

附錄一

傳統 SBL 教學法、傳統 PBL 教學法和
網路 PBL 教學法教學教案



傳統 SBL 教學法教案

課程名稱	有趣的水火箭	教學班級	201			
單元		學習領域	自然與生活科技			
目標	結合理化與生活科技，讓學生能從做中學學習。	相關議題	環保			
		授課時間	10 節課			
授課者		設計者				
活動流程	能力指標	教具	時間	地點	評量方式	
1. 以錄影帶教學(片名-火箭升空)，讓學生先了解火箭的發展。 2. 火箭升空原理簡介。	4-4-1-1 4-4-2-2	錄影帶 筆記型電腦 單槍	第一週 第二週	生活科技教室	學習單	
4. 分組設計水火箭及討論	1-4-5-6 8-4-0-3 8-4-0-4	學生準備水火箭製作器材：容量相同保特瓶五個(填充汽水之保特瓶)、壁報色紙、電工膠布、雙面膠、釘書機、尺、塑膠管	三週(2節)	電腦教室 生活科技教室		
5. 水火箭製作	8-4-0-3 6-4-4-1 6-4-5-2		美工刀、剪刀、學習單、發射架、連接器、連接組合器、打氣筒	暑假	生活科技教室	實作過程
6. 水火箭試射與改進 1. 小組競賽(比射遠與射高 2 項)	1-4-4-2 1-4-4-4 8-4-0-6	第四週		操場	試射評量表	
8. 最後檢討與水火箭成就評量			第五週			

問題導向學習(PBL)單元教學設計單

(一)教學基本資料				
單元名稱	有趣的水火箭	學習領域		
班級	203	學生人數和分組數	共 40 人，分為 6 組	
教學時間	共 10 節(五週)	上課地點	生活科技教室、電腦教室	
教學設計者	林詩華	教學者	林詩華	
學生先備條件	1. 能使用網路搜尋相關料 2. 能小組討論分享彼此資料			
分段能力指標	1-4-4-2 1-4-4-4 1-4-5-6 2-4-5-7 4-4-1-1 4-4-2-2 6-4-5-2 6-4-4-1 8-4-0-3 8-4-0-4 8-4-0-6			
預定學習目標	單元目標	具體目標		
	1.認知方面			
	1.1 能夠瞭解水火箭飛行原理	1.1.1 能瞭解牛頓第三運動定律概念 1.1.2 能瞭解白努利定理的概念 1.1.3 能夠瞭解流體力學的概念 1.1.4 能瞭解水火箭瓶內裝水多寡和打氣 壓力間為關係 1.1.5 能瞭解水火箭發射角度和飛行遠近的關係		
	1.2 能瞭解水火箭設計結構	1.2.1 能瞭解水火箭尾翼的工用 1.2.2 能評估適合製作水火箭的材料		
	1.3 能夠瞭解水火箭製作方法	1.3.1 能夠說出水火箭製作所需材料與工具 1.3.2 能夠說出水火箭製作流程		
	2.情意方面			
	2.1 能夠培養主動學習精神	2.1.1 能夠搜集資料參與討論		
	2.2 能培養互助合作精神	2.2.1 能夠參與小組討論 2.2.2 在學習過程中能夠分工合作		
	2.3 能培養問題解決能力	2.3.1 能夠尋找解決問題的方法並嘗試解決問題		
	2.4 能夠注意水火箭發射時的安全	2.4.1 能夠瞭解水火箭發射的危險性 2.4.2 能夠找出防範意外發生的方法		
	3.技能方面			
	3.1 會使用電腦及網路作為學習的工具	3.1.1 會使用電腦與網路來輔助資料的整理 3.1.2 會使用電腦與網路作為小組討論的橋樑		
	3.2 會使用製作水火箭相關工具	3.2.1 會正確使用美工刀、尺、膠帶等工具		
	3.3 會使用水火箭發射工具	3.3.1 會操作水火箭發射架 3.3.2 會正確使用打氣筒 3.3.3 會觀看打氣筒上氣壓計的刻度		

問題陳述	上學期學校舉辦了水火箭飛行競賽，真是有趣極了，小小一個保特瓶，竟然可以飛得那麼高、那麼遠，不知道是什麼原理？但是，有好多同學的水火箭都飛不好，不是飛不起來去撞地上，就是在空中亂飛一通，還去打到同學呢！到底他們的水火箭怎麼了？為什麼有人飛得好，有人飛不好呢？我自己也來做一個水火箭，如果參加比賽，我一定能得第一名的。
評量方式	1. 水火箭二段式診斷測驗 2. 水火箭成品設計原理小組報告 3. 水火箭實際飛行距離測量
學習資源	1. PBL 網路教室(供學生網路討論，資料交流) 2. 提供水火箭製作工具 3. 提供水火箭飛行所需工具

(二)教師預提問題討論框架表

事實	想法和假設	學習議題	行動計畫
1. 水火箭可以飛上天 2. 有些水火箭飛行得很不穩定 3. 要設計出一個飛得很遠的水火箭 4. 大家為什麼都用保特瓶當材料呢？ 5. 裝水多少會不會影響飛行呢？ 6. 為什麼要裝水呢？	1. 它靠打氣筒提供動力 2. 設計結構不良才會亂飛 3. 保特瓶比較輕所以才用它 4. 水裝得軟多可以噴得較久，若瓶內氣壓夠大即可有較長的動力應用。	1. 水火箭飛行原理 2. 水火箭製作流程	1. 上網查資料 2. 去問理化老師 3. 自己做一個保特瓶實驗看看

(三)教師教學與學習活動流程—203 班

教學與學習活動	時間	教學與學習資源	評量方法	備註
一、課前準備活動 1. 確定課程目標 2. 研擬問題陳述 3. 預提討論框架表 4. 確定學習議題 5. 蒐集學習資源和參考資料 6. 建立 PBL 網路教室		蒐集相關文獻		
二、發展活動 1. 呈現問題 <ul style="list-style-type: none"> ● 利用水火箭 VCD 引起學生興趣 ● 以學習單引導學生閱讀問題陳述 ● 建立問題討論框架表 <ul style="list-style-type: none"> ● 事實 ● 理想和假設 ● 學習議題 ● 行動計畫 	第一、二節課	1. 水火箭 VCD 2. 液晶投影機 3. 筆記型電腦		生 科 教室
2. 學生分組自我導向學習 <ul style="list-style-type: none"> ● 針對學習議題、依照行動計畫蒐集相關資訊 ● 組織蒐集到的資訊 ● 準備上台報告資料 	第三、四課	電腦教室網路設備		電 腦 教室
3. 再度面對問題 <ul style="list-style-type: none"> ● 第一次報告和發表學習的成果 	第五、六節	1. 液晶投影機 2. 筆記型電腦		生 科 教室
4. 學生分組自我導向學習 <ul style="list-style-type: none"> ● 開始製作水火箭 	暑假	1. 生活科技教室相關材料工具		生 科 教室
5. 水火箭作品發表 <ul style="list-style-type: none"> ● 水火箭作品發射 	第七、八節	1. 水火箭發射相關工具	水火箭發射記錄單	操 場
6. 水火箭作品檢討報告	第九節			教 室
7. 水火箭單元成就測驗	第十節	1. 電腦教室網路設備	水火箭二段式評量	電 腦 教室

(三)教師教學與學習活動流程—202 班

教學與學習活動	時間	教學與學習資源	評量方法	備註
一、前準備活動 1. 確定課程目標 2. 研擬問題陳述 3. 預提討論框架表 4. 確定學習議題 5. 蒐集學習資源和參考資料		蒐集相關文獻		
二、發展活動 1. 呈現問題 <ul style="list-style-type: none"> ● 利用水火箭 VCD 引起學生興趣 ● 以學習單引導學生閱讀問題陳述 ● 建立問題討論框架表 <ul style="list-style-type: none"> ● 事實 ● 理想和假設 ● 學習議題 ● 行動計畫 	第一、二節課	4. 水火箭 VCD 5. 液晶投影機 6. 筆記型電腦		生 科 教室
2. 學生分組自我導向學習 <ul style="list-style-type: none"> ● 針對學習議題、依照行動計畫蒐集相關資訊 ● 組織蒐集到的資訊 ● 準備上台報告資料 	第三、四節課	學校圖書館		圖 書 館
3. 再度面對問題 <ul style="list-style-type: none"> ● 第一次報告和發表學習的成果 	第五、六節			生 科 教室
4. 學生分組自我導向學習 <ul style="list-style-type: none"> ● 開始製作水火箭 	暑假	1. 生活科技教室相關材料工具		生 科 教室
5. 水火箭作品發表 <ul style="list-style-type: none"> ● 水火箭作品發射 	第七、八節	1. 水火箭發射相關工具	水火箭發射記錄單	操 場
6. 水火箭作品檢討報告	第九節			教 室
7. 水火箭單元成就測驗	第十節	1. 電腦教室網路設備	水火箭二段式評量	電 腦 教室

PBL 水火箭單元學生學習單

一、問題陳述

上學期學校舉辦了水火箭飛行競賽，真是有趣極了，小小一個保特瓶，竟然可以飛得那麼高、那麼遠，不知道是什麼原理？但是，有好多同學的水火箭都飛不好，不是飛不起來去撞地上，就是在空中亂飛一通，還去打到同學呢！到底他們的水火箭怎麼了？爲什麼有人飛得好，有人飛不好呢？我自己也來做一個水火箭，如果參加比賽，我一定能得第一名的。

二、小組學習規則

2. 充分參與，並仔細傾聽同學意見和想法
3. 尊重同學意見及想法，不要隨便打斷別人說話
4. 不要保持沈默，明確提出自己的想法和意見
5. 討論要保持在主題上，不要聊天和說些無關的事情
6. 在網路討論區時，用辭要恰當，不要出現不雅的字眼
7. 完成分工任務，發揮互助合作精神

三、小組合作學習分工表

職務	人數	合作學習分工任務	負責同學
組長	1 人	帶領同學討論及蒐集資料	
紀錄	1-2 人	紀錄小組討論，將討論資料上網	
蒐集資料分析 資料者	2-4 人	蒐集資料並整理分析成書面報告	
報告者	1-2 人	上台報告	

四、問題討論框架

<p style="text-align: center;">事實 (從問題陳述知道什麼?)</p>	
<p style="text-align: center;">想法和假設 (問題應該怎麼解決?)</p>	
<p style="text-align: center;">學習議題 (要解決問題還要再知道什麼?)</p>	
<p style="text-align: center;">行動計畫 (如何找到解決問題的資料和方法)</p>	

附錄二

水火箭飛行記錄單



水火箭飛行紀錄單

【600cc 容量的水火箭】

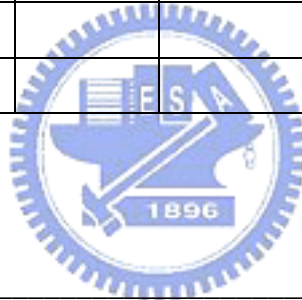
飛行準度

試射次數	裝水比例 c.c.	壓力 下	初射仰角 度	距離標的物距離 公尺
1				
2				
3				

飛行距離

試射次數	裝水比例 c.c.	壓力 下	初射仰角 度	最遠距離 公尺
1				
2				
3				

改進方式：



附錄三

科學態度量表向度與題目分配表



科學態度量表之向度與題目分配表

向度	題號	題目	內容
對學習科學的態度	1	我覺得自然與生活科技課所得到的知識對我的將來的發展會有很大的幫助	
	2	上自然與生活科技課時我會全心投入老師所安排的活動	
	3	我很喜歡上自然與生活科技課	
	4	我認為上自然與生活科技課沒有什麼收穫	反向
	5	我在上自然與生活科技課時很用心	
	6	我認為自然與生活科技課是有趣的科目	
	7	我認為上自然與生活科技課所學到的可以用來解決我日常生活上的一些疑問	
	8	上自然與生活科技課時，我常希望趕快下課	反向
	9	我會把自然科所學到的內容實際應用在日常生活上	
	10	我願意花較多的時間來學習自然與生活科技課	
對科學的態度	11	我會去圖書館裡找和科學有關的書來看	
	12	我認為科學是很重要的一種學問	
	13	我喜歡閱讀和科學有關的文章	
	14	我對電視上的科學節目沒有什麼興趣	反向
	15	我認為每一個人都應該學習科學知識	
	16	我覺得科學是講究證據的學問	
	17	我覺得科學充滿興趣	
	18	我覺得科學會促成人類的進步	
	19	我覺得科學和我們的生活沒有關係	反向
	20	我希望能懂更多的科學知識	
對參與科學探討活動的態度	21	如果有機會我願意參加類似自然科學營的活動	
	22	我覺得自己動手做習得的知識比從書本中獲得好多了	
	23	我比較喜歡聽別人直接告訴我科學知識，而不喜歡自己動手去研究	反向
	24	我覺得做科學研究是一件很有意義的事	
	25	我覺得和同學一起做實驗和討論是一件有價值的事	
	26	我喜歡蒐集有關自然科學方面的資料	
	27	我喜歡做實驗來解決自然科學的問題	
	28	參加科學觀察或實驗活動會增加自己的探究能力	
	29	我覺得“做實驗”是一件很無聊的事	反向
	30	我覺得“做實驗”沒什麼必要，只是花金錢和時間而已。	反向
科學態度	31	老師上課的內容一定是對的，不用懷疑	反向
	32	遇到奇怪的科學現象，我會想瞭解它的原理	
	33	當別人有更好的解釋時，我願意放棄自己原來的想法	
	34	我會把科學現象調查清楚後才發表自己的想法	
	35	我認為許多科學問題都可能有一個以上的解決方法	
	36	遇到不懂的科學知識，我會虛心請教別人	
	37	我會利用蒐集到的資料來解釋我所看到的現象	
	38	我覺得實際作實驗可以幫忙遇到的科學問題	
	39	我覺得和同學討論各有的想法，可以獲得更正確的科學知識	
	40	我覺得要了解科學現象時，實際觀察是必要的	

附錄四

水火箭二段式開放性紙筆測驗



一·水火箭發射原理

普通題

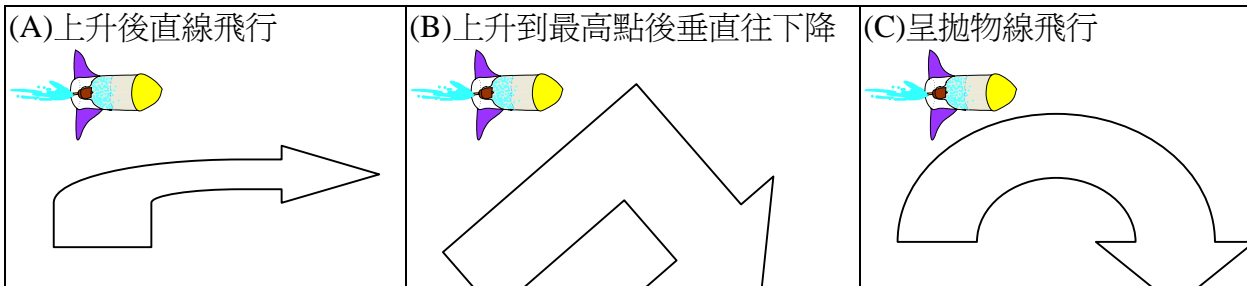
1. 沒有裝水的水火箭會不會飛？

(A)會(B)不會(C)其他

答：_____

為什麼：_____

2. 水火箭發射後會以下列哪一種的軌跡飛行？



(D)其他

答：_____

為什麼：_____

3. 下列哪一個作用力是水火箭發射出去的主要原因？

(A)瓶內水的噴出去產生的作用力(B)瓶內的空氣噴出去產生的作用力(C)其他

答：_____

為什麼：_____

4. 水火箭噴嘴孔的大小是否會影響水火箭的飛行？

(A)噴嘴孔愈大飛得愈遠(B)噴嘴孔愈小飛得愈遠(C)不會有影響

答：_____

為什麼：_____

5. 水火箭內的水向外噴出的力量，是否等於推動水火箭前進的力量？

(A)是，相等(B)不相等(C)不一定

答：_____

為什麼：_____

6. 水火箭內裝水約多少，水火箭才能飛得最遠？

(A) 1/2(B)1/3(C)2/3(D)其他

答：_____

為什麼：_____

7.水火箭發射的角度約為多少，水火箭才能飛得最遠？

(A) 10~30度(B)40~60度(C)70度以上 (D)其他

答：_____

為什麼：_____

進階題

1.將水火箭垂直向上發射，水火箭在上升途中的受力狀況為下列何者？

(A)受到向上的推力(B)受到向下的重力(C)同時受到向上的推力和向下的重力

(D)不受到任何外力(E)其他

答：_____

為什麼：_____

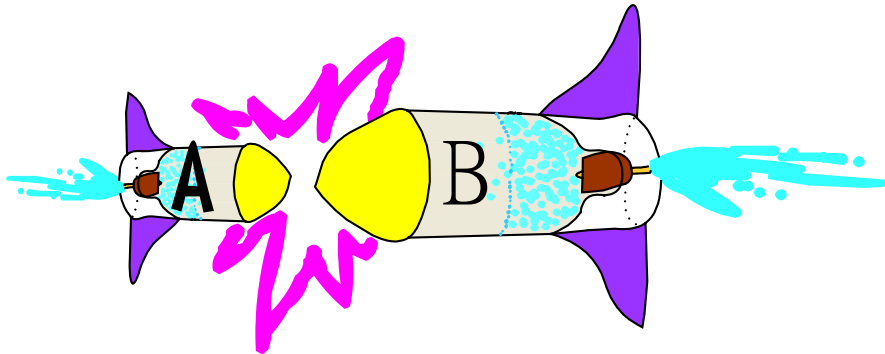
2.水火箭發射時，水往後噴出的速度愈快，水火箭向外射出的衝力愈大還是愈小？

(A)愈大(B)愈小(C)不變

答：_____

為什麼：_____

3.當兩個大小不同的水火箭不幸在空中互撞，請問兩個水火箭在空中受到的撞擊力何者較大？



(A)B 水火箭受到的撞擊力較大(B)A 水火箭受到的撞擊力較大(C)一樣大(D)其他

答：_____

為什麼：_____

4.當我們使用打氣筒將空氣灌入水火箭的保特瓶內，瓶內空氣的壓力會增大還是變小？

(A) 變大(B)變小(C)不變

答：_____

為什麼：_____



二·水火箭設計原理

1.當水火箭發射時一直衝撞地面而無法順利飛行，以下哪一個原因最有可能？

(A)尾翼不平衡(B)火箭頭過重(C)尾翼過重(D)其他

答：_____

為什麼：_____

2.當水火箭沒有尾翼時，會以下列何者方式飛行？

(A)沒有影響(B)會亂飛(C)會無法飛起來(D)其他

答：_____

為什麼：_____

3.使用礦泉水瓶和使用汽水瓶來製作水火箭會造成不同嗎？

(A)會(B)不會(C)不一定

答：_____

為什麼：_____

附錄五

水火箭二段式半開放性紙筆測驗



三·水火箭發射原理

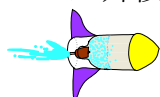
普通題

7. 有一個水火箭裝水試飛時，可以飛行的很平順，如果是同樣一個水火箭，但是裡面沒有裝水，請問用打氣筒將氣打飽後，水火箭還會不會飛？

- 會，因為：
- 水火箭內仍有空氣，空氣經過壓縮後，瓶內壓力會變大，空氣噴出會，就可以造成反作用力使水火箭飛行
 - 只要有打氣進去，水火箭就會飛
 - 其他_____
- 不會，因為：
- 水火箭需要有「水」才能施加壓力
 - 因為水是噴出來的動力，沒有水就沒有動力來源
 - 沒有水就沒有辦法擠壓空氣，形成壓力，水火箭就不會飛了
 - 其他_____
- 不一定，因為：
- 要考量水火箭本身的重量，如果水火箭本身很輕，則光靠空氣就可以使水火箭飛起來；若是水火箭本身太重，則飛不起來
 - 要考量水火箭的大小，若是大的水火箭，則可以打入很多空氣，造成較大的動量，則水火箭就可以飛起來；反之，水火箭若是太小，空氣不夠的話，就飛不起來。
 - 其他_____

8. 在正常的情況下，水火箭順利發射後會以下列哪一種的軌跡飛行？

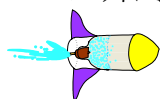
上升後直線飛行



因為：

- 沒有受到其他外力影響，所以會直線飛行
- 因為水以一定的力量噴出，所以會受到一定的推力，因此水火箭會呈直線飛行
- 其他_____

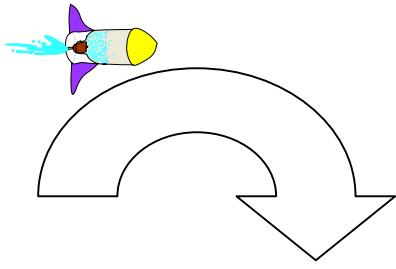
上升到最高點後垂直往下降



因為：

- 水火箭會先往上衝，當沒有推力時，就會即刻往下掉
- 當上升到最高點後，裡面沒有水了，就會直接掉上來
- 其他_____

呈拋物線飛行



因為：

- 飛行時會受到風力的影響，所以呈拋物線飛行
- 飛行時會受到重力的影響，所以呈拋物線飛行
- 水火箭漸漸變小的推力與重力所形成的合力矩，使得水火箭呈拋物線飛行
- 其他_____

9. 下列哪一個作用力是水火箭發射出去的“主要”原因？

- 瓶內的水噴出去所產生的作用力，因為：
 - 瓶內的水受到壓力而噴出，由其急速流動產生的一股動能，是水火箭發射出去的主要原因
 - 瓶內的水受到重力的影響而噴出，由其急速流動產生的一股動量，是水火箭發射出去的主要原因
 - 其他_____
- 瓶內的空氣噴出去所產生的作用力，因為：
 - 之前打氣筒打入的空氣，急速噴出是水火箭發射出去的主要原因
 - 空氣噴出去所造成的動量比水大，所以空氣才是表要原因。
 - 其他_____

10. 假設兩個相同的一個水火箭，裡面裝水量一樣多，打進去的空氣量也一樣多，但是兩者使用不同大小的噴嘴孔，何者飛得比較遠？

- 噴嘴孔愈大飛得愈遠
 - 因為一次噴出去的量比較多，會有比較大的作用力產生
 - 噴嘴孔愈大，進氣量也愈大，所以可以飛得比較遠
 - 其他_____
- 噴嘴孔愈小飛得愈遠
 - 讓水慢慢放出去，才可以作用得久一點
 - 讓空氣慢慢放出去，才可以作用得久一點
 - 愈小的噴嘴孔，形成的水流愈急促，造成的作用力也愈大
 - 其他_____
- 不會有影響
 - 噴嘴孔是用來進氣的孔，和飛行沒有關係
 - 無論噴嘴孔小大，最後排出去的水量就是那麼多，所以不會有影響
 - 其他_____

11. 在正常的情況下，水火箭內的水向外噴出的力量，是否等於推動水火箭前進的力量？

- 是，相等
 - 氣體壓迫水，使水向外噴出，水會產生一反作用力於水火箭，依照牛頓第三運動運律，所以兩者相等

- 氣體向後壓迫水，使水向外噴出，但氣體會產生一向前的反作用力作用於水火箭，把水火箭推向前，依照牛頓第三運動運律，所以兩者相等
- 因為噴出來的水是內部壓力所噴出來的，所以相等
- 其他_____
- 不相等
 - 因為水噴出的力量停止後，水火箭會有“慣性作用”繼續前進，所以兩者不相等
 - 如果兩者相等，水噴完後水火箭應立刻掉下來，所以應該還有其他外力
 - 水火箭前進的力量是空氣，和水沒有關係，所以不相等
 - 其他_____
- 不一定
 - 如果打氣筒打氣時有將空氣灌到最飽滿，則兩者相等，否則就不相等
 - 要看瓶內壓力的大小，和水噴出的狀況，所以不一定相等
 - 其他_____

12. 水火箭內若裝水一樣多，則打進去的氣如何才能飛得最遠？

- 打進去的氣越多
 - 因為水火箭的衝力是靠空氣噴出，所以越多空氣越好
 - 打進去的氣愈多，瓶內所造成的壓力愈大，才能使水火箭飛得愈遠
 - 其他_____
- 打進去的氣越少
 - 多留一點空間讓水在裡面活動，有助於飛行
 - 只要有打氣即可，不一定要打很多
 - 其他_____
- 不一定
 - 打進去的氣多少無關，飛得遠不遠只與水火箭內水裝的多少有關
 - 打進去的氣必須和水成一定比例，水火箭才可以飛得最遠
 - 其他_____

進階題

1. 將水火箭垂直向上發射，水火箭在加速上升途中的受力狀況為下列何者？

- 只受到向上的推力
 - 水火箭飛行的方向是向上，作用力的方向應該和運動方向相同，所以只受到向上的推力
 - 由於水火箭在加速進行中，所以一定是受到向上的力
 - 其他_____
- 只受到向下的重力
 - 水火箭只有在發射瞬間才有受到向上的衝力，其餘都是受到重力的影響
 - 水火箭沒有打氣筒在持續打氣了，所以發射後應該只受到重力的影響

- 其他_____
- 同時受到向上的推力和向下的重力
 - 當水火箭向上發射後，持續受到瓶內的水向外噴出的反作用力，因此會同時受到同時受到向上的推力和向下的重力，一直到達最高點的那一時刻，向上的推力才會消失
 - 水火箭會受到向上的推力和向下的重力，直到水火箭內的水噴完後，向上的推力才會消失
 - 水火箭會受到向上的推力和向下的重力，直到水火箭從加速上升變為減速上升的那一時刻，向上的推力才會消失
 - 其他_____
- 不受到任何外力
 - 物體只有在改變運動狀態時才會受力，所以只有在發射瞬間才受力
 - 水火箭向上的推力和向下的重力相互抵消了，所以水火箭於飛行時，不受到任何外力
 - 其他_____

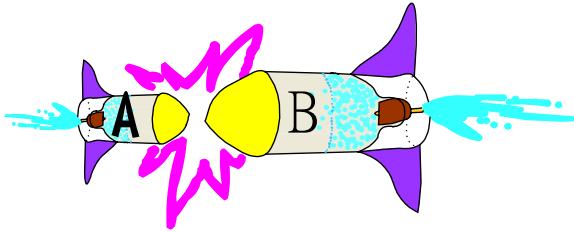
2.若要將水火箭垂直向上發射，則水噴出所給火箭的推力要多大，水火箭才會上昇？

- 只要有水噴出即可把水火箭推上昇
 - 只要受力就會產生運動，所以只要有水噴出，水火箭就會上昇
 - 水往後噴出，水火箭就會往前跑，所以只要有水噴出，水火箭就會上昇
 - 其他_____
- 只要水噴出所給火箭的推力等於水火箭的重力即可把水火箭推上昇
 - 只要能抵消重力的影響，水火箭就會上昇
 - 水火箭只要能不受到地心引力(即重力)的影響，就會上昇，所以兩者的力量只要相等就可以了
 - 其他_____
- 水噴出所給火箭的推力要大於水火箭的重力才能把水火箭推上昇
 - 向上的推力必須克服水火箭本身的重量，才有剩餘的力量讓水火箭上昇
 - 因為垂直發射較容易掉下來，所以推力要比較大
 - 其他_____

3.水火箭發射時，水往後噴出的速度愈快，水火箭向外射出的衝力愈大還是愈小？

- 愈大
 - 水往後噴出的速度愈快，表示水受到的作用力愈大，因此水火箭受到的反作用力也愈大
 - 水愈早排光，水火箭就愈輕，受力時反應就愈劇烈
 - 其他_____
- 愈小
 - 水噴得愈快，水愈快流光，衝力愈早消失
 - 空氣愈早用光，後面飛行時會沒有衝力
 - 其他_____

4.當兩個大小不同的水火箭不幸在空中互撞，請問兩個水火箭在空中受到的撞擊力何者較大？



- B 水火箭受到的撞擊力較大
- 因為 B 的體積較大
 - 因為 B 的容量較大，水容量較多較重
 - 其他_____
- A 水火箭受到的撞擊力較大
- 因為 B 的體積較大
 - 因為 B 的容量較大，水容量較多較重
 - 其他_____
- 一樣大
- 兩者互撞，受到的撞擊力一樣大，只是 A 火箭較小，受同樣的力，反應會比較大
 - 兩者互撞，受到的撞擊力一樣大；由於作用力相同，所以 A、B 兩火箭的反應會一樣
 - 其他_____

5.當我們使用打氣筒將空氣灌入水火箭的保特瓶內，瓶內的壓力會如何變化？

- 壓力變大
- 空氣會壓縮，使得瓶內空氣壓力變大
 - 空氣多了會擠壓瓶內的水，所以水的壓力變大了
 - 兩者的壓力都變大
 - 其他_____
- 壓力不變
- 保特瓶的大小不會變化，所以瓶內空氣壓力不變
 - 保特瓶會被多餘的空氣撐大，所以壓力不會有變化
 - 其他_____

6 當水火箭在飛行過程中，水火箭內的空氣的壓力會增大還是變小？

- 變大
- 瓶中水持續噴出，空氣要不斷的填補進去，所以壓力會持續變大
 - 水噴出後會給水火箭一個反作用力，使得瓶內空氣的壓力變大
 - 水火箭快速地在空中飛行，所以瓶內空氣的壓力會受風力的影響而變大
 - 其他_____
- 變小
- 空氣逐漸噴出去，所以壓力變小
 - 水逐漸噴出去，所以壓力變小

- 水和空氣逐漸噴出去，所以壓力變小
- 其他_____
- 不變
 - 因為打氣筒不再持續打氣，所以壓力不會產生變化
 - 水噴出後，空氣馬上會填補進去，所以壓力不會產生變化
 - 其他_____

四·水火箭設計原理

1.製作水火箭時如果不加裝尾翼，可能會造成哪一個狀況？

- 水火箭無法起飛，會停在原地
 - 尾翼是平衡的重點，尾翼沒有做好，飛行就無法順利，因此火箭會飛不起來，停留在原地
 - 水噴出時會將作用力施在尾翼上，所以沒有尾翼就無法受力
 - 其他_____
- 水火箭仍會起飛，但會在空中豪無方向亂飛
 - 尾翼是平衡的重點，尾翼沒有做好，水火箭前進的方向就無法受到控制
 - 尾翼是水火箭控制風力對飛行的干擾，如果沒有尾翼，飛到空中受到風一吹，水火箭就會亂飛
 - 其他_____
- 水火箭會延著地面向前衝
 - 水火箭一樣會有動力，但是沒有尾翼飛不來，只能在地面衝撞
 - 尾翼是用來改變火箭前進方向的，所以沒有尾翼水火箭只有向前的作用力，因此只會往前衝
 - 其他_____

2.使用不同的保特瓶如礦泉水瓶或汽水瓶來製作水火箭會造成不同嗎？

- 會
 - 使用瓶身有凹凸條紋的保特瓶，比較耐摔不容易壞
 - 使用瓶身有凹凸條紋的保特瓶，比較容易獲得空氣的推力
 - 使用比較耐壓的保特瓶如汽水瓶，打氣時比較不易因壓力過大而破裂
 - 其他_____
- 不會
 - 只要是耐摔不易碎裂的材質皆可，沒有差別
 - 什麼材質不重要，瓶子的大小與重量才是重點
 - 其他_____

3.瓶身總容量相同的水火箭，胖胖短短的水火箭和瘦瘦長長的水火箭，那個飛得快？

- 胖胖短短的水火箭
 - 瓶身的耐壓性較大
 - 短胖的水火箭瞬間衝出去的衝力比較大，所以飛得比較快；瘦長的水火箭瞬間衝出去的衝力比較小，所以比較慢
 - 其他_____
- 瘦瘦長長的水火箭

- 飛行時風的阻力比較小
 - 瘦長的水火箭受到地心引力的影響較小，短胖的水火箭受到地心引力的影響較大，所以瘦長的水火箭會飛得比較快
 - 其他_____
- 不一定
- 水火箭長短胖瘦不是重點，在製作時火箭本身的平衡與重心所在，才是影響飛行的重要關鍵
 - 要看尾翼的大小，胖的水火箭要配合大的尾翼，瘦長的水火箭尾翼要小一點
 - 其他_____



附錄六

PBL 分組討論問卷



關於 PBL 分組討論的學生問卷

班級：_____ 座號：_____ 組別：_____

學生基本資料：

1. 你家中無電腦？
有，家中電腦有沒有連接網路 有，無
無
2. 你平常一個星期平均上網多少小時？_____小時
3. 在實施 PBL 教學的這六個星期來，你平均一個星期上網的時數是多少？_____小時

數字代表的意義

5=非常同意 4=同意 3=無意見 2=不同意 1=非常不同意

評估領域	問 題	5	4	3	2	1	
PBL 參與度	在這次的分組討論中，我認爲我個人...						
	1. 能夠完全參與討論。						
	2. 能夠經常蒐集及提供資料。						
	3. 能夠發表自己的論點及提出疑問。						
	在這次的分組討論中，我認爲本組的其他同學...						
	4. 能夠完全參與討論。						
PBL 實用性 (Practical)	5. 能夠經常蒐集及提供資料。						
	6. 能夠發表自己的論點及提出疑問。						
	評估領域	問 題	5	4	3	2	1
	PBL 實用性 (Practical)	我感覺這次的分組討論...					
		7. 可以幫助我解決問題。					
		8. 可以有效釐清我的觀念					
9. 可以幫助我對抽象概念產生具體了解							
10. 可以提升自己蒐集資料的能力。							
11. 可以提升自己發表意見的能力。							
12. 能讓我擁有新的學習方式。							
13. 能幫助我發現新的問題。							
14. 可以提升我對課程內容的了解程度。							
PBL 困難度 (Difficulty)	15. 能夠讓我發現同學的優點。						
	16. 能夠提升我與同學之間的感情。						
	評估領域	問 題	5	4	3	2	1
	PBL 困難度 (Difficulty)	我感覺這次的分組討論...					
17. 對 PBL 的討論方式不清楚。							
18. 討論的單元內容太深。							
19. 資料的蒐集不容易。							
	20. 討論的時間太少。						

	21. 老師提供的協助不足（請寫在下方欄位中）。					
評估領域	問題	5	4	3	2	1
PBL 教學網站的實用性	20.除了在課堂上利用 PBL 教學網站外，我會利用其他時間連上網站討論區，注意同學的討論狀況					
	21.我會在網站上觀摩其他組員上傳的作業					
	22.我喜歡將找到的資料放在網路上和組員分享					
	23.藉由網站的協助，讓我資料蒐集和整理更為容易					
	24.網路容易讓我分心，不容易集中精神在學習和討論上					
	25.在網路上討論事情讓我很不習慣					
	26.我覺得藉由 PBL 教學網站的協助，讓我更容易在網路上自我學習					

開放性問卷部份：

1.你覺得一般傳統教學和網路 PBL 教學有何不同？你喜歡哪一種？理由為何？

2.你覺得網路 PBL 教學對你有什麼幫助？



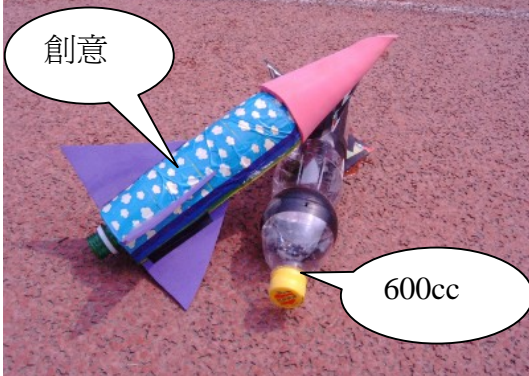

4.除了上面的問卷內容之外，如果您覺得有必要，請另外補充您的看法：



附錄七

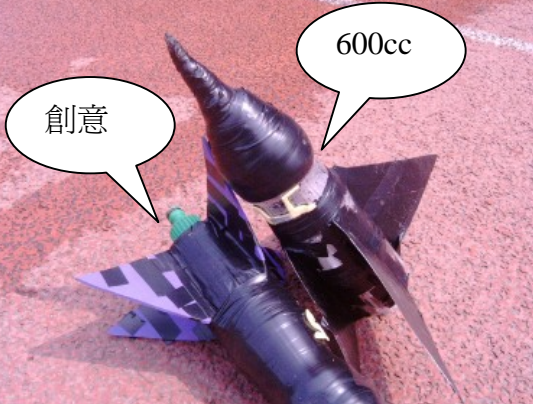

水火箭作品照片



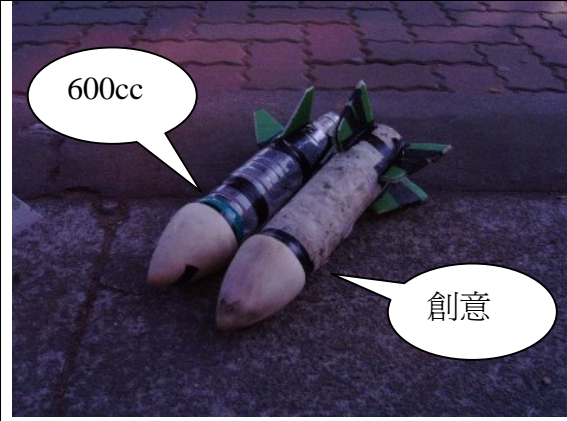

201 班



 <p>創意</p> <p>600cc</p>	 <p>600cc</p> <p>創意</p>
600cc 水火箭 68.73 公尺 第一組	600cc 水火箭 68.8 公尺 第二組
創意 水火箭 13.8 公尺	創意 水火箭 8.5 公尺

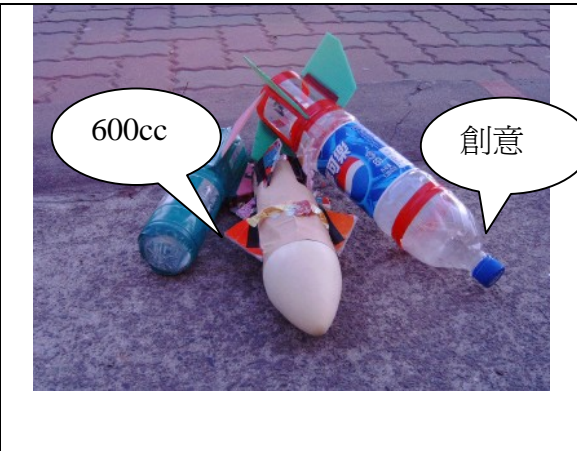
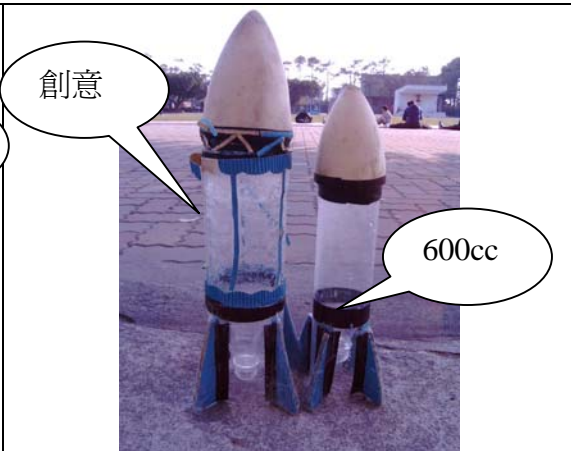
 <p>600cc</p> <p>創意</p>	 <p>600cc</p>
600cc 水火箭 26.6 公尺 第三組	600cc 水火箭 22.5 公尺 第四組
創意 水火箭 55 公尺	創意 水火箭 棄權

 <p>創意</p> <p>600cc</p>	 <p>600cc</p> <p>創意</p>
600cc 水火箭 15.36 公尺 第五組	600cc 水火箭 9.95 公尺 第六組
創意 水火箭 44.9 公尺	創意 水火箭 65.75 公尺

202 班

 <p>600cc</p> <p>創意</p>	 <p>創意</p>
<p>600cc 水火箭 13.4 公尺 第一組</p> <p>創意 水火箭 60 公尺</p>	<p>600cc 水火箭 棄權 第二組</p> <p>創意 水火箭 14 公尺</p>

 <p>600cc</p> <p>創意</p>	 <p>600cc</p> <p>創意</p>
<p>600cc 水火箭 56.77 公尺 第三組</p> <p>創意 水火箭 20 公尺</p>	<p>600cc 水火箭 43 公尺 第四組</p> <p>創意 水火箭 60.5 公尺</p>

 <p>600cc</p> <p>創意</p>	 <p>創意</p> <p>600cc</p>
<p>600cc 水火箭 70 公尺 第五組</p> <p>創意 水火箭 90.1 公尺</p>	<p>600cc 水火箭 29.5 公尺 第六組</p> <p>創意 水火箭 中途損壞</p>

203 班

<p>600cc 水火箭 59.06 公尺 第一組 創意 水火箭 53.3 公尺</p>	<p>600cc 水火箭 31.6 公尺 第二組 創意 水火箭 25 公尺</p>

<p>600cc 水火箭 61.86 公尺 第三組 創意 水火箭 41.19 公尺</p>	<p>600cc 水火箭 6 公尺 第四組 創意 水火箭 33.5 公尺</p>

<p>600cc 水火箭 10 公尺 第五組 創意 水火箭 棄權</p>	<p>600cc 水火箭 67.59 公尺 第六組 創意 水火箭 28.73 公尺</p>

附錄八

水火箭相關資料參考



水火箭相關資料參考

一、水火箭製作準備材料

1. 水火箭頭

可利用海綿、泡綿板或其他材料製作，或是工藝材料店購買現成水火箭頭使用。作用是避免發射時造成危險，及減低落下時的衝力，造成水火箭的損壞。

2. 水火箭瓶身

可利用耐壓的保特瓶，礦泉水瓶於加壓時較容易造成爆裂。

3. 水火箭尾翼

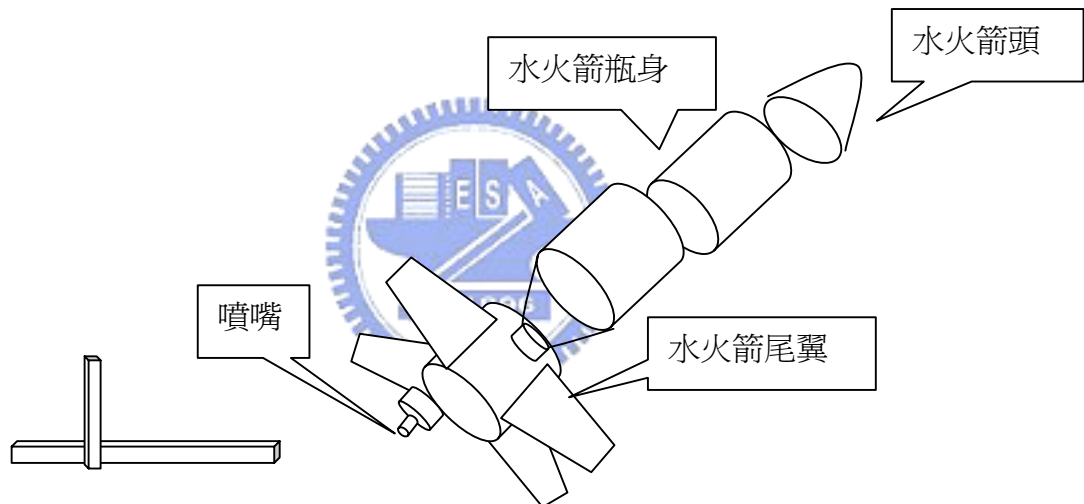
可利用保特瓶、牛奶盒紙片、PP板、泡綿板等材料。

4. 噴嘴

噴嘴可向工藝材料店購買，或使用軟木塞+球針為代替品。

5. 發射架

6. 打氣筒



二、製作方式

水火箭製作流程在網路上有很多網站都有詳細的介紹，如：

1. 水火箭完全攻略網：<http://aro.idv.tw/>
2. 水火箭DIY全記錄：<http://www.sonking.com.tw/page28.htm>
3. 孩子王的保特瓶世界：<http://www.sonking.com.tw/>
4. 水火箭：http://hk.geocities.com/science_valley/play1.htm

三、相關物理原理

1. 水火箭瓶內的裝水量

瓶內水量約為壓力槽容積的 1/4 至 1/3(施能木 民 89)，待實際發射飛行後再酌量增減。

2. 水火箭瓶內壓力的大小

利用打氣筒將空氣灌入瓶內，灌入的空氣愈多，瓶內的壓力愈大， $P=F/A$ (P 為壓力， F 為作用力， A 為面積)，瓶內的面積不變，則壓力愈大，作用

力愈大。照理說應該打入愈多氣體愈好，壓力愈大，但是由於保特瓶的耐壓力有限，所以當壓力過大時，瓶身就會產生爆裂的情形。

3. 水火箭發射角度

發射角度約 45~60 度之間，理論上來說 45 度是飛得最遠，但是實際上必須視水火箭的設計和飛行結果再進行調整。

若水動力火箭以初速 V_0 及 θ 角射出，則：

$$V_{0x} = V_0 \cos \theta \quad (V_{0x} \text{ 為水平初速})$$

$$R = V_{0x} T \quad (T \text{ 為水動力火箭在空中逗留的時間，} R \text{ 為水平射程})$$

水動力火箭飛至最高點的時間 $t = V_0 \sin \theta / g$ ，由於上升至最高點的時間與由最高點下降至發射點等高點處所需的時間相等，故 $T = 2t$

$$T = 2t = 2V_0 \sin \theta / g \quad (g \text{ 為地心引力常數} = 9.8 \text{ m/sec}^2)$$

$$R = V_{0x} T = V_{0x} 2V_0 \sin \theta / g = 2V_0^2 \sin \theta \cos \theta / g = V_0^2 \sin 2\theta / g$$

由此可知，最大水平射程的條件有二：

1. 為 V_0 要大
2. 為 $\theta = 45$ 度

$$R = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

資料來源：陳義勳教授網站 <http://mail1.tmtc.edu.tw/~shin/>

4. 水火箭尾翼的作用

尾翼的作用在於推持水火箭飛行的方向。

5. 水火箭噴嘴的作用

瓶內的壓力會將水擠出，直到瓶內外的氣壓相等為止，依「白努力定理」，流體連續流動時，當流體通過狹窄壓縮區域，其流速會增加，所以當我們適當的利用噴嘴縮小瓶口，就可增加瓶內水噴出的速度。依動量守衡定律， $M_1 V_1 = M_2 V_2$ ，當水噴出的速度愈快時，水火箭前進的速度愈快。

原理：利用動量不滅原理

M整體的質量.

m水的質量

(Δm)瞬間噴嘴噴水之質量

→水動力火箭與噴嘴噴水之速度

V

→ 由噴嘴噴出水之速度

v

依動量不滅定律

$$(\Delta m) \xrightarrow{v} = (M - (\Delta m)) \xrightarrow{V}$$

資料來源：陳義勳教授網站 <http://mail1.tmtc.edu.tw/~shin/>

6. 水火箭發射升空的科學原理

利用牛頓第三運動定律：作用力等於反作用力的原理來解釋水火箭升空的原因，即「當水受到壓力作用而噴出時，其便會承受水火箭機身的一股作用力，然而此時水分子會產生一反作用力來推動水火箭前進，促使其機身順利升空」(施能木 民 89)。

7. 水火箭呈拋物線飛行的原理

當水火箭噴出水流的反作用力大於水火箭所受的重力時，水火箭會依著發射的角度持續飛行，但由於受到重力和空氣阻力的影響，使得水火箭呈拋物線飛行。

參考資料：

1. 施能木(民 89)。談「自然與科技」教學的落實—以保特瓶水火箭的製作為例。國教之聲，33，p12-22。
2. 陳義勳教授網站 <http://mail1.tmtc.edu.tw/~shin/>

