

The 07 Week 空中運動 / 水火箭 ?!

You are here!

週次	07	08	09	10	11	12
Modeling Step	選擇建立	效化	應用	設計分析	調度	重建
空中運動 水火箭	概念元件 反作用力	DIY 實驗 (公版&自創)	分組競賽 (比高度)	POE 試驗 (設計檢驗)	分組競賽 (比速度)	成果報告 (ORID)

延伸問答



課前學習單

- (1) 水火箭是什麼？水火箭飛行距離最遠的世界記錄是多少？
- (2) 水火箭的動力機制為何？影響動力前進的變因是什麼？
- (3) 水火箭與航太工程用的火箭，兩者的運動力學有何異同？

課文內容



先備知識

一、議題剖析

1. 水火箭概述

水火箭是一個利用「水氣質量比」和「氣壓作用」而設計的玩具，也是物理教學中著名的案例之一（如圖 7-1）。箭體製作完成後，灌入 1/3 的水，利用打氣筒充入空氣到達一定的壓力後發射；藉由「水和空氣的質量比（水的密度是空氣的 771 倍）」，壓縮空氣將水從火箭尾部的噴嘴向下高速噴出，在周圍環境反作用力的作用下，水火箭以加速度、慣性滑翔在空中飛行，像導彈一樣有其飛行軌跡，最後達到一定高度（如圖 7-2）。

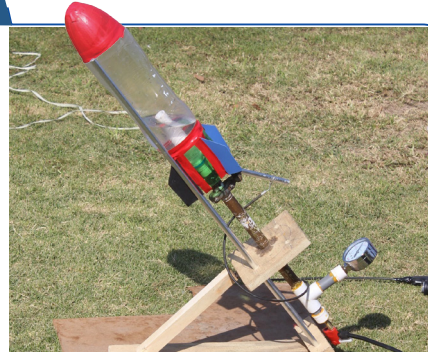


圖 7-1 水火箭（又稱氣壓式噴水火箭）
〔圖片引用：網路圖片〕



圖 7-2 噴射效果
〔圖片引用：網路圖片〕

水火箭是寓教於樂、科技含量高，並深受廣大年輕人喜愛的動手、動腦科普教材。實作過程可以讓學生直觀瞭解導彈、運載火箭的發射升空、回收的過程、導彈的飛行等科學原理。應用牛頓第一、第二、第三定律（慣性、能量守恆定律、作用與反作用）解釋一些基本空氣動力學與運動力學之實際問題與現象。進而讓更多青年學子瞭解航太科技，熱愛航太科技，為國家航太事業培養造就更多的優秀人才。

2. 發射原理

火箭為什麼可以飛行呢？這就像如果我們把充氣的氣球突然放掉，那麼氣球會一面噴出裡面的氣體，一面飛走（如圖 7-3）。這看起來好像是某種力量在對氣球作用，事實上這個力量並不是來自外界的推力或拉力，而是由氣球本身所噴出的氣體的反作用力，而產生的力量。

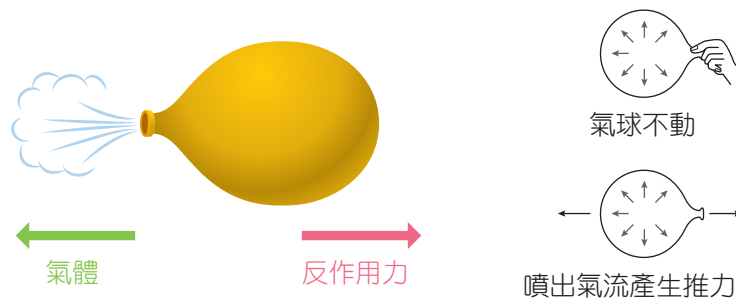


圖 7-3 氣球本身噴出的反作用力

再舉一個例子：當你拿著槍在射擊時，子彈飛出的那一瞬間，槍本身也會向後產生了所謂的後座力，而這就是子彈發射時，產生反作用力所造成的（如圖 7-4）。其實更明顯的是大砲，在砲彈射出時，整門大砲會有很大的後座力產生，而子彈及砲彈就是藉由這股反作用力發射出去的，而火箭正可比喻為砲彈，只不過沒有砲管罷了。不論是前述的氣球或是子彈，都存在著一種能夠移動的力量，這種靠反作用的力量就是「推力」。火箭也和充氣的氣球一樣，並非藉助外來的力量，而是靠火箭本身排出一股熱氣流，這些氣體以高速噴出，所產生的反作用力，推動它向反方向前進。

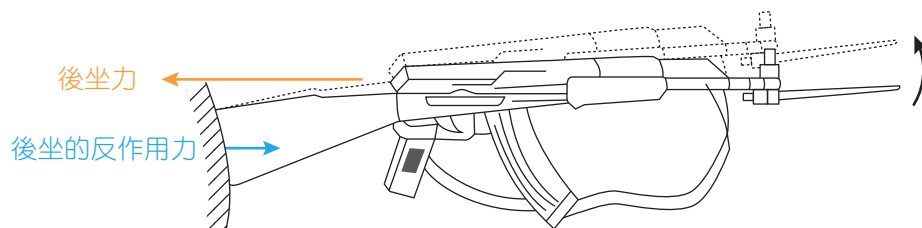


圖 7-4 槍枝的後座力與反作用力

3. 製作材料準備 [引用自：孩子王的保特瓶水火箭]

(1) 設備：

發射架	打氣筒	水桶或大水容器
發射水火箭用	手壓或腳踏式	灌水用

(2) 製作工具：

美工刀	長剪刀	切割墊 / A4	30cm 直尺 (鋼尺較佳)	簡易鋼鋸片
裁切泡棉及瓶子	修剪材料	裁切泡棉及瓶子	裁切泡棉	裁切瓶子
金屬管束：6.8、 8.5、11cm 各一	一字起子	熱溶膠槍及膠棒	電工膠帶	原子筆
裁切瓶子	調整管束鬆緊用	結合翼片	兩瓶結合	畫線及註記用

(3) 材料：(基本型－單瓶加長型水火箭一隻用料)

EVA 0.3cm 泡棉板 / 36×25.5×0.3cm	橡膠頭錐	噴射嘴	汽水保特瓶 ×2
製作尾翼用	降低風阻及 減少撞擊損壞	箭體噴射推進用	只能使用碳酸飲料瓶， 樣式必須相同

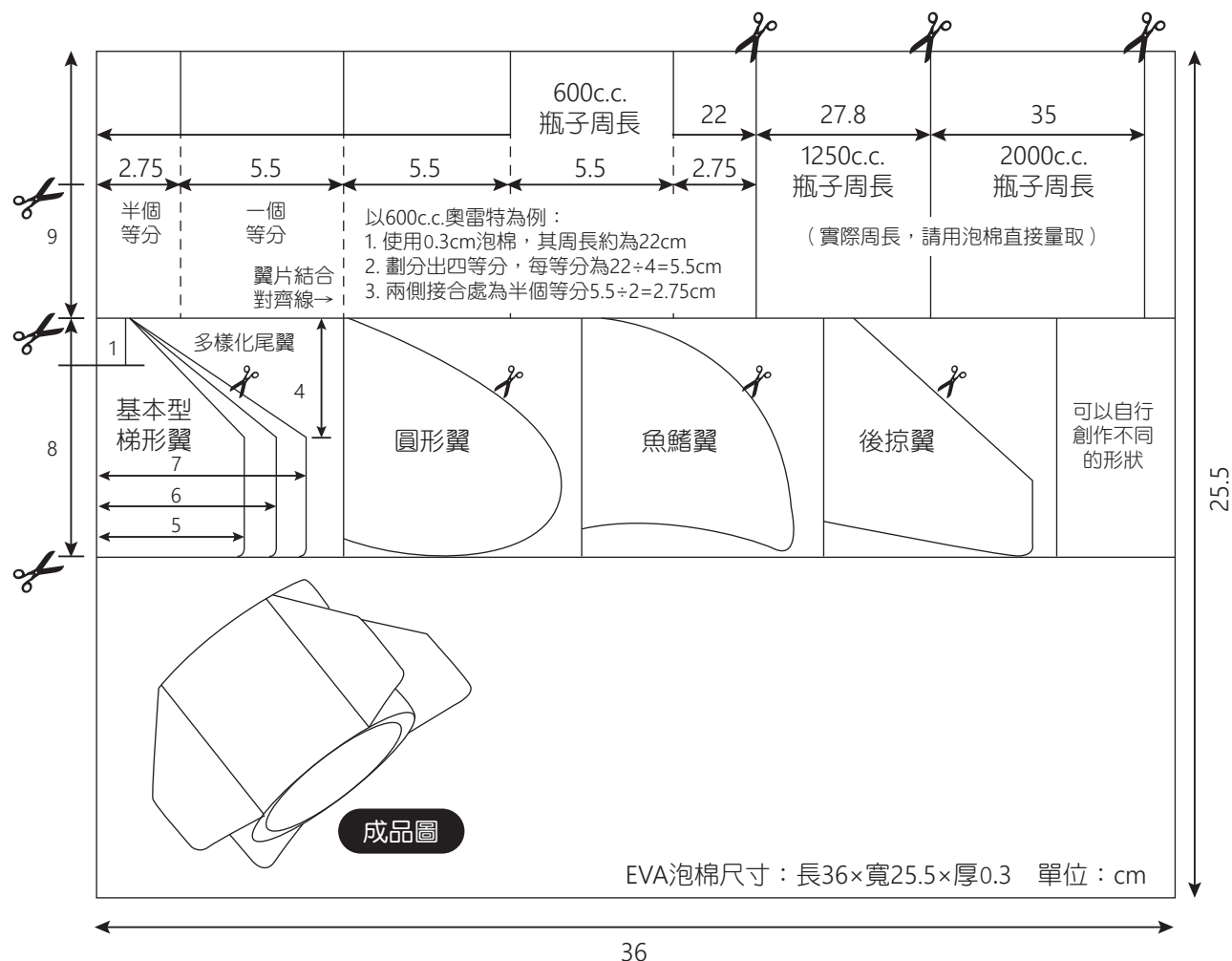
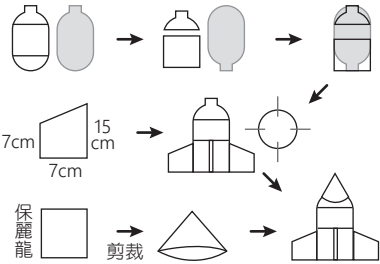


圖 7-5 製作水火箭的工具及材料

4. 製作過程 [引用自：<https://www.youtube.com/watch?v=jD47KyuCSQ>]



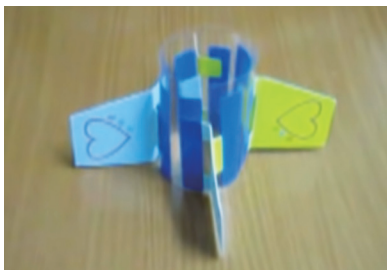
Step 1 將結構各區域校對確認



Step 2 剪出製作水火箭的各結構



Step 3 用墊板製作尾翼的部分



Step 4 將尾翼均勻黏在套筒上



Step 5 頭部塞海棉並用膠帶黏起



Step 6 將水火箭完整結合

二、水火箭發射方法

- 水量調控：**水火箭用水量和火箭容氣空間有一定的比例，不能太多也不能太少，最佳用水量約為火箭容氣空間的 $1/4$ 到 $2/5$ 之間（2.5L 的空間大約裝 600mL 左右，可多試驗幾次尋找確定）。
- 發射角度：**傾斜方向飛行，由於空氣的阻力，發射的最佳角度在 50 到 55 度之間，不同的水火箭可能不同，可通過控制變數的方法試驗確定；豎直方向飛行則為 90 度。
- 氣塞使用：**氣塞的使用原理是通過壓縮軟膠塞體積膨脹來調節氣塞的鬆緊程度，壓縮愈厲害，體積膨脹愈大，氣塞愈緊，要把氣塞沖出來的氣壓就愈大，即火箭獲得的動力愈大。
- 發射穩定調控：**僅討論傾斜方向的發射。需要製作一個發射臺，發射臺要配有導航軌道，導航軌道不要太長也不要太短，一般長為 60cm。無風天氣時，正對目標按最佳發射角度（指軌道與地面夾角）發射。
- 注意事項：**發射時，確保火箭和軌道的路徑一致，若偏離 1 ~ 2 度都會影響飛行的平穩性而呈「8」字型飛行。用氣筒打氣時，要盡可能平穩，打氣頻率不要太慢，應快點。要盡可能將氣塞塞緊，可通過擰緊氣塞的螺絲來調節，氣塞塞得愈緊，瓶內氣壓愈大，而火箭的動力就愈大，唯一須注意保持水火箭箭身的筆直，以確保飛行方向的準確。在

製作過程中，噴口是最為重要的，密封一定要好，否則不能提供良好的壓力。氣針在木塞中，也要達到密不透水，最好用燒紅的針尖穿洞。如果還有漏水情況，可以在氣針上加裝一個圓珠筆芯，圓珠筆芯的頂端伸出水面，可防止打氣時氣泡的翻滾和漏水情況。

三、水火箭發射方法

高度為 830 m，由開普敦大學的幾個學生創造。該火箭外形奇特，遠看類似一根筷子。由專業團隊在進行多次資料獲取分析計算後，設計而成，外部採用特殊材料製作而成。與傳統水火箭製作工藝和理念都有較大差異。

四、研究議題

1. **水火箭的豎直升高高度與瓶內水位的關係**：實驗過程可發現，若水量大於固定氣壓所能噴射的上限，則水火箭中的水不會噴完，那要如何避免水噴不完的情形呢？根據 $PV = nRT$ ，可求出一定氣壓所能噴出的水量上限；若是水量不夠一定氣壓所能噴出的水量，會較早噴完。
2. **怎樣提高水火箭的穩定性**：水火箭在上升過程中，經常橫著或側著瓶身上升，在設計時就必須提高它的穩定性，使它豎直上升；欲提高穩定性，就得考慮空氣阻力的作用。首先，水火箭頂部應為尖的，以便減小阻力；其次瓶體形狀應接近流線型，便於氣流的通過。
3. **發射軌道對射程的影響**：固定水量 600mL，發射仰角 50 度，利用無軌發射架和 70cm 發射架分別發射水火箭並記錄結果及發射情況，比較發射軌道對飛行距離的影響。
4. **彈頭重量對發射軌道的影響**：固定水量 600mL，發射仰角 50 度，使用有軌發射器，彈頭依序放置填充物，品質為 30g、40g、50g、60g，比較彈頭重量對水火箭發射軌道的影響。
5. **發射仰角的影響**：固定水量 600mL 水，前置填充物，使用有軌發射器，分別使用發射仰角 35、45、55、65、75 度，比較發射仰角對水火箭發射距離的影響。

五、參考文獻

1. **百度知道**：<https://baike.baidu.com/item/%E6%B0%B4%E7%81%AB%E7%AE%AD>
2. **修平技術學院學生專題研究報告**：
<http://ir.hust.edu.tw/bitstream/310993100/2892/1/%E5%85%A8%E6%96%87+.pdf>

探究活動



活動操作與記錄

Activity - 1

我的空瓶，夠「遠」嗎？

Q1：單純使用一個 600mL 的寶特瓶，不外加造型配備，注入「多少的水量」，灌飽氣壓後，其飛行高度較高？〔參考影片〕

我的臆測	小組討論	實作觀察	師生總結
物理思考			
Step 1 現象構圖	Step 2 分析力圖	Step 3 牛三定律	Step 4 判斷結果

Q2：如果可以把發射角度從 90 度垂直發射改稍微傾斜發射空瓶，在相同的水量、灌飽相同氣壓後，其飛行高度有可能比垂直發射高嗎？〔參考影片〕

我的臆測	小組討論	實作觀察	師生總結
物理思考			
Step 1 現象構圖	Step 2 分析力圖	Step 3 牛三定律	Step 4 判斷結果

Activity - 2
流線型設計！

Q1：如果把裝了 1/3 水量的寶特瓶，拿到 3 樓走廊，將瓶底朝下，由 3 樓放下；再與「瓶底加裝尖頭砲彈的流線型造型」相較下，何者飛行時間長呢？

示意圖	我的臆測	小組討論	實作觀察	師生總結
				

Q2：承 Q1，如果把前述條件，將兩個寶特瓶改由 1 樓對天發射又會怎樣呢？

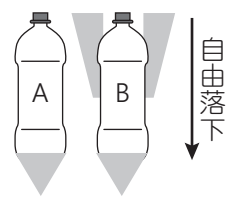
示意圖	我的臆測	小組討論	實作觀察	師生總結
				

Q3：承 Q1、Q2，如果把彈頭改成軟性圓弧型泡棉，試驗的結果又會怎樣呢？

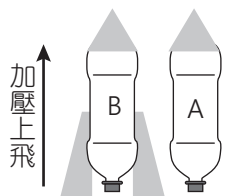
我的臆測	小組討論	實作觀察	師生總結

Activity - 3
穩定型設計！

Q1：如果把裝了 1/3 水量的流線型寶特瓶，拿到 3 樓走廊，將其自由落下；再與「側邊加裝 4 片尾翼的流線型寶特瓶」相較，何者的飛行時間較長？

示意圖	我的臆測	小組討論	實作觀察	師生總結
				

Q2：承 Q1，如果把前述條件，將兩個寶特瓶改由一樓對天發射又會怎樣呢？

示意圖	我的臆測	小組討論	實作觀察	師生總結
				

Q3：承 Q1、Q2，如果把尾翼改成梯形或奇數片（3、5 片），試驗結果又會怎樣呢？

我的臆測	小組討論	實作觀察	師生總結

Activity - 4

繪製自創版水火箭設計圖！

Q：如果要 DIY 一架飛得高的水火箭，請依據活動 1 到活動 3 的學習經驗，以組為單位，繪製自創版水火箭設計圖（請標上規格形狀大小與材質）。

立體圖	側面圖	平面俯視圖
本組水火箭之設計理念與特色		

分組評分表及自評表



綜合評量表

自評者：第 _____ 組， _____ 他評者：第 _____ 組， _____

評分注意事項：每格分數的上限是 1.5 分，他評者每週由不同人擔任。

	對照行為	自評 (0~1.5分)	他評 (0~1.5分)	小計	雷達圖
連結力 Linkage	判斷總結				
	下落上飛連結				
合作力 Cooperation	小組討論				
	比較水火箭與 航太火箭異同				
分析力 Analysis	分析上飛力圖				
	分析自落力圖				
表達力 Presentation	我的臆測				
	現象構圖				
負責力 Responsible	牛三定律應用				
	自創設計圖				
操作力 Operation	活動 2 觀察				
	活動 3 觀察				
本堂上課摘要內容				心得、感想、評論	



進行 DIY 的實作課程

Week 做出公版與自創版的成品進行測試

You are here!

週次	07	08	09	10	11	12
Modeling Step	選擇建立	效化	應用	設計分析	調度	重建
空中運動 水火箭	概念元件 反作用力	DIY 實驗 (公版&自創)	分組競賽 (比高度)	POE 試驗 (設計檢驗)	分組競賽 (比速度)	成果報告 (ORID)

延伸問答



課前學習單

- (1) 自創版的水火箭設計圖是否具體可行？DIY 材料是否備妥？
- (2) 水火箭的動力機制為何？影響動力前進的變因有哪些？
- (3) 各位同學的手機 APP 均已連線妥當了嗎？我們 Kahoot 的時間開始嘍！

KAHOOT 時間來了



先備知識

- (D) 1. 水火箭的飛行原理，與下列哪項敘述較無關？
(A)牛頓第三運動定律 (B)摩擦阻力 (C)波以耳定律 (D)白努力定律。
- (C) 2. 水火箭垂直上飛之距離，世界記錄為何？
(A) 15m (B) 430m (C) 830m (D) 1,230m。
- (C) 3. 對於影響水火箭飛行高度的各項變因，以下何者為非？
(A)有尾翼的比空瓶高 (B)有流線型彈頭的比空瓶高
(C)加入全滿水的比 1/3 水高 (D)氣壓灌愈飽飛行高度應愈高。
- (A) 4. 運用自由落下的方式研究水火箭穩定性之優點為何？
(A)減少噴頭排水可能造成的誤差 (B)空氣阻力比較小
(C)風阻比較小 (D)重心比較容易偏。
- (D) 5. 運用垂直上飛的方式研究流線型水火箭之優點為何？
(A)重心比較容易偏 (B)空氣阻力比較大
(C)風阻可以比較小 (D)瞭解實際飛行的效果。

探究活動

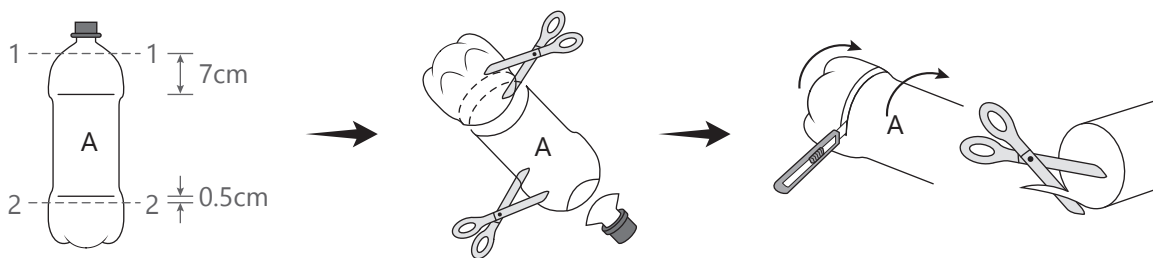
活動操作與記錄

Activity - 1

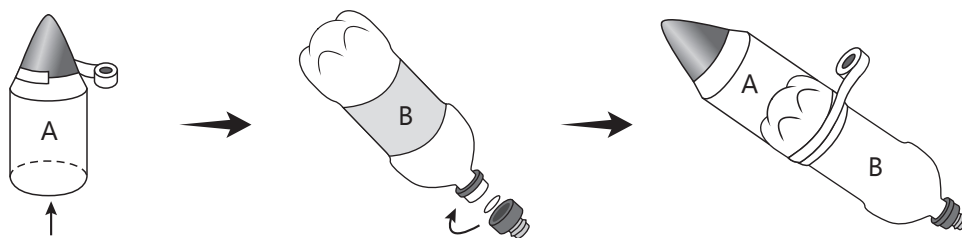
製作公版的水火箭，並進行測試！

請按照公版的水火箭設計圖，完成自己的第 1 部水火箭。

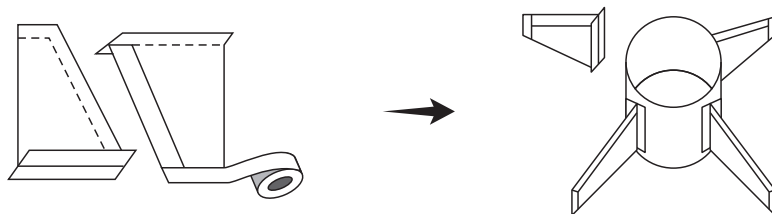
step 1 先取 1 個空瓶製作火箭頭。



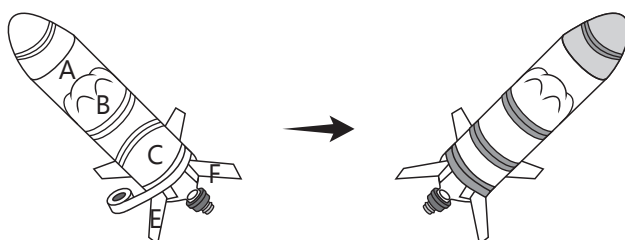
step 2 再取第 2 個空瓶接上噴嘴，並與火箭頭相接合（滾一滾確認機身平直）。



step 3 再取第 3 個空瓶黏上設計好的尾翼（可利用瓦楞板或多餘的空瓶製作）。



step 4 再將設計好的尾翼黏在第 2 個空瓶的側邊，即完成水火箭之製作。



Q: 請將自己的第 1 部水火箭拍下來，並將飛行過程用影片記錄觀測，探討其是否飛出完美直線，若無，請將修正變因寫在過程記錄上，一次改變一個變因，並記錄自己的預期與實際結果，直至完美路線（又高又直）發生為止。

我的第 1 部水火箭（照片）		我的第 1 部水火箭飛行影片	
過程記錄			
第 1 次飛行結果	修正變因： _____	修正變因： _____	修正變因： _____
<input type="checkbox"/> 完美筆直路線 <input type="checkbox"/> 奇特路線： _____ _____ _____	預期結果： _____	預期結果： _____	預期結果： _____
	實際結果： <input type="checkbox"/> 完美筆直路線 <input type="checkbox"/> 差強人意： _____	實際結果： <input type="checkbox"/> 完美筆直路線 <input type="checkbox"/> 差強人意： _____	實際結果： <input type="checkbox"/> 完美筆直路線 <input type="checkbox"/> 差強人意： _____
第 _____ 次飛行結果	修正變因： _____	修正變因： _____	修正變因： _____
<input type="checkbox"/> 完美筆直路線 <input type="checkbox"/> 奇特路線： _____ _____ _____	預期結果： _____	預期結果： _____	預期結果： _____
	實際結果： <input type="checkbox"/> 完美筆直路線 <input type="checkbox"/> 差強人意： _____	實際結果： <input type="checkbox"/> 完美筆直路線 <input type="checkbox"/> 差強人意： _____	實際結果： <input type="checkbox"/> 完美筆直路線 <input type="checkbox"/> 差強人意： _____
第 _____ 次飛行結果	修正變因： _____	修正變因： _____	修正變因： _____
<input type="checkbox"/> 完美筆直路線 <input type="checkbox"/> 奇特路線： _____ _____ _____	預期結果： _____	預期結果： _____	預期結果： _____
	實際結果： <input type="checkbox"/> 完美筆直路線 <input type="checkbox"/> 差強人意： _____	實際結果： <input type="checkbox"/> 完美筆直路線 <input type="checkbox"/> 差強人意： _____	實際結果： <input type="checkbox"/> 完美筆直路線 <input type="checkbox"/> 差強人意： _____

Activity - 2

製作自創版的水火箭，並進行測試！

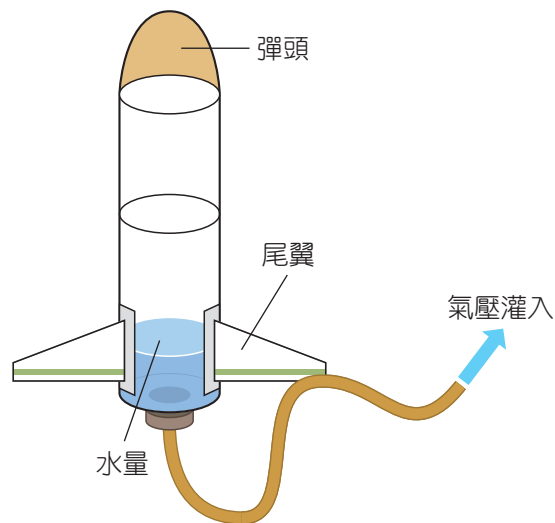
Q：請將自創的第 2 部 DIY 水火箭拍下來，並將飛行過程用影片記錄觀測，探討飛行結果是否能走出完美路線（又高又直），並與公版第 1 部水火箭的造型、下水實測的結果，進行分析比較。

兩部 DIY 水火箭（照片）		兩部自創水火箭飛行影片	
比較記錄			
外觀 相同處	<input type="checkbox"/> 機身長度的：_____	行動效果 相同處	<input type="checkbox"/> 上飛距離：_____
	<input type="checkbox"/> 重心位置的：_____		<input type="checkbox"/> 上飛軌跡：_____
	<input type="checkbox"/> 尾翼形狀的：_____		<input type="checkbox"/> 噴射水量的：_____
	<input type="checkbox"/> 尾翼數量的：_____		<input type="checkbox"/> 機身旋轉的：_____
	<input type="checkbox"/> 彈頭形狀的：_____		<input type="checkbox"/> 上飛總時間的：_____
	<input type="checkbox"/> 彈頭材質的：_____		<input type="checkbox"/> 下降總時間的：_____
外觀 相異處	<input type="checkbox"/> 機身長度的：_____	行動效果 相異處	<input type="checkbox"/> 上飛距離：_____
	<input type="checkbox"/> 重心位置的：_____		<input type="checkbox"/> 上飛軌跡：_____
	<input type="checkbox"/> 尾翼形狀的：_____		<input type="checkbox"/> 噴射水量的：_____
	<input type="checkbox"/> 尾翼數量的：_____		<input type="checkbox"/> 機身旋轉的：_____
	<input type="checkbox"/> 彈頭形狀的：_____		<input type="checkbox"/> 上飛總時間的：_____
	<input type="checkbox"/> 彈頭材質的：_____		<input type="checkbox"/> 下降總時間的：_____
找出影響路線效果的主要變因			
上飛距離		驗證結果	<input type="checkbox"/> 有關 <input type="checkbox"/> 無關
上飛軌跡		驗證結果	<input type="checkbox"/> 有關 <input type="checkbox"/> 無關
噴射水量		驗證結果	<input type="checkbox"/> 有關 <input type="checkbox"/> 無關
機身旋轉		驗證結果	<input type="checkbox"/> 有關 <input type="checkbox"/> 無關
上飛總時間		驗證結果	<input type="checkbox"/> 有關 <input type="checkbox"/> 無關
下降總時間		驗證結果	<input type="checkbox"/> 有關 <input type="checkbox"/> 無關
特殊軌跡路線		驗證結果	<input type="checkbox"/> 有關 <input type="checkbox"/> 無關

Activity - 3

製作競賽型最佳化水火箭！

Q：請依據下週競賽評分辦法，將最佳化的 DIY 水火箭製作完成，每組製作 3 部，至少都可以成功升空。



參賽最佳化 DIY 水下滑翔機設計圖

第 1 部	第 2 部	第 3 部
設計理念	設計理念	設計理念
得分關鍵特色	得分關鍵特色	得分關鍵特色
其他補充	其他補充	其他補充

分組評分表及自評表



綜合評量表

自評者：第 _____ 組， _____ 他評者：第 _____ 組， _____

評分注意事項：每格分數的上限是 1.5 分，他評者每週由不同人擔任。

	對照行為	自評 (0~1.5分)	他評 (0~1.5分)	小計	雷達圖	
連結力 Linkage	課前延伸問答					
	Kahoot 概念					
合作力 Cooperation	預期結果					
	驗證結果					
分析力 Analysis	分析主要變因					
	修正變因					
表達力 Presentation	比較結構異同					
	比較效果異同					
負責力 Responsible	自備 DIY 工具					
	拍照攝影記錄					
操作力 Operation	DIY 公版作品					
	DIY 自創作品					
本堂上課摘要內容				心得、感想、評論		

The 9 Week 藉由分組競賽，尋求最佳設計

Week 比較並討論各版效果與差異

You are here!

週次	07	08	09	10	11	12
Modeling Step	選擇建立	效化	應用	設計分析	調度	重建
空中運動 水火箭	概念元件 反作用力	DIY 實驗 (公版&自創)	分組競賽 (比高度)	POE 試驗 (設計檢驗)	分組競賽 (比速度)	成果報告 (ORID)

延伸問答



課前學習單

- (1) 競賽型自創的水火箭做出來了嗎？
- (2) 上週有好好練習 DIY 水火箭的技術了嗎？
- (3) 已經累積好修正機體效果的技術，迎接今天的競賽了嗎？

課文內容



先備知識

一、火箭本體及發射架

1. 本體採用市售 1,250mL 或 600mL 汽水寶特瓶自行製作、不得使用會傷人的材料或購買商業的成品，違者取消資格。
2. 水火箭規格為單壓力槽單節結構，本體總長度在 100cm 以下。
3. 穩定翼數量至多不限，至少 3 片。
4. 本體加固以膠帶為主，其他黏合材料不可使用。
5. 不得使用任何機械輔助推進設備。
6. 發射器具可以自備，或由學校提供發射架及打氣筒。
7. 裝置不足的空保特瓶（如沒有機翼、噴嘴），不予比賽。
8. 在機翼用奇異筆書明參賽隊員之組別、姓名。
9. 損壞的水火箭作品必須原作品修復，所需工具及材料必須自備。

二、創意設計比賽

1. 參賽者自行發揮創意設計水火箭，並替個人水火箭取一個很酷的名稱。
2. 繳交創意設計書後，經教師評定合乎規則，方得繼續參加飛高競賽。

探究活動



活動操作與記錄

— · 飛高比賽 · —

1. 無材料限制之分，依抽籤次序分組比賽。
2. 檢查水火箭機身是否合乎規定。
3. 各組學生先將水火箭裝水、聽令後打氣。

— · 初賽 · —

- 每一隊均需使用 3 支水火箭各賽 1 次，取最佳者進複賽。

— · 複賽 · —

1. 每隊以最佳者比賽 3 次，測量水火箭最慢落地點到發射臺的時間，並以紅外線測距儀記錄最高的高度作為成績。
2. 由飛行的高度，選出前 3 名。

分組評分表及自評表



綜合評量表

自評者：第 _____ 組， _____ 他評者：第 _____ 組， _____

評分注意事項：每格分數的上限是 1.5 分，他評者每週由不同人擔任。

	對照行為	自評 (0~1.5分)	他評 (0~1.5分)	小計	雷達圖
連結力 Linkage	熟悉上週經驗				
	應用上週經驗				
合作力 Cooperation	協助組員完成				
	分工完成任務				
分析力 Analysis	累積修正技術				
	解決失敗困境				
表達力 Presentation	教會夥伴製作				
	解說設計書圖				
負責力 Responsible	準備器材妥當				
	合力完成競賽				
操作力 Operation	完成自創作品				
	完成比賽作品				
本堂上課摘要內容				心得、感想、評論	

The 10th Week 以 POE 挑選組內最佳成品

Week 向他組報告與分享

You are here!

週次	07	08	09	10	11	12
Modeling Step	選擇建立	效化	應用	設計分析	調度	重建
空中運動 水火箭	概念元件 反作用力	DIY 實驗 (公版&自創)	分組競賽 (比高度)	POE 試驗 (設計檢驗)	分組競賽 (比速度)	成果報告 (ORID)

延伸閱讀



課前學習單

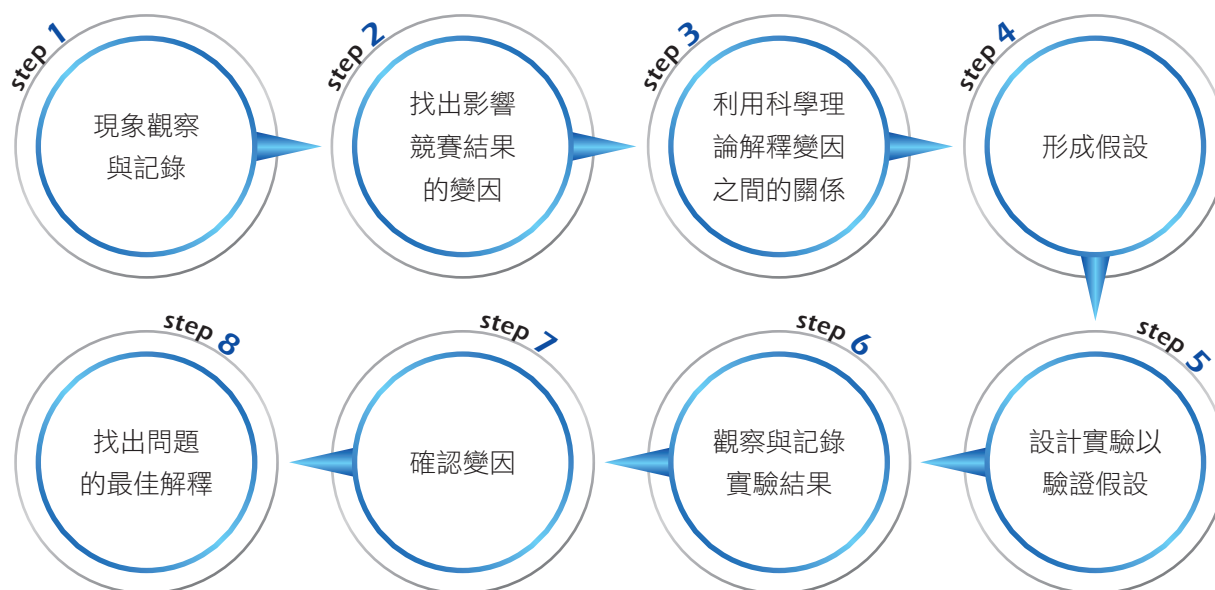
- (1) 經過上週的競賽後，失敗的經驗與成功的經驗為何？
- (2) 下週將進行新的競賽項目，本週要如何設計拿高分的模組並實驗檢測？
- (3) 什麼是 POE 試驗法？此設計分析方法如何幫助我們設計拿高分的模組？

課文內容



先備知識

一、問題解決的八步驟



二、POE 試驗法

1. **預測** (Predict)：提出某種作法下可能的效果。
2. **觀察** (Observe)：實際執行某種作法，觀察其效果。
3. **解釋** (Explain)：將預測效果與觀察效果做比對，並解釋其異同，再設計實驗找尋最佳解釋。

探究活動



活動操作與記錄

Activity - 1

訂目標找變因列舉研究問題！

Q1：下週競賽項目包括「比速度」與「修改有問題水火箭」，請針對比賽項目，訂定今天的研究目標。

競賽項目	研究目標
比速度	
修改有問題 水火箭	

Q2：請依照小組討論出來的研究目標，列舉出影響該目標的各種變因，並將各種變因分類。
(分成操縱—控制變因、應變變因兩大類)

研究目標	各種變因
	操縱—控制變因：
	應變變因：
	操縱—控制變因：
	應變變因：

Q3：請將欲實驗比對的設計圖畫出來，並敘明其各項材質、規格、形狀及長度，做出「控制組的水火箭」。

控制組的水下滑翔機設計圖			各類變因條件
材質		規格	機身長度的
形狀		長度	重心位置（水量）
繪圖區			尾翼形狀
			尾翼數量
			彈頭形狀
			彈頭材質
			噴射角度

Q4：請列舉今日小組成員欲試驗分析的研究問題。

研究目標	研究問題	
	例如：不同尾翼形狀位置對噴射距離的影響。	
	問題一	
	問題二	
	問題三	
	問題四	
	問題五	
	例如：水量與重心位置應與噴射距離有關。	
	問題一	
	問題二	
	問題三	
	問題四	
	問題五	

Activity - 2

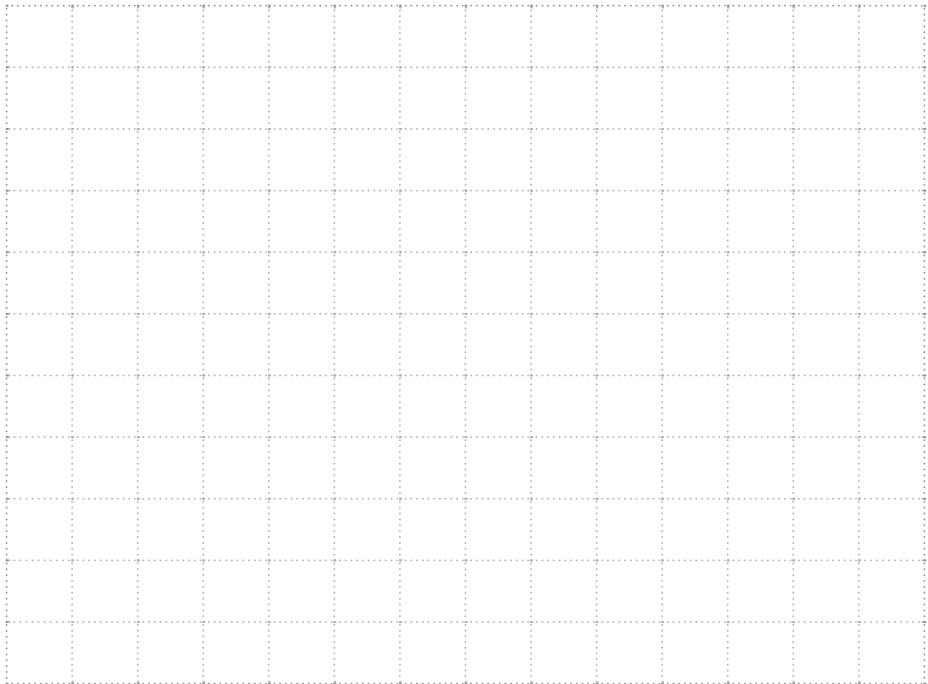
由研究問題設計實驗表格，並記錄結果！

Q1：根據活動 1 所列舉的各項研究問題，找出「操縱變因」與「應變變因」，並設計出實驗表格。

研究問題	實驗表格						
	操縱變因	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	平均
	最佳變因	以上數據結果最好的操縱變因條件是 _____					
		操縱變因	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次
最佳變因		以上數據結果最好的操縱變因條件是 _____					

Q2：根據前述的實驗表格進行實驗後，繪製出數據圖表加以分析。

圖表分析說明	實驗表格 / 折線圖圖形						
	操縱變因	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	平均

圖表分析說明	實驗表格 / 折線圖圖形						
	操縱變因	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	平均
							

Activity - 3

整理實驗結果找出最佳設計！

Q1：根據活動 2 的實驗結果，畫出最佳的設計圖，並與控制組做比對。

最佳設計的水火箭設計圖				各類變因條件
材質		規格		機身長度的
形狀		長度		重心位置（水量）
繪圖區				尾翼形狀
				尾翼數量
				彈頭形狀
				彈頭材質
				噴射角度
最佳設計的水火箭設計圖				各類變因條件
材質		規格		機身長度的
形狀		長度		重心位置（水量）
繪圖區				尾翼形狀
				尾翼數量
				彈頭形狀
				彈頭材質
				噴射角度

Q2：根據小組做出來的最佳設計，為其命名並詳述其 3 大特色。

最佳設計之水火箭	
命名	
3 大特色	1.
	2.
	3.

分組評分表及自評表



綜合評量表

自評者：第 _____ 組， _____ 他評者：第 _____ 組， _____

評分注意事項：每格分數的上限是 1.5 分，他評者每週由不同人擔任。

	對照行為	自評 (0~1.5分)	他評 (0~1.5分)	小計	雷達圖	
連結力 Linkage	列舉各項變因					
	擬定研究問題					
合作力 Cooperation	針對變因分類					
	注意控制變因					
分析力 Analysis	完成實驗表格					
	繪製設計比對					
表達力 Presentation	製作分析圖表					
	命名詳述特色					
負責力 Responsible	設計執行實驗					
	完成學習任務					
操作力 Operation	完成實驗測試					
	完成最佳設計					
本堂上課摘要內容				心得、感想、評論		