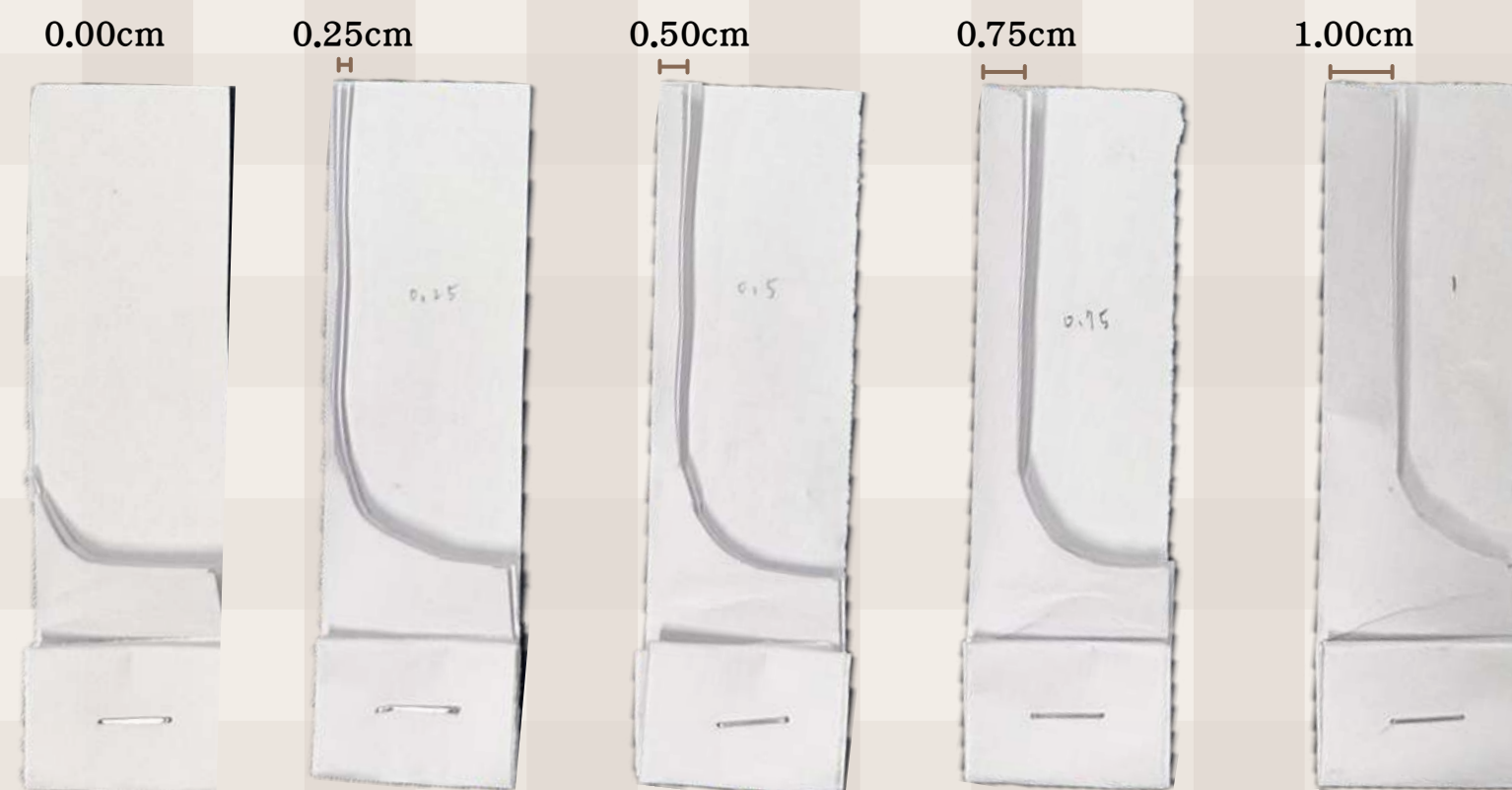
問題：飛行器側邊留的公分數是否會影響滯空時間長短

主張

主張：飛行器側邊留0.5公分滯空時間最長

證據

長度(cm)	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
時	0.72	1.12	1.36	1.36	0.72
	0.72	0.97	1.16	1.45	1.12
間	0.80	1.04	1.28	1.13	0.64
	0.72	1.12	1.14	1.28	0.20
(s)	0.48	1.12	1.52	1.28	0.88
平均	0.68	1.07	1.44	1.30	0.93



推理：

推理

- ➔以0.5cm為對照組，0cm、0.25cm、0.75cm、1cm為實驗組，實驗後發現飛行器滯空時間將以0.5cm為中心，向0cm、1cm向外減少
- ➔因飛行條件表面積很重要，過多過少都會影響結果
- ➔0.5cm滯空時間長，當飛行器效果最佳

學習收穫

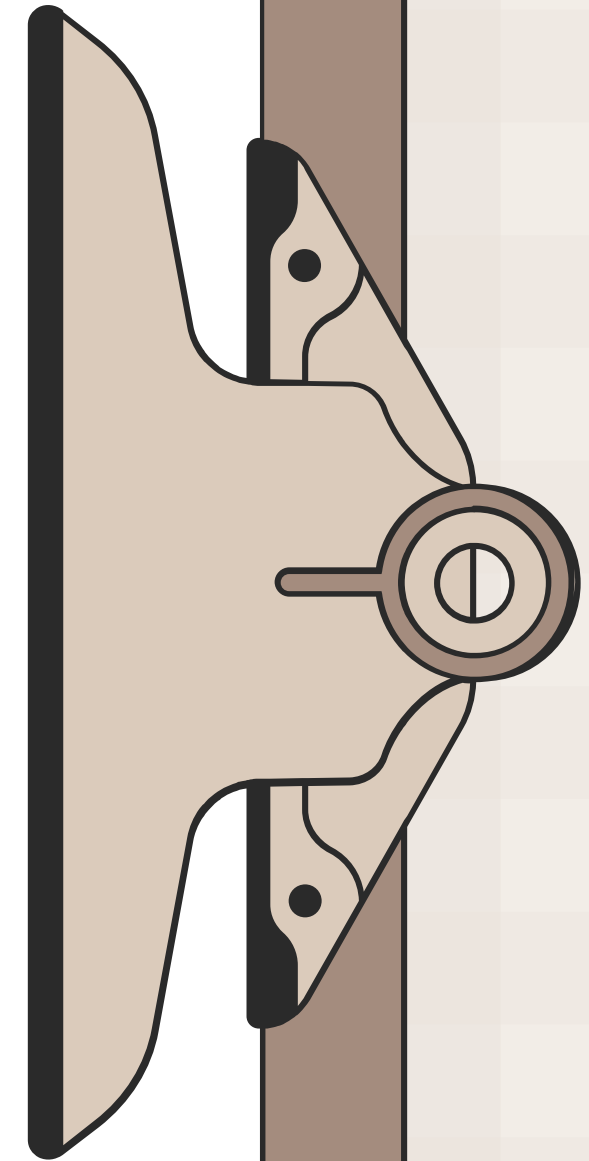
類別	課程內容	我學到什麼
乘風飛行	<ol style="list-style-type: none">1.了解桃花心木翅果飛行2.增進觀察事物能力3.更加擅長於設計變因	解答兒時迷惑，桃花心木飛行和其表面積、側邊流線型、重心有關
蠟燭燃燒	<ol style="list-style-type: none">1.密閉空間下，蠟燭長短與燃燒快慢關聯2.密閉空間下，蠟燭燃燒與水位上升關聯3.觀察事物後分析現象並推論其成因4.CER論證法	<ol style="list-style-type: none">1.密閉空間下蠟燭長蠟燭較快熄滅2.密閉空間燃燒蠟燭，因外部壓力>內部壓力造成水位上升3.CER論證法：問題、主張、證據、推論

學習收穫

類別	課程內容	我學到什麼
自然探究	1.更懂得如何進行實驗和設計變因 2.CER論證	CER論證法，讓我能夠更容易的分析問題並有條不紊的找出解答
自我本身	1.收穫不少能力（展示於 p.19、20） 2.對自然科更感興趣	1.最大的收穫是統整力，日常生活在整理大量資訊很方便，像是超過10個人一起訂飯，在整理金額和品項，能更清楚的讓所有人知道 2.除了平常學科的物理、化學、生物外，竟然還能從生活中發現許多值得我們深入研究的事物，使我感到不可思議

我習得的能力

1. 溝通力：小組成員有許多想法時，我總是幫忙彼此溝通，解決組內大小事。
2. 探究力：經過四次大課程，使我對任何新事物保有好奇心，且會主動先動腦思考其成因與科學原理。
3. 學習力：在每次實驗前，我們總是需要思考實驗步驟，並討論如何開始，還有我做筆記的能力有提升。



我習得的能力

4. 洞察力：每個實驗皆是由觀察現象開始，且在多個報告都需要列出四至五點的現象說明和原因，藉以培養我的洞察事物能力。
5. 合作力：每個大課程皆會分配不同小組，而若團隊能分工合作，任何困難皆可迎刃而解。
6. 統整力：每次實驗皆有多項數據、資料，當有許多資訊交雜在一起時，我有整理並歸納的能力，經過多次課程，我對製作表格也熟悉不少，更懂得如何運用。

心得省思

現在的我有什麼改變：

1. 對學習內容的紀錄更加得心應手：**學習力** **統整力**

當我在整理此份學習歷程時，我將掃描檔案全部找出來後，認為有很大的對比，乘風飛行課程在學期初，蠟燭燃燒課程是在學期末，相差三個月，比較兩者的筆記可以發現，蠟燭燃燒1的筆記內容較清楚，筆跡也較乾淨，我認為是我對寫筆記更有把握、熟練。

2. 更加瞭解如何團隊合作：**合作力** **溝通力**

儘管每個大課程的組員會更換，會遇到不同類型的人，但在經過一次次的實驗及課堂，我發現自然探究能分為前中後三階段，前期我們需仔細聆聽老師課堂指示，並準備實驗器材；中期我們開始操作實驗，在這之中會有許多數據或是對實驗的討論，需清楚記下；後期我們需整理數據並回顧整個課程，接著為了上台報告分工整理出一份完整的實驗紀錄，遇到較無想法的小組時，我通常按照此流程進行，組內會有明顯目標。

實驗名稱 變因探討與設計 第 5 頁
日期: 112年 9月 21日

1. 假設 飛行器翅膀上端剩餘的公分數 能影響飛行滯空時間的長短
原因是上週仿生實作發現其翅膀不是方正的 是有流線型的

2. 實驗器材: 紙, 剪刀, 釘書機, 尺

3. 實驗步驟:
1) 由本次固定摺法摺出本組大小的飛行器 (A4紙對摺2次後裁開)
2) 於飛行器上方標記公分數
3) 裁剪並實驗

4. 實驗結果及結論
操作變因: 翅膀上端剩餘公分數
控制變因: 大小, 厚度, 重心, 掉落高度
應變變因: 飛行器滯空時間

	Test ①	Test ②
滯空時間	1.16s	1.01s

→ 上端剩餘 0.5cm 較 1cm 滯空時間久

● 乘風飛行筆記9月21日

實驗名稱 蠟燭燃燒 1 第 11 頁
日期: 112年 12月 21日

1. 蠟燭燃燒所觀察到的現象:
① 火柴摩擦生火後, 點燃燭芯
② 燭芯上的火焰持續燃燒
③ 燃燒時融化蠟油
④ 氧氣助燃, 持續燃燒
⑤ 融化蠟油使蠟燭變短, 甚至無法燃燒

2. 燃燒現象解釋 (有 Google 協助)
① 火柴頭上的氯酸鉀和硫磺, 摩擦盒上的紅磷, 引燃
② 點燃燭芯後, 燃燒時會將固態蠟燭頂端融化出一個凹槽
③ 槽內裝滿熔化的蠟油
④ 藉燭芯的毛細現象將蠟油向上送到火焰燃燒的部分
⑤ 蠟油受熱 → 汽化 → 蠟蒸氣 蠟燭燃燒時的可燃物

3. 蠟燭熄滅所觀察到的現象:
① 將燒杯以不接觸蠟燭的方式倒蓋
② 蓋上後發現 燭芯上的火焰漸漸變小
③ 燃燒的助燃物氧氣, 耗盡
④ 燭火熄滅, 燭芯變黑
⑤ 熄滅後有一縷白煙

4. 熄滅現象解釋 (有 Google 協助)
① 當燃燒中的蠟燭被蓋上燒杯後, 消耗內部的氧氣
② 即內部空氣有對流作用 (熱對流)
③ 燃燒的熱氣上升, 熱氣中氧氣含量少
④ 助燃物氧氣減少, 燃燒三要素 缺一
⑤ 熄滅後有白煙 → 蠟蒸氣 可燃物, 助燃物, 溫度

● 蠟燭燃燒筆記12月21日

心得省思



未來如何應用所學：

1. 在生活中更加善用CER論證法解決問題：**洞察力** **探究力**

我發覺現在的我對周遭事物更加好奇，也許是觀察更靈敏，在見到路上冒白煙的汽車排氣孔、水溝蓋散發出的惡臭味、天上鳥類落下的排泄物或百變的天空落下的冰雹，我會不自覺的去想它的成因，這時若能**搭配CER論證的架構來思考問題**，想必我能更清楚的掌握問題的解答，且課程中培養我**遇到事情先假設的能力**，能輔助我思索。

2. 在生活中更加活用統整資訊的能力：**統整力**

無論是在學科的大量知識，抑或是在老師同學的對話，偶然會出現繁雜的內容，一時很難將所有記下，起初我會拿手機或紙筆列點寫下，操作約五次後，開始練習邊寫邊在腦中模擬表格，將相似的物件放在一起，如今雖沒有很熟練，但相較原來的我能不用記下龐大的數據，未來在生活會更加便利。



Thank you

中山高中 蔡同學