

彰化縣 113 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選
作品說明書（封面）

作品編號：

	☐ 數學類
☒ 國小組	
組別：	☒ 自然、科技類
☐ 國中組	
	☐ 人文社會類

作品名稱：浩然之氣-空氣槍的研究

第一階段 研究訓練階段（由教師撰寫）

一、近二年學校獨立研究課程之規劃

本校獨立研究課程分為三年級「研究技巧訓練」與四至六年級「獨立研究實作」兩大部分，前者訓練研究技巧，如資訊運用、資料蒐集與整理，以及認識研究方法；後者採混齡編組，高年級在決定題目後招募四年級組員，研究過程中亦會根據主題搭配校外學習。

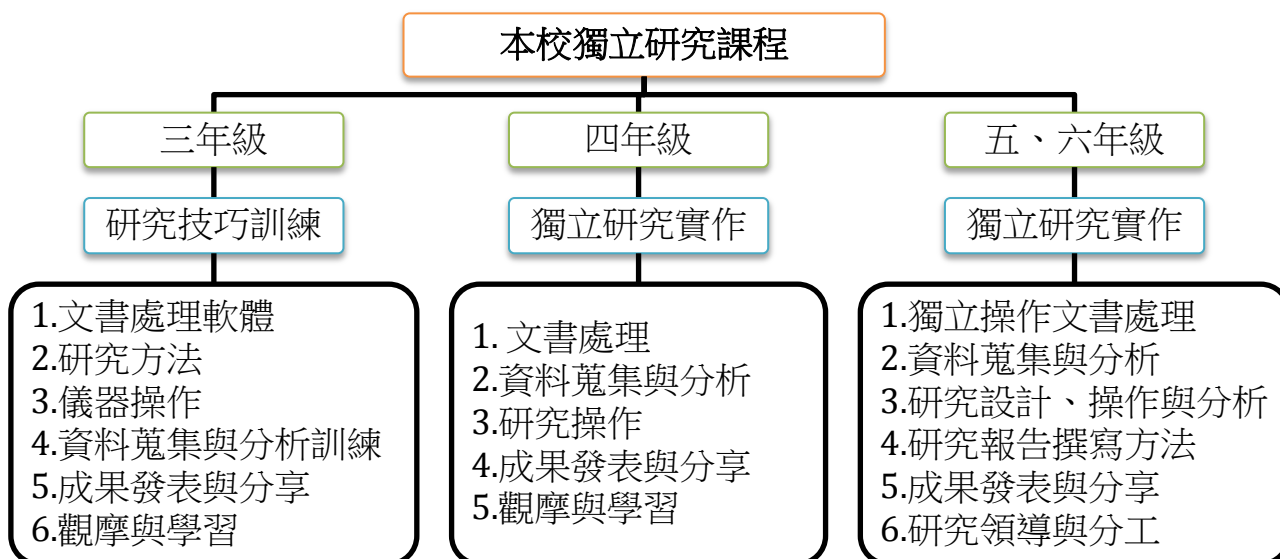
獨立研究課程欲培養之核心素養為：

1. 系統思考與解決問題：具備問題理解、思辨分析、推理批判的系統思考與後設思考素養，並能行動與反思，以有效解決生活問題。
2. 符號運用與溝通表達：具備理解及使用語言、文字、數理等各種符號進行表達與互動，並應用在日常生活上。
3. 人際關係與團隊合作：能與他人建立良好的互動關係，並發展與人溝通協調、包容異己等素養。

根據核心素養，期許學生建立之學習表現包括：

1. 承接問題，考量相關因素，適時與他人共同合作，規劃問題解決的步驟，並嘗試解決，獲得成果。
2. 根據研究問題、資源，規劃研究計畫並依進度執行。
3. 從得到的資訊或數據，提出研究結果與發現。
4. 認識研究工具種類及用途，並依據研究主題挑選適合研究工具。
5. 透過教師引導或檢核表，對研究過程及結果進行自我評鑑。
6. 能了解自變項、應變項並預測改變時可能的影響和進行適當次數測試的意義。
7. 能利用簡單形式的口語、文字、影像（例如：攝影、錄影）、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。

二、學校如何提供該生獨立研究訓練



- (一)三年級：設計與學科相關的課程以拓展其知識基礎，每週安排兩節研究技巧訓練，讓學生學習文書處理、資料蒐集與整理方法、圖書館運用、觀察與做筆記、晤談方法，並在老師指導下實際認識各種研究方法。在充實活動中，提供一般探索機會，搭配如數位相機、顯微鏡、簡單科學實驗技術等的操作練習。安排展覽參訪，讓學生能找出研究興趣並觀摩優秀作品。
- (二)四年級：在學科加深加廣方面與三年級相同，但進入此階段，學生已開始針對有興趣的主題進行研究，而非單純蒐集資料。每週兩節課的獨立研究課程，四年級資優生主要擔任研究協助者，配合學長姐的引導，協助研究觀察與記錄工作，對於了解實際研究歷程與重點事項，是很重要的訓練。
- (三)高年級：每週進行兩節課的獨立研究課程，實際進行研究，在教師協助下，完成「訂定主題」、「擬定工作進度與分配」、「擬定研究問題」、「蒐集資料與整理」、「尋求資源」、「實際研究與記錄」、「研究討論與發現」、「撰寫書面報告與分享」之流程。在此階段，教師會依據學生能力，逐漸減少介入，引導討論與技術指導，掌握學生計畫安排與實際進度是否得宜，並在學生完成報告時協助修改。

第二階段 獨立研究階段（由學生撰寫）

壹、研究動機

我們有一位組員參加了 112 年國立科學工藝博物館舉辦的氣動狙擊槍營隊，在營隊中做了一把空氣槍。空氣槍的材料是；水管、打氣筒和球閥，它可以射出空氣來移動物體，所以我們想探究它射出的物體，最多能使小車移動多遠，實驗中，我們探究了氣壓大小、槍口與標靶的距離等。

貳、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

1. 研究問題

- (1) 氣壓大小是否會影響空氣槍的威力？
- (2) 槍口和標靶的距離是否會影響空氣槍的威力？
- (3) 子彈距離是否會影響空氣槍的威力？
- (4) 子彈種類是否會影響空氣槍的威力？

2. 工作進度表

日期	2	3	4	5	6	7	8
討論研究主題	○	○					
蒐集資料		○	○				
決定射擊目標並製作			○				
實測空氣槍			○				
討論研究方向			○				
實驗準備				○			
進行實驗				○	○	○	
整理資料與實驗數據					○		○
撰寫書面報告					○	○	○

參、彙整相關文獻

一、水管空氣槍的材料與做法

水管空氣槍如其名，材料全部是PVC水管，動力來源則是手持式簡易打氣筒。全部材料如下圖 3-1 所示：



圖 3-1：水管空氣槍的材料

實驗中所使用的空氣槍是在營隊中就已經製作完成，但網路上還是有詳細製作步驟的教學影片，我們將步驟截圖如下圖 3-2：





圖 3-2：水管空氣槍的製作步驟

二、空氣槍的原理：空氣槍是利用空氣的可壓縮性所製成，密封的空氣經過壓縮，會形成一股回復成原來體積的衝力，在水管中放置如毛球或紙球的小物體，這股衝力就會把子彈推出去。

肆、資料分析

一、 檢驗空氣槍強度的方式：

我們用樂高積木做了一台最簡單的小車，車尾裝上一片稱為「擋板」的結構，子彈打在擋板上，會將小車推出，本研究根據小車移動距離來檢驗空氣槍的強度，如下圖 4-1。

二、 實驗場地說明：

如下圖 4-2，為了降低摩擦力的影響，小車在鐵板上行走。右側的紙箱是槍托，紙箱的左側挖了一個洞，卡住槍口，固定空氣槍位置，右側用木塊墊高，使空氣槍維持水平。

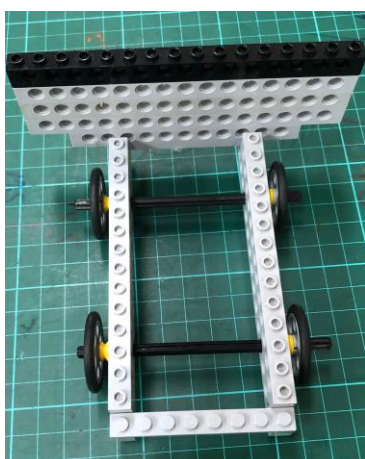


圖 4-1：

檢驗空氣槍強度的小車



圖 4-2：實驗場地

三、 實驗操作與數據記錄方式：

實驗時將小車放置在固定的位置，在子彈發射後用捲尺測量它移動的距離，距離越長表示威力越大。

四、 實驗設計

實驗一：氣壓大小對空氣槍強度的影響

操作變因：氣壓大小(打氣 1、2、3、4 下)

控制變因：槍口與標的距離(2cm)、子彈距離(5.5cm)、

子彈種類(毛球)

實驗二：槍口與標的距離對空氣槍威力的影響

操作變因：槍口距離標的距離(10、11、12、13、14cm)

控制變因：氣壓大小(4下)、子彈距離(5.5cm)、

子彈種類(毛球)

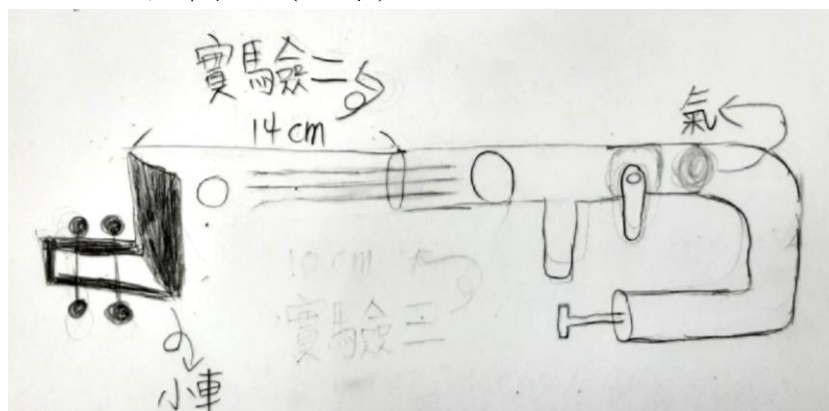


圖 4-3：槍口與標的距離的示意圖

實驗三：子彈距離標的對空氣槍威力的影響

操作變因：子彈距離標的(6、7、8、9、10cm)

控制變因：子彈種類(毛球)、氣壓大小(4下)、

槍口與標的距離(2cm)

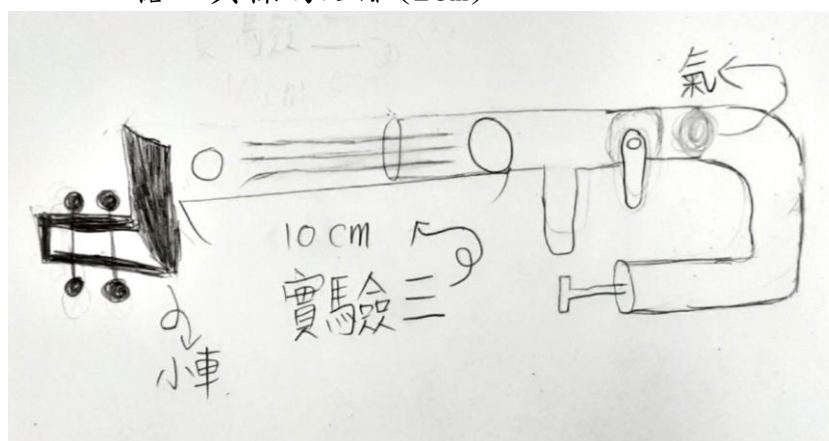


圖 4-4：子彈與標的距離的示意圖

實驗四：子彈種類對空槍的威力

操作變因：子彈種類(毛球、紙團、輕黏土、紙黏土、
輕黏土包小鋼珠、)

控制變因：氣壓大小(4 下)、槍口與標的距離(2cm)、
子彈距離(5.5cm)

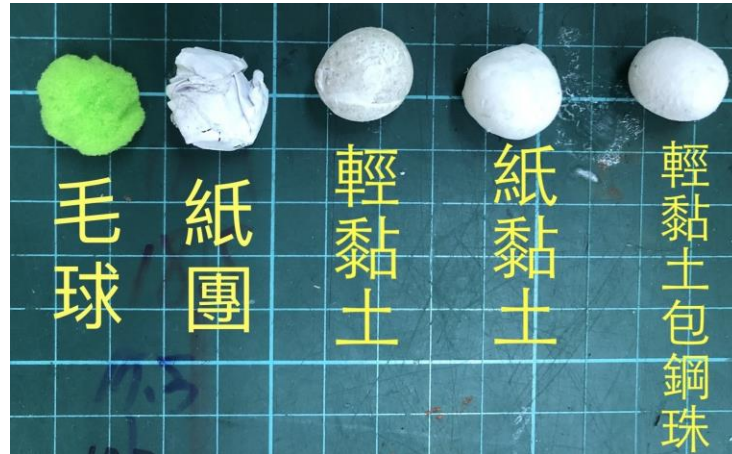


圖 4-5：實驗中使用的子彈種類

伍、研究結果與討論

實驗一：氣壓大小對空氣槍強度的影響

表 5-1：標的被不同氣壓大小的子彈打到時的移動距離表

打氣次數(次)	1	2	3	4
小車移動距離(公分)				
1	4	4.2	4.7	
2	4	4.5	4.6	
3	3	4.6	7	
4	4	4.4	5.5	
5	5	4.1	5	
平均	4	4.36	5.36	

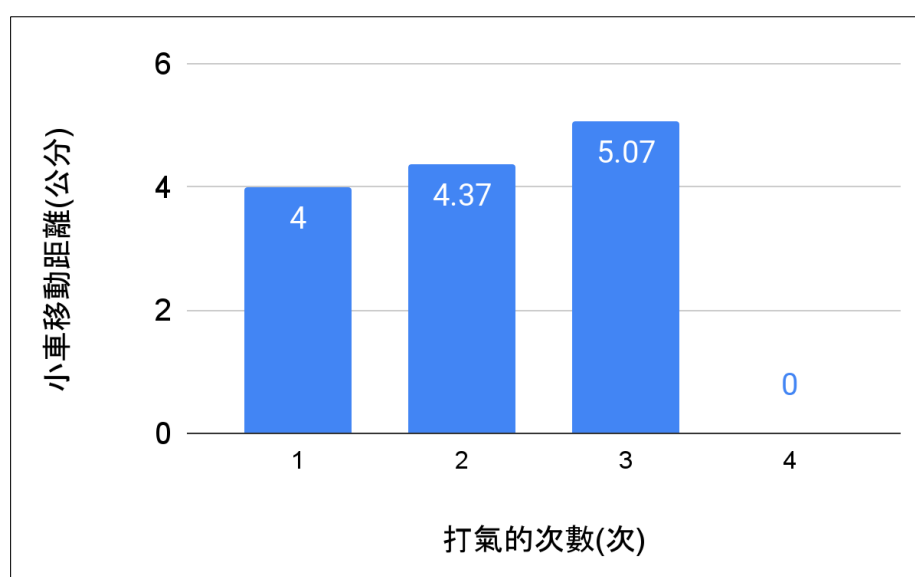


圖 5-1：不同氣壓時小車的移動距離結果長條圖

討論：

1. 根據圖 5-1，當氣壓越大，小車距離就越遠。
2. 一開始測試時，檔板放在在車頭，所以子彈打到檔板後，車子就會往前翹並稍微彈回來。
3. 當打氣筒打 4 下，子彈打到檔板上，車子直接往前翻，後面的實驗就把檔板改到車尾，但因力道還是太強，打四下時擋板還是會飛出去，所以打四下最後沒有實驗。

實驗二：槍口與標的距離對空氣槍威力的影響

表 5-2：不同距離的標的被子彈打到時的移動距離表

槍口與標的距離(公分)	11	12	13	14	15
小車移動距離(公分)					
1	18	15.7	53.2	20.5	33.7
2	17.9	30	60	37.1	16
3	17	33	47	29.2	37.8
4	18.1	45.1	32	46.9	23.6
5	22	31.2	71.9	29.6	32.2
平均	18.6	31	52.82	32.66	28.66

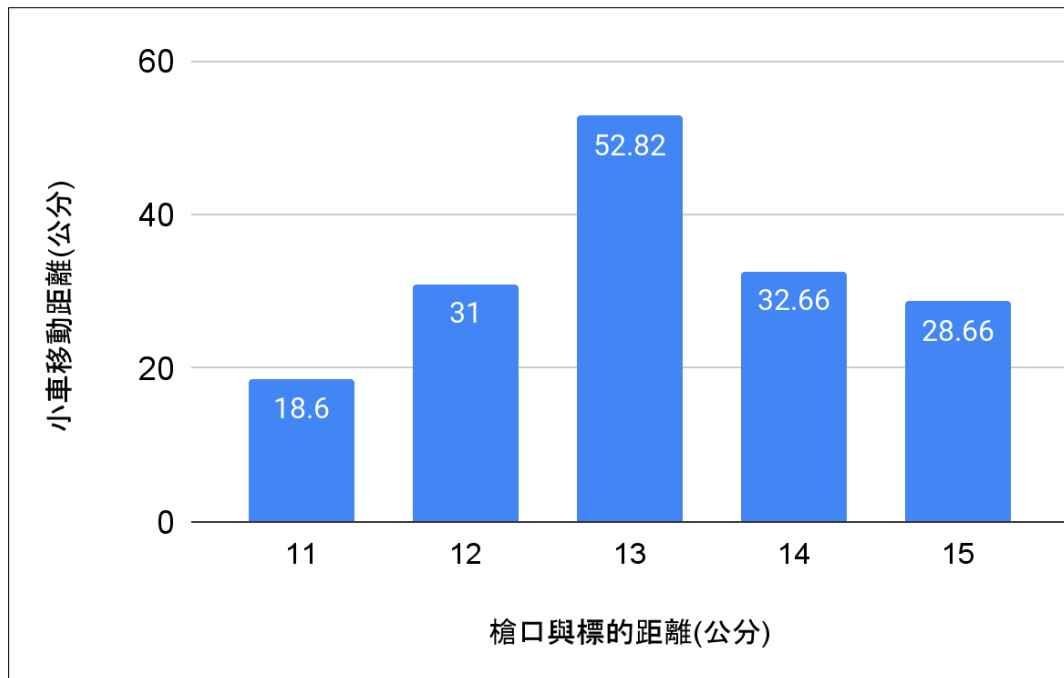


圖 5-2：不同槍口距離時小車的移動距離結果長條圖

討論：

1. 根據圖 5-2，車子和槍口的距離，會影響小車的移動距離，代表子彈的位置會影響強度，當子彈距離槍口 13 公分時，空氣槍的威力是最強的，讓小車平均移動了 53.4 公分。
2. 槍口與標的距離，13 公分最好，比它長或短都不好。

實驗三：子彈距離對空氣槍威力的影響

表 5-3：標的被不同距離的子彈打到時的移動距離表

子彈和標的的距離(公分)	6	7	8	9	10
小車移動距離(公分)					
1	39	35.4	14	33	22
2	77	22.8	28.2	37.1	16
3	62.4	37.5	54.6	30	50
4	77.3	43	59	29	21.6
5	48	60.1	53	30.5	31.2
平均	60.74	39.76	41.76	31.92	28.16

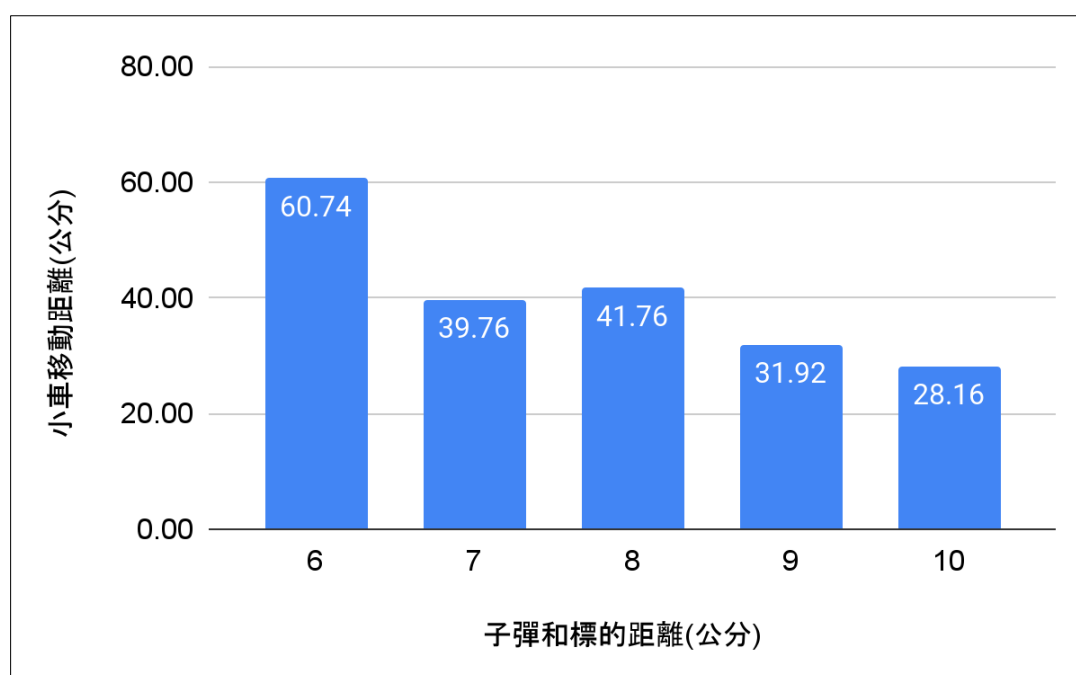


圖 5-3：不同子彈距離時小車的移動距離結果長條圖

討論：

1. 根據圖 5-3，子彈和槍口的距離會影響強度，距離越近，強度越強。
2. 一開始我們覺得子彈離槍口越遠，小車移動的距離越遠，因為空氣會比較早碰到子彈，但是結果和我們預測的相反，距離槍口越近，小車移動的距離反而越遠

實驗四：子彈種類對空氣槍威力的影響

表 5-4：標的被不同子彈打到時的移動距離表

子彈種類 小車移動距離(公分)	毛球	紙團	輕黏土	紙黏土	輕黏土 +鋼珠
1	11.2	25.6	53.9	47.2	
2	9.2	16.6	45.8	16.1	
3	2	26.2	62.1	49.6	
4	10.1	27.9	38.2	51.4	
5	20	32.9	72.4	82.3	
平均	10.17	26.57	53.93	49.40	0

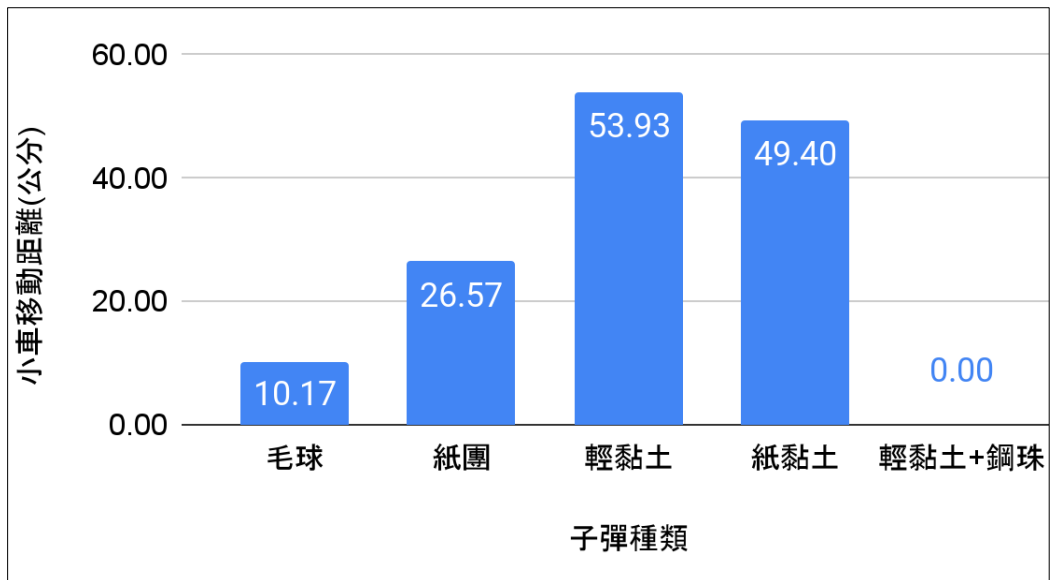


圖 5-4：不同子彈種類時小車的移動距離結果長條圖

討論：

1. 當子彈改成紙黏土，發射後，因為擋板是樂高做成的，中間有很多接縫，子彈打到擋板上，擋板總是脫落，所以在接縫處加上熱熔膠。
2. 為了避免危險，再利用鋼珠當子彈時，我們用的是 5mm 的小鋼珠，且在外包裹一層輕黏土，但是強度還是太大，當子彈打在檔板上，擋板容易爆裂，不管黏幾次熱熔膠，都無法解決這個問題，可見危險性還是很大，所以這一組就沒有實驗了。

結論：

1. 氣壓大小會影響空氣槍的威力，氣壓越大，威力越強。
2. 槍口和標的的距離會影響空氣槍的威力，13 公分最好，比它長或短效果都不太好。
3. 子彈距離會影響空氣槍的威力，離槍口越近，威力越強。
4. 子彈種類會影響空氣槍的威力，較重物體威力很強，但也具有一定的危險性。

陸、評鑑與檢討：上述每一階段的省思與收穫

一開始原本要做吹線吸管，這是將空氣吹進吸管，裡面的線就會轉動的玩具，但是線打的結會一直卡到吸管，很難成功所以就放棄了，幸好有一位組員常參加校外營隊，改變研究題目不難，很快就決定要研究空氣槍，也因為已有現成器材，不需要再花時間去做。

空氣槍是用小型的打氣筒打氣，再拉空氣閥讓空氣噴出來推動小車，我們發現實驗時，是否有將空氣閥拉桿拉到底，以及每個人拉桿的速度，都有可能影響子彈的威力，所以我們決定統一快速拉到底，使誤差減少。

除了空氣槍，實驗器材還有小車和子彈，打擊的目標一開始定為紙杯，因為紙杯不太會移動，很難觀察移動距離；我們也用過裝水果的塑膠盒，但是它會歪掉，經過測試，目標改為觀察子彈打到小車，測量它移動的距離。

剛開始小車的檔板裝在靠前面的地方，當子彈打到檔板，車子就會稍微往前翹並且滑回來，大家才發現這樣裝是有問題的，因為力量往前，車子會向前傾斜，裝在後方才能靠車體抵銷傾斜的力。還有，一開始水管槍只是簡單的放置在地上，小車也是隨意擺放，測量時需要將槍移開，移回來時沒有放好，當射出的子彈打到小車，它就會偏離軌道。老師問我們，如何確定槍的位置是固定的？大家討論之後才拿了一個裝水果的大紙盒，讓空氣槍不會滑來滑去，並且在軌道上標記位置，好讓小車容易被瞄準，並固定小車位置。

有一個實驗要探究不同材料的子彈強度，有一位同學想用大顆鋼珠來測試，但老師說太危險了，只能接受較安全的子彈，所以就輕黏土包住 5mm 的小鋼珠，不過還是太強，擋板一直掉下來只好放棄。其中還要做黏土，黏土又難搓成圓球，使實驗速度變慢了。

在實驗中，紀錄數據、畫圖表跟分析頓我們而言都很簡單，但有一些觀察到的事情，或者是實驗中的調整常常被忽略，總是沒有記錄下來，導致討論不知道要寫什麼，這是我們之後應該要改進的地方。

柒、參考資料

1. 空氣槍的製作方式。取自

https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=kf377Z1kY_Q

2. 空氣槍的原理。取自

<https://scigame.ntcu.edu.tw/air/air-009.html>