

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 化學科

第三名

最佳創意獎

080216

「沙」了鼻涕蟲

—沙士與醣對鼻涕蟲交聯作用之研究

學校名稱：國立臺中教育大學附設實驗國民小學

作者： 小六 陳勇安 小六 游博勻 小六 楊芸蓁 小六 林禹宏	指導老師： 黃尚偉
---	--------------

關鍵詞：鼻涕蟲、交聯作用

摘要

我們測試鼻涕蟲導電實驗，卻發現鼻涕蟲添加「加鹽沙士」會變軟黏！經過實驗得出下列結論：

1. 沙士鼻涕蟲變軟主因是糖水。「膠水添加單醣或雙醣溶液製作鼻涕蟲會變軟變黏」，命名為「軟黏效果」。主因是單醣（雙醣）代替膠水提供氫氧基與硼砂水的硼酸根離子結合。
2. 「和水結合會導致鼻涕蟲變軟不變黏」，命名為「稀膠狀態」！「膠水加水稀釋、長期泡水、加水加熱、糖水鼻涕蟲加少量水攪拌」都會產生稀膠狀態！主因是水讓膠水的氫氧基彼此距離變遠，但氫氧基數量不變。
3. 多醣加硼砂水加熱可取代膠水做成鼻涕蟲，主因是多醣為直鏈結構，加熱後分解出單醣（氫氧基），與硼酸根離子形成交聯作用。
4. 沙士鼻涕蟲可應用於吹泡泡、養鼻涕蟲、進行手繪電路。

壹、研究動機

記得四年級時，老師曾教過我們利用膠水與硼砂飽和水製作鼻涕蟲，我們覺得噁心又有趣！當我們六年級學到水溶液導電性後，我們想到鼻涕蟲濕濕黏黏的，是不是也能導電呢？經過測試，我們發現鼻涕蟲能導電讓超高亮 LED 燈發光！

我們測試「製作鼻涕蟲時添加各種飲料」，想增加鼻涕蟲導電效果，卻意外發現添加「加鹽沙士」的鼻涕蟲變的又軟又黏！另外我們發現專門用來放置實驗失敗的鼻涕蟲殘渣桶，底下也變成軟軟的黏液！原本熟悉的鼻涕蟲實驗，卻出現了很多匪夷所思的現象！激起我們的好奇心，想要找出使鼻涕蟲變軟的秘密！進而將研究的效果，應用在手繪電路上！

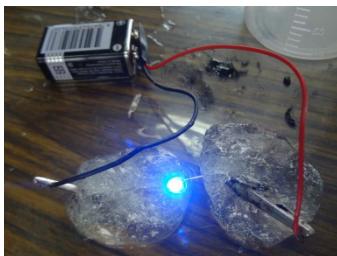


圖 1：鼻涕蟲的導電性讓 LED 燈發光

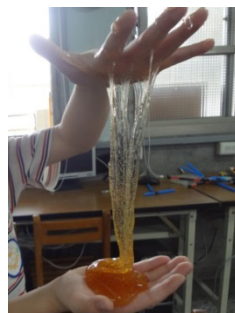


圖 2：添加加鹽沙士的鼻涕蟲變軟變黏

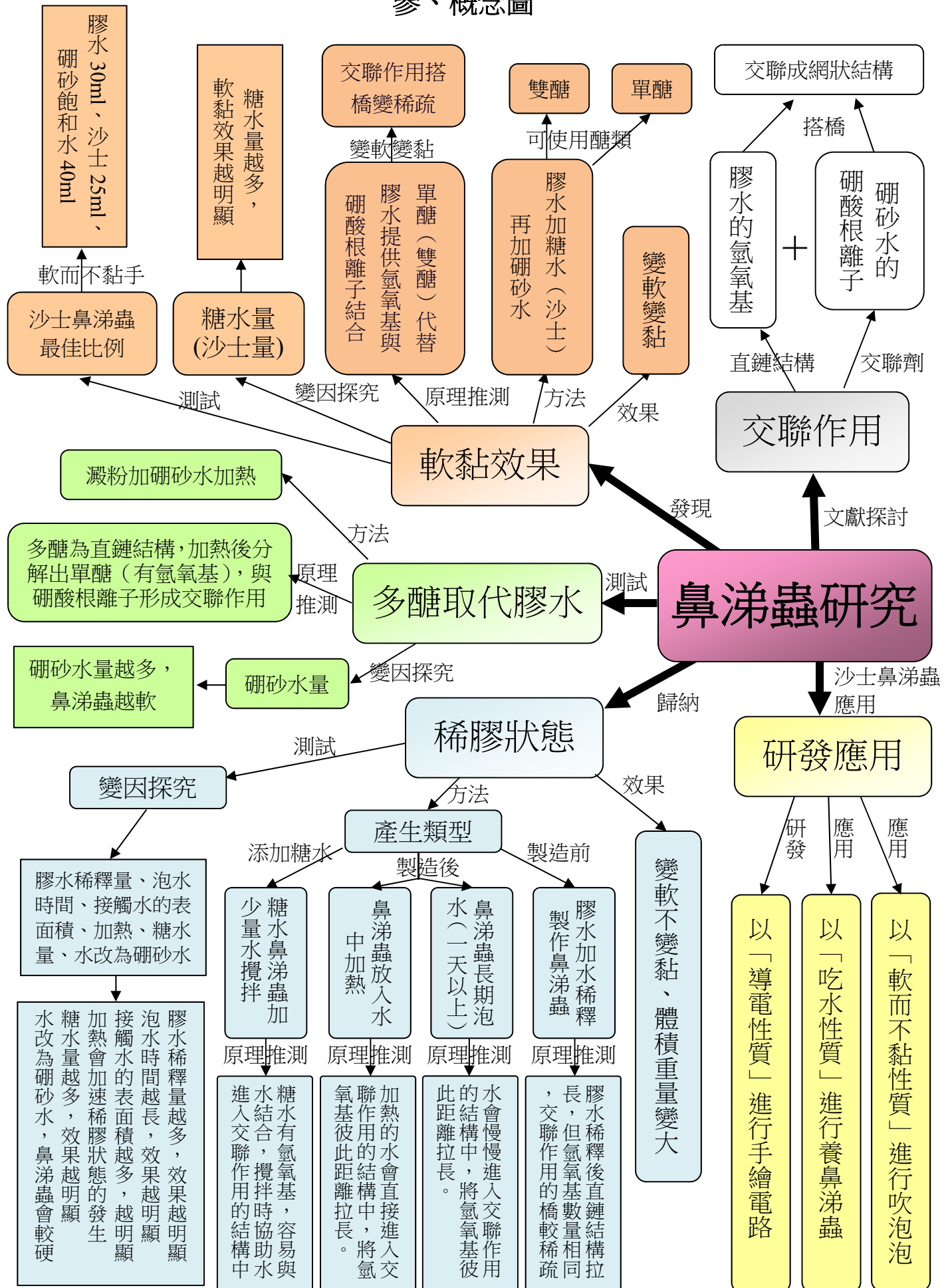


圖 3：殘渣桶底下的鼻涕蟲變成軟黏液

貳、研究目的

- 一、研究沙士鼻涕蟲變軟的原因。
- 二、研究殘渣桶鼻涕蟲變軟的原因。
- 三、研究沙士鼻涕蟲吃水的原因。
- 四、測試醣類對鼻涕蟲的效果。
- 五、研究沙士鼻涕蟲的應用。

參、概念圖



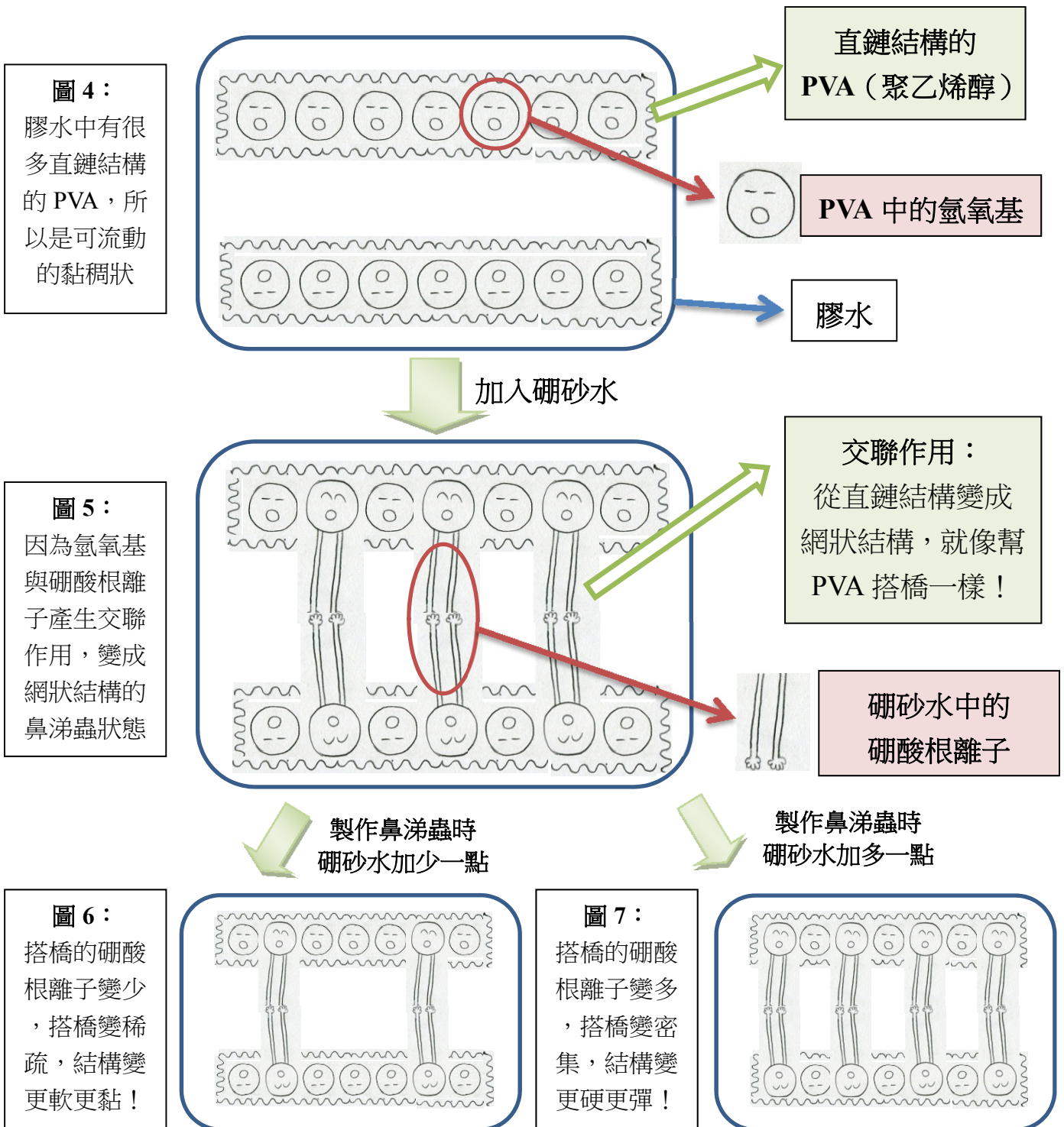
肆、研究流程圖



伍、文獻探討

一、交聯作用：

黏稠的膠水與硼砂水溶液，卻能結合成有黏性或彈性的鼻涕蟲，主要原因是「交聯作用」。我們閱讀的文獻提到「交聯作用 (Cross linking) 是指具有一定聚合度的線性高分子。在交聯劑的作用下形成新的鍵結，使得可溶性的高分子相互連接形成具有一定交聯密度的網狀結構。」膠水是由直鏈結構的 PVA (聚乙烯醇) 組成，硼砂溶於水後會產生硼酸根離子。硼酸根離子會與 PVA 中的氫氧基進行交聯作用。我們將複雜的結構簡化成下面的圖示來表達交聯作用。以便後來思考和討論鼻涕蟲產生的變化。



陸、實驗裝置設計

為了準確測量鼻涕蟲實驗產生的變化，我們決定製作「黏性、延性和展性」檢測工具。我們參考歷屆全國科展有關鼻涕蟲實驗的作品，分析各屆檢測裝置優缺點（見附件二）。學習歷屆作品優點，並將缺點加以改良，花了二個月設計與製作出我們的「黏性、延性和展性檢測工具」。為了測量鼻涕蟲吹泡泡的效果，我們研發出固定鼻涕蟲體積形狀的吹鼻涕蟲裝置（見附件三）。以下為我們改良歷屆檢測裝置的歸納：









裝置	歷屆作品缺點	歷屆作品優點	我們的改良
黏性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以人力放置螺帽，易有誤差。 2. 只能測整數倍螺帽的重量。 	<p>（44 屆優點）以瓶蓋固定鼻涕蟲體積形狀。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以電子樂高馬達啟動注水與停止。 2. 以注水負重測量減少水量。 3. (44 屆)以鋁罐底座固定體積形狀。 4. 以鼻涕蟲導電性質製作裝置。
延性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 體積形狀沒有固定。 2. 鼻涕蟲會黏住桌面，產生誤差。 3. 以手拉動檢測工具，易有誤差。 4. 兩端固定鼻涕蟲的方法易有誤差。 	<p>（53 屆優點）以吸管固定鼻涕蟲體積形狀。以吸管固定鼻涕蟲兩端。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. (53 屆)以粗吸管固定鼻涕蟲體積形狀 2. 將鼻涕蟲懸空拉長，避免接觸桌面 3. 以電子樂高馬達驅動代替人力 4. (53 屆) 以粗吸管固定鼻涕蟲兩端。 5. 將捲尺結合裝置，能馬上觀測長度
展性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 數方格紙格子，面積不準確。 2. 重物集中壓中間，重量不均勻。 3. 將重物拿走才測量半徑，鼻涕蟲可能回彈，導致形狀面積改變。 	<p>（44 屆優點）以瓶蓋固定鼻涕蟲體積形狀。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以電腦軟體計算方格紙面積。 2. 製作平台放置重物，下壓力量均勻分散 3. 製作中空平台，在重物下壓時，將鼻涕蟲覆蓋形狀描繪出來。 4. (44 屆)以塑膠盒固定體積形狀。

一、黏性檢測裝置

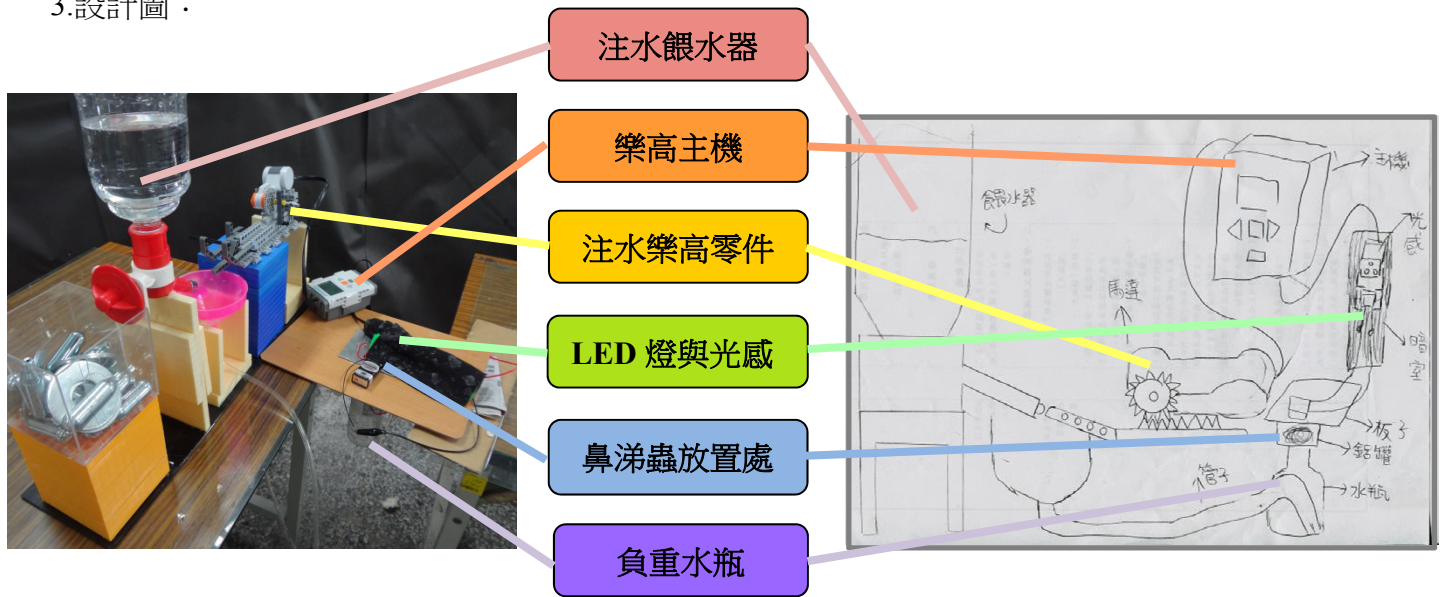
1. 以「**鼻涕蟲導電性質**」控制馬達自動停止注水：

			
我們發現 鼻涕蟲能導電讓 LED 燈發亮 ，便想運用在檢測工具上。	將鼻涕蟲放置於培養皿，黏在鋁板上，能成功讓 LED 燈發光。	將容器改用 鋁罐 ，藉由鋁罐和鼻涕蟲導電，導電效果更好。	當 鼻涕蟲黏不住分開或斷掉時，通路會斷電 ，導致 LED 燈熄滅 。
			
鋁罐下面黏寶特瓶和瓶蓋，接管子注水， 利用水重讓鼻涕蟲分開	LED 燈接 光感應器 ，燈熄滅時，光感通知樂高主機停止馬達注水	LED 燈和光感應器外面包上黑布，避免外界光源干擾	當鼻涕蟲黏不住或斷掉，樂高主機會自動停止注水。


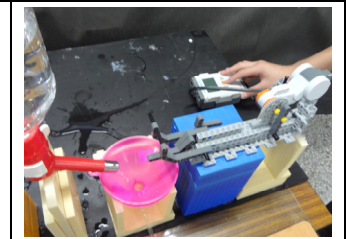


2. 以注水代替螺帽計重：

			
<p>我們想使用注水來計重，讓計算重量時更精確。</p>	<p>將水管插入瓶中，放置於瓶底，避免水流從高處而下產生衝擊力。</p>	<p>參考沖水馬桶，設計用拉線打開水閥，讓水能夠流下去。</p>	<p>設計以電子樂高馬達將繩子往上拉，以機器代替人力。</p>
			
<p>水閥裝置會一直漏水，最後放棄使用拉線打開活塞的方式。</p>	<p>想到使用寵物餵水器，推動鋼珠讓水流下來，用漏斗在下面接水。</p>	<p>利用樂高零件往前推動餵水器鋼珠會注水，當零件往後停止注水</p>	<p>LED 燈熄掉，馬達會讓樂高零件往後，產生自動停止注水的效果</p>

3.設計圖：


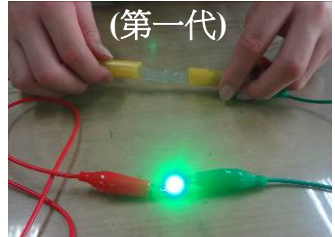


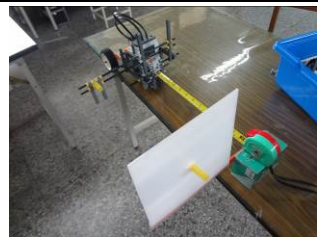
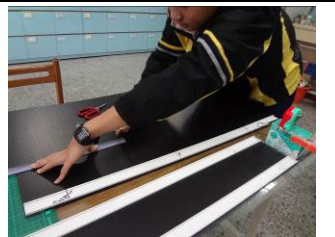




4.使用步驟：

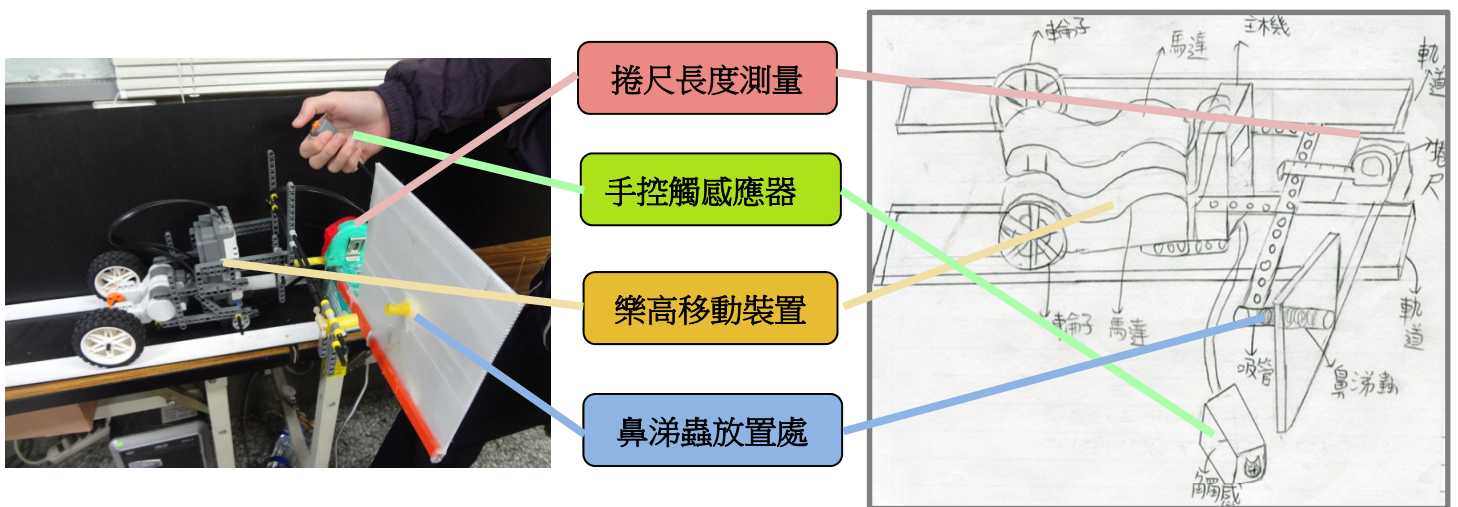
			
<p>鋁罐填滿鼻涕蟲，裝上寶特瓶，黏貼在鋁板上，讓 LED 燈發亮</p>	<p>啟動樂高主機，讓零件往後，使餵水器注水，透過漏斗流至寶特瓶</p>	<p>當鼻涕蟲黏性撐不住寶特瓶水重，而分開或斷裂，使 LED 燈熄滅</p>	<p>樂高主機讓餵水器停止注水。紀錄減少的水量，做三次求平均。</p>

二、延性檢測裝置


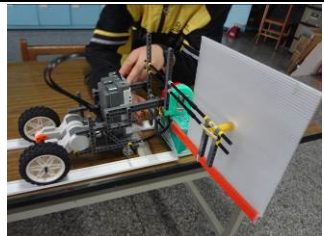
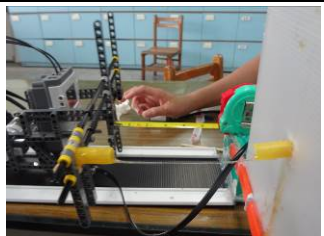

1. 以電子樂高馬達拉動鼻涕蟲，並將鼻涕蟲懸空拉長，避免黏桌誤差：

	 (第一代)		
我們學習 53 屆作品點子，用兩根粗吸管填滿鼻涕蟲，固定體積形狀	利用鼻涕蟲導電性質，測試拉開後 LED 燈發亮，斷掉則熄滅。	利用樂高零件製作移動裝置，能把鼻涕蟲拉開。取代人力的誤差。	利用塑膠瓦楞板將鼻涕蟲架高懸空，避免鼻涕蟲黏桌造成誤差。
			 (第二代)
掛上捲尺，當主機移動可自動測量長度。	製作軌道，讓樂高主機移動時能夠走直線。	鼻涕蟲拉太長 LED 燈會不亮，但鼻涕蟲還沒斷！放棄導電點子！	改以目測，當鼻涕蟲斷掉，以觸感應器將樂高主機停下來記錄長度。

2.設計圖：

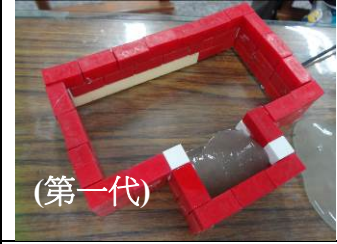

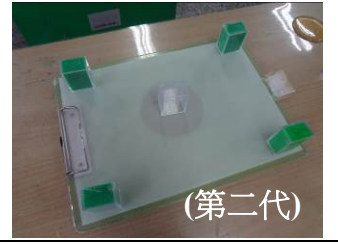


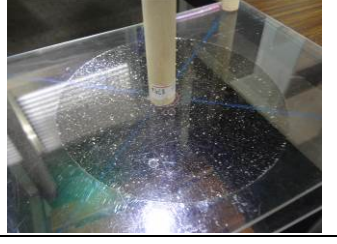
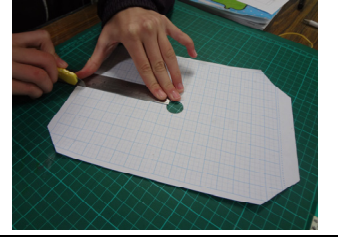



3.使用步驟：

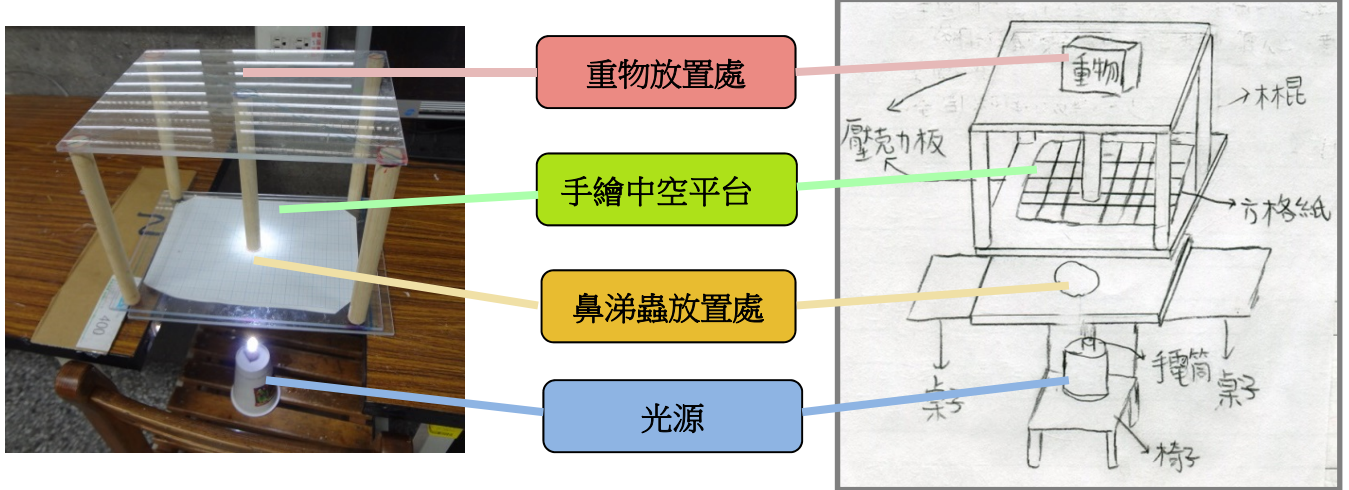
			
將兩截連接的粗吸管塞滿鼻涕蟲，一截固定，另一截在主機上	啟動樂高主機，讓主機移動，拉動一截粗吸管，將鼻涕蟲拉長。	當主機走越遠，會將鼻涕蟲越拉越長，同時帶動捲尺拉長。	鼻涕蟲斷掉時按下觸感停止主機移動。記錄長度。做三次求平均

三、展性檢測裝置

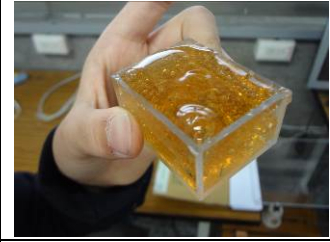
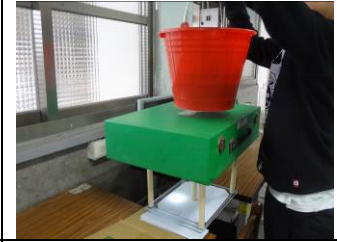
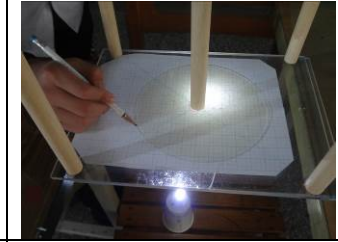

1. 製作中空平台分散重力，並可同時用手描繪形狀：

 <p>(第一代)</p>		 <p>(第二代)</p>	
<p>我們想讓壓扁的鼻涕蟲往同一個方向擴散，所以做成凸字形狀</p>	<p>凸字形狀上方壓重物，但會不平衡傾斜。我們決定放棄凸字形狀。</p>	<p>均勻壓重物很重要！我們想到使用平台和五根柱子分散重量。</p>	<p>重物放上去看不到鼻涕蟲壓出形狀，拿掉重物鼻涕蟲會彈回變形。</p>
 <p>(第三代)</p>			
<p>我們利用壓克力板和木棍製作中空平台，上方放重物，中間描形狀</p>	<p>因為平台能分散重量，鼻涕蟲能被均勻的壓扁，能看出壓扁形狀。</p>	<p>將方格紙中間割洞，就能夠放進中空的平台中。</p>	<p>方格紙太厚，下方用手電筒打光能看到鼻涕蟲壓扁形狀，用手描繪</p>

2.設計圖：



3.使用步驟：

			
<p>將鼻涕蟲裝滿體積為12cm³長方體盒子，倒在底座壓克力板中間。</p> <p>將中空平台放在鼻涕蟲和底座壓克力板上，並放上5公斤重物。</p> <p>放入方格紙，等待十秒後，以筆描繪出鼻涕蟲壓扁的形狀。</p> <p>掃描方格紙，以電子顯微鏡軟體*計算鼻涕蟲面積，做三次求平均。</p>			

(註*：電子顯微鏡軟體為「Motic Images Plus 2.0」)

柒、研究過程及結果

第一部分、沙士鼻涕蟲變軟的秘密：

我們意外發現**膠水添加黑松加鹽沙士**，做出來的鼻涕蟲居然會變軟變黏！我們很好奇究竟是什麼原因造成沙士鼻涕蟲像黏液一樣，我們決定嘗試找出**沙士鼻涕蟲形成的原因**。

實驗一、沙士品牌與汽水種類的比較


(一)、研究原因：

沙士分成很多品牌，除了黑松加鹽沙士，**其他品牌沙士和其他種類汽水**是否也能產生變軟變黏效果呢？

(二)、研究方法：

1. 購賣市面上所有沙士的品牌（六種），並挑選其他有代表性的汽水種類（七種）。
2. 在 30ml 膠水中加入 30ml 沙士，攪拌均勻後，加入 30ml 硼砂飽和水，製作出沙士鼻涕蟲。更換沙士品牌與汽水種類重複製作出鼻涕蟲。
3. 比較成分、成形效果、觸感、黏性、吹泡泡效果，進行紀錄。

(三)、沙士品牌與汽水種類比較（詳見原始記錄）：

沙士品牌	黑松	黑松加鹽	金車	金車麥根	維他露加鹽	台糖加鹽
鼻涕蟲成形	是	是	是	是	是	是*
觸感	稍黏	很黏	不黏	不黏	很黏	很黏
吹泡泡大小						

汽水種類	百事可樂	可口可樂	雪碧	CClemon	蘋果西打	黑松汽水	奧利多水	維他露 P
鼻涕蟲成形	是	是	是*	是	是	是	是	是*
觸感	超黏	很黏	超黏	稍黏	稍黏	不黏	不黏	超黏
吹泡泡大小	3/4 手掌大	8/9 手掌大	1.5 手掌大	1.5 手掌大	1 手掌大	1/4 手掌大	1/2 手掌大	1/8 手掌大

(註*：台糖加鹽、雪碧與維他露 P 加 30ml 硼砂飽和水無法成形，但加 60ml 硼砂飽和水就可成形。)

(四)、研究結果：

1. **各種沙士品牌與汽水種類都能讓鼻涕蟲產生變軟變黏**的效果。
2. 我們決定使用**黑松沙士**作為之後研究的品牌，因為吹出來的泡泡最大。
3. 我們將「**添加沙士(汽水)做出的鼻涕蟲，會產生變軟變黏的效果**」命名為「**軟黏效果**」！
4. 台糖加鹽沙士、雪碧與維他露 P 加入 30ml 硼砂飽和水無法成形，但加入 60ml 硼砂飽和水鼻涕蟲會成形，並產生「軟黏效果」。因此只要硼砂飽和水加夠多，沙士(汽水)都能形成鼻涕蟲和「軟黏效果」。
5. 各種沙士共同成分為「**碳酸水、砂糖、果糖、檸檬酸、鹽**」，我們猜測其中某種成分造成「軟黏效果」。



圖 8: 購買市面上各種品牌的沙士做實驗



圖 9: 添加沙士製作的鼻涕蟲會變軟變黏



圖 10: 用各種汽水製作鼻涕蟲也會變軟變黏



圖 11: 以自製吹泡泡裝置測試鼻涕蟲吹泡泡效果

實驗二、沙士量對沙士鼻涕蟲的影響

(一)、研究原因：

我們發現添加沙士會讓鼻涕蟲產生「軟黏效果」，我們想測試沙士量對製作鼻涕蟲的影響，並嘗試找到製作沙士鼻涕蟲的最佳比例。

(二)、研究方法

1. 在 60ml 膠水中分別加入不同量的黑松沙士 (0、20、40、60、80、100ml)，攪拌均勻後，再加入 60ml 硼砂飽和水，製作出不同沙士量的沙士鼻涕蟲。
2. 檢測各種鼻涕蟲的「黏性、延性、展性」(測三次求平均) 與吹泡泡效果，進行紀錄。
3. 調整膠水、沙士和硼砂飽和水的量，嘗試找到製作沙士鼻涕蟲的最佳比例(見原始記錄)。

(三)、不同沙士量比較圖表

	0ml	20ml	40ml	60ml	80ml	100ml
黏性	黏不住	140.0ml	185.0ml	123.3ml	太軟撐不住	太軟撐不住
延性	0 cm	0.9 cm	1.6 cm	55.9 cm	17.2 cm	太稀無法做
展性	37.3 cm ²	51.5 cm ²	116.2 cm ²	154.4 cm ²	185.6 cm ²	太稀無法做
觸感	不黏、硬脆	稍黏、很硬	稍黏、較硬	稍黏、很軟	黏、水狀	水狀、黏液
成品照片						
吹泡泡效果	太硬 無法吹泡泡	太硬 無法吹泡泡				太稀 無法吹泡泡

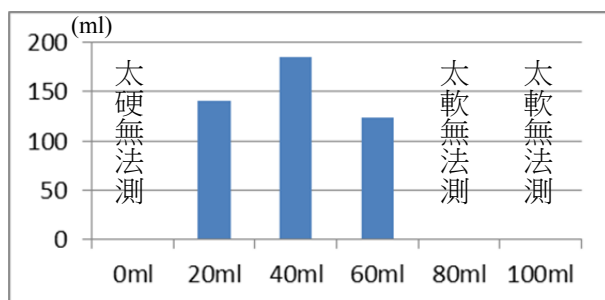


圖 12: 沙士量黏性檢測長條圖

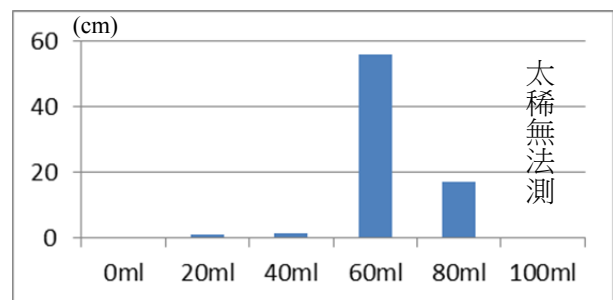


圖 13: 沙士量延性檢測長條圖

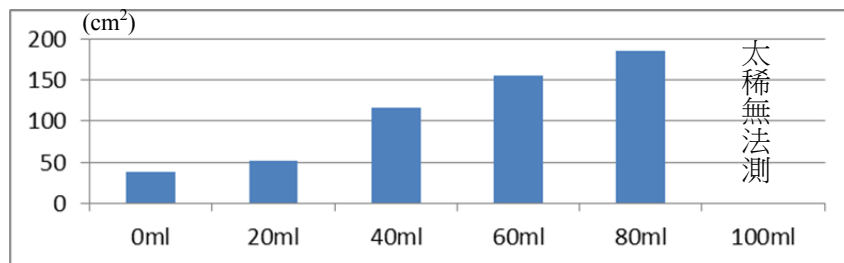


圖 14：沙土量展性檢測長條圖

(四)、結論

1. 沙土量越多，鼻涕蟲越黏、越軟、越有延展性。
2. 當鼻涕蟲太軟太稀，檢測工具會無法使用！黏性工具會因為鼻涕蟲太軟撐不住重量；延性工具因為太稀，而拉長前就滴到地上；展性工具還沒有壓重物，就是一攤黏液無法檢測。
3. 測試八種比例組合，我們找到**沙土鼻涕蟲最佳比例為「膠水 30ml、沙土 25ml、硼砂飽和水 40ml」**，觸感軟而不黏手，適合吹泡泡或進行手繪電路（詳見原始記錄）。
4. 我們意外發現另一個奇怪現象：**沙土鼻涕蟲如果再加少量硼砂飽和水攪拌，硼砂飽和水會消失，鼻涕蟲會變軟不變黏、體積會變大！**感覺就像鼻涕蟲把硼砂水吃掉了一樣！



圖 15：將檢測鼻涕蟲裝滿鋁罐容器



圖 16：貼在黏性裝置上以鼻涕蟲進行導電

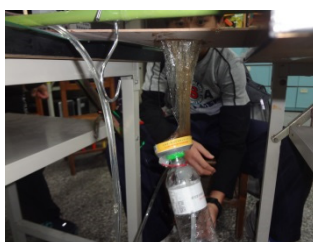


圖 17：注水讓鼻涕蟲掉下來，使裝置停止運作

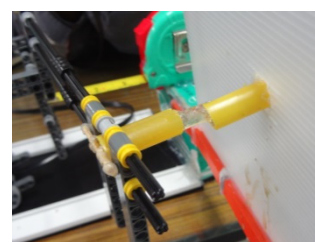


圖 18：利用延性裝置檢測鼻涕蟲拉長距離

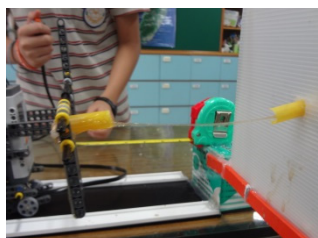


圖 19：樂高裝置移動會拉長鼻涕蟲、帶動捲尺



圖 20：將沙土鼻涕蟲放入吹泡泡裝置進行檢測



圖 21：沙土量越多，鼻涕蟲會變得越黏越軟



圖 22：我們發現沙土鼻涕蟲加硼砂水攪拌，硼砂水會消失，鼻涕蟲會變軟

實驗三、沙土成分比較











(一)、研究原因：

在實驗一，我們發現大部分沙土都含有「**碳酸水、砂糖、果糖、檸檬酸、鹽**」，我們想測試究竟哪一種成分造成「軟黏效果」。

(二)、研究方法

1. 在 30ml 膠水中分別加入 30ml 不同溶液（碳酸水、果糖、砂糖水、檸檬酸水、鹽水、水，製作方式如下表），攪拌均勻後，再加入 30ml 硼砂飽和水，製作出鼻涕蟲。
2. 檢測各種鼻涕蟲是否產生「軟黏效果」，並進行紀錄。

(三)、沙士成分比較表

	碳酸水	砂糖水	果糖	檸檬酸水	鹽水	水
製作方式	以氣泡水機將 CO ₂ 灌入水中取 30ml	30g 砂糖加入 100ml 水，取 30ml	市售果糖取 5ml，加 90ml 硼砂飽和水	30g 檸檬酸加入 100ml 水，取 30ml	30g 鹽加入 100ml 水，取 30ml	30ml 水當對照組
鼻涕蟲成形	是	是	是	否	否	是
軟黏效果	否	是	是	否	否	否
觸感	稍軟	軟、黏	軟、黏	很稀的液體	硬、結塊	軟，不黏
成品照片						
吹泡泡				無法成形 無法吹	太硬 無法吹	

(四)、結論

1. 砂糖水和果糖都能產生「軟黏效果」。
2. 我們另外測試砂糖水量對鼻涕蟲的影響，發現糖水越多，鼻涕蟲越黏軟、延展性越佳（見附件五）。結果與沙士量增加的效果一樣，可見糖水是造成「軟黏效果」的主因。
3. 果糖直接取 30ml 只會製造出很黏的黏液，我們猜是果糖濃度太濃。因此果糖只取 5ml，並加入 90ml 的硼砂飽和水，就能做出「軟黏效果」的鼻涕蟲。
4. 加入 30ml 水的對照組，會做出軟但不黏的鼻涕蟲，且體積會變大。將膠水稀釋居然會讓鼻涕蟲變大！引發我們的好奇心，測試膠水可以稀釋到什麼程度（見附件六）。



圖 23：以氣泡水機將 CO₂ 灌入水中作碳酸水



圖 24：以自製碳酸水製作鼻涕蟲檢測



圖 25：測量糖的重量，進行糖水鼻涕蟲製作



圖 26：以糖水製作的鼻涕蟲會變軟變黏



圖 27：檸檬酸製作鼻涕蟲，完全無法成形



圖 28：鹽水製作鼻涕蟲變硬結塊，吹不出泡泡



圖 29：糖水量越多，做出來的鼻涕蟲越軟越黏



圖 30：稀釋膠水居然會讓鼻涕蟲體積變大、變軟

第二部分、殘渣桶鼻涕蟲變軟的秘密：

為了避免阻塞水槽，我們準備一個水桶（殘渣桶），專門裝實驗後不要的鼻涕蟲殘渣。有一天卻意外發現**殘渣桶底層的鼻涕蟲變成軟軟的黏液**。我們決定嘗試找出是什麼原因造成殘渣桶出現黏液般的鼻涕蟲！



圖 31：殘渣桶底層出現軟軟的黏液

實驗四、長期泡不同濃度硼砂水研究

(一)、研究原因：

當膠水倒入硼砂水製作出鼻涕蟲後，我們會將紙杯中剩餘的殘渣倒入殘渣桶。我們**猜想因為紙杯中殘存的水或硼砂水，鼻涕蟲長期泡在其中導致變成軟黏液**。我們決定將鼻涕蟲**長期泡入不同濃度的硼砂水**，觀察是否會出現黏液的效果。

(二)、研究方法

1. 利用果汁機，調配出 0%~5% 硼砂水溶液。
2. 以 60ml 膠水與 60ml 硼砂飽和水製作硬脆的鼻涕蟲（重量 97g），各放進玻璃杯中。每杯放入不同濃度硼砂水 200ml。放置 19 天後，紀錄硼砂水與鼻涕蟲的變化。

(三)、長期泡不同濃度硼砂水比較表

放置 19 天後	水 (0%)	1%	2%	3%	4%	5%(飽和)
硼砂水重	138.6 g	153.9 g	140 g	135.4 g	149 g	149.3 g
變軟鼻涕蟲	58.2 g	43.4 g	45 g	32.1 g	28.3 g	30.1 g
原始狀鼻涕蟲	74.7 g	95.5 g	97.2 g	88.3 g	92.8 g	84 g
硼砂水減少	61.4 g	46.1 g	60 g	64.6 g	51 g	50.7 g
鼻涕蟲增重*	35.9 g	41.9 g	45.2 g	23.4 g	24.1 g	17.1 g
黏液狀觸感	較軟	稍軟	稍軟	稍硬	稍硬	較硬

(註*：鼻涕蟲增重 = 變軟鼻涕蟲 + 原始狀鼻涕蟲 - 鼻涕蟲原重)

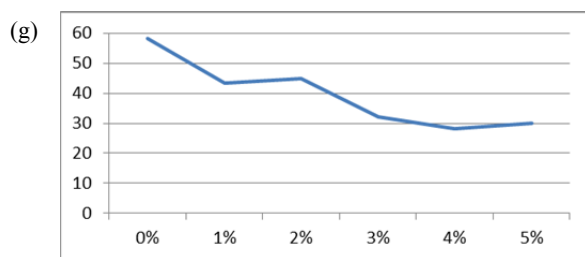


圖 32：變軟鼻涕蟲出現重量折線圖

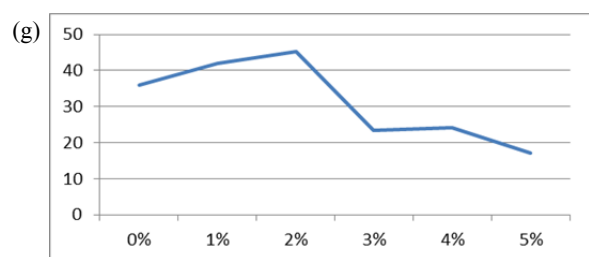


圖 33：「鼻涕蟲增重*」重量折線圖

(四)、結論

1. **殘渣桶鼻涕蟲變軟的原因是因為長期泡水（硼砂水）！**
2. 硬脆的鼻涕蟲經過**長期泡不同濃度硼砂水**（0%~5%）都能夠產生軟黏液的效果。
3. 變軟鼻涕蟲產生都是**在硼砂水和原始狀鼻涕蟲交界**，表示是受到水溶液影響。
4. 長期泡鼻涕蟲後，水溶液和原始狀鼻涕蟲都會減少重量，因此殘渣桶鼻涕蟲是水（硼砂水）和原始狀鼻涕蟲結合產生黏液狀鼻涕蟲。
5. **泡濃度越低的硼砂水，變軟鼻涕蟲出現越多越軟**，只泡水產生的變軟鼻涕蟲最軟。
6. 進行泡水天數實驗（見附件四），泡超過一天就會出現變軟鼻涕蟲。泡水天數越久量越多。



圖 34：製作硬脆的鼻涕蟲放入玻璃杯中



圖 35：長期將鼻涕蟲泡在不同濃度的硼砂水中



圖 36：硼砂水與鼻涕蟲交界出現黏液狀鼻涕蟲



圖 37：拿出黏液狀鼻涕蟲，檢測重量

實驗五、鼻涕蟲放入硼砂水加熱實驗




(一)、研究原因：

水（硼砂水）真的能夠溶掉鼻涕蟲，讓鼻涕蟲從硬變軟嗎？照理說，鼻涕蟲經過交聯作用成為網狀結構，放入硼砂水中並不會變軟！我們嘗試將鼻涕蟲放進水（硼砂水）中加熱，測試是否能讓水（硼砂水）和鼻涕蟲再做結合！

(二)、研究方法

將 60ml 膠水與 60ml 硼砂飽和水製作的鼻涕蟲放入鐵杯中，加入 200ml 的水（硼砂飽和水、不加任何溶液），放至卡式爐上加熱，觀察鼻涕蟲變化，並進行展性檢測。

(三)、放入硼砂水加熱比較表

加熱	加水	加硼砂飽和水	不加任何溶液
加熱狀況	水消失，變軟	硼砂水消失，變軟	表面焦掉，維持硬脆
展性檢測	107.8 cm ²	100.0 cm ²	沒變軟，不測量
成品照片			

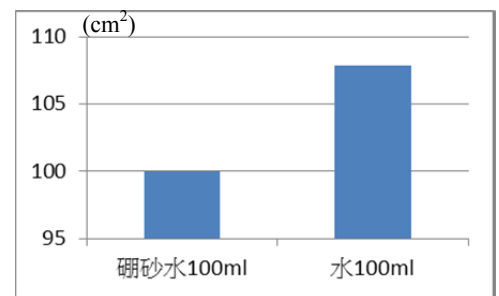


圖 38：放入溶液加熱展性檢測長條圖

(四)、結論

- 鼻涕蟲加水（硼砂飽和水）加熱，水會和鼻涕蟲結合，讓鼻涕蟲變軟、展性變佳、體積變大。可見殘渣桶鼻涕蟲的確是泡水（硼砂水）造成的！
- 實驗四和五的實驗結果，我們想到跟「膠水稀釋實驗」（見附件六）的結果很像，當膠水加入水量稀釋越多，製作出的鼻涕蟲越軟、體積重量越大，但不會變黏。
- 我們決定把「和水結合讓鼻涕蟲會變軟不變黏、展性變佳、體積重量變大的反應」稱為「稀膠狀態」！
- 加水反應的鼻涕蟲展性比加硼砂飽和水的較軟、展性較佳。



圖 39：加熱過程中，硬脆鼻涕蟲變越來越軟



圖 40：鼻涕蟲最後和硼砂水結合變成軟鼻涕蟲



圖 41：不加溶液加熱的鼻涕蟲只會焦掉



圖 42：將膠水稀釋後做的鼻涕蟲會變軟、變大

第三部分、沙士鼻涕蟲吃水的秘密：

進行沙士鼻涕蟲實驗時，我們意外發現**硼砂水添加過量，持續攪拌後多餘的硼砂水居然消失，沙士鼻涕蟲變的更軟！**我們決定對它再加硼砂水，沒想到攪拌後硼砂水又不見，**硼砂水就像被沙士鼻涕蟲吃掉一樣！**我們決定探究沙士鼻涕蟲吃水的原因！

實驗六、沙士鼻涕蟲分段加入不同濃度硼砂水實驗

(一)、研究原因：

沙士鼻涕蟲究竟最多可以吃掉多少硼砂水？不同濃度硼砂水又有什麼差異嗎？只有沙士鼻涕蟲會產生這種效果嗎？我們嘗試解出謎團！

(二)、研究方法

1. 以沙士鼻涕蟲最佳比例「膠水 30ml、沙士 25ml、硼砂飽和水 40ml」製作鼻涕蟲。
2. 添加 10ml 的 5% 硼砂水，攪拌至硼砂水消失，則再加 10ml，重複相同動作，直到沙士鼻涕蟲無法成形。過程中每加 10ml 測量重量，每加至 50ml 測量展性。
3. 更換硼砂水濃度（0、1、3%），重複相同實驗。

(三)、分段加入不同濃度硼砂水比較表

重量 (g) 展性 (cm ²)	水 (0%)		1%		3%		5%	
	重量	展性	重量	展性	重量	展性	重量	展性
加至無法成形之量	120 ml		150 ml		200 ml		220 ml	
未加硼砂水的狀態	81.5	77.4	79.6	77.4	83.4	77.4	81.2	77.4
加至 50ml 的狀態	123.1	201.4	125.4	145.6	120.8	152.6	124.2	84.7
加至 100ml 的狀態	160.6	233.7	173.2	295.3	158.4	327.1	158.3	148.2
加至 150ml 的狀態			226.4		196.9	389.1	192.7	204.6
加至 200ml 的狀態					235.8		223.7	288.3

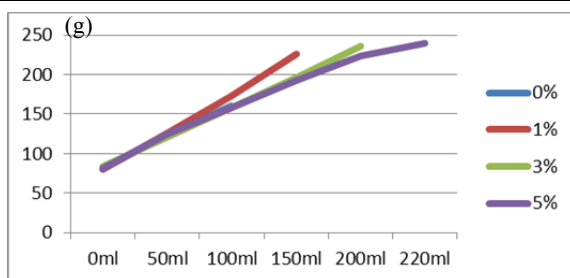


圖 43：不同濃度硼砂水重量增加折線圖

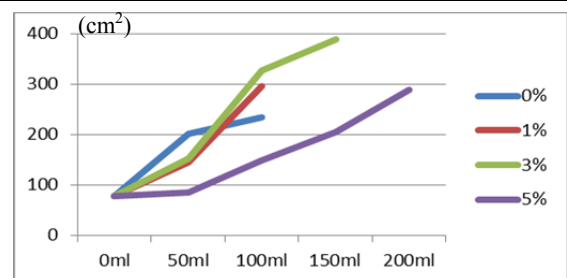


圖 44：不同濃度硼砂水展性檢測折線圖

(四)、結論

1. 加入硼砂水越多，沙士鼻涕蟲越軟、展性越好、重量越重、體積越大，但不會增加黏性。
2. 沙士鼻涕蟲分段加入硼砂水的反應和「稀膠狀態」相同。
3. 沙士鼻涕蟲分段加入硼砂水會有極限值，會導致無法成形的稀狀（筷子無法拿起）。
4. 硼砂水濃度越高，能加入的硼砂水越多。
5. 使用正常鼻涕蟲和糖水鼻涕蟲做相同實驗（見附件七），**正常鼻涕蟲無法產生「稀膠狀態」，糖水鼻涕蟲卻有「稀膠狀態」**，可見**糖水是造成加少量水攪拌產生稀膠狀態的主因。**



圖 45：未加硼砂水攪拌的沙士鼻涕蟲長相

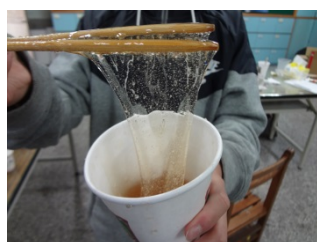


圖 46：沙士鼻涕蟲慢慢加入 3% 硼砂水 190ml 攪拌後變軟、變大



圖 47：未加硼砂水攪拌的糖水鼻涕蟲長相



圖 48：糖水鼻涕蟲慢慢加入水 150ml 攪拌後變軟變大，產生「稀膠狀態」

第四部分、醣類對鼻涕蟲的效果：






我們發現糖對於鼻涕蟲影響很大！糖水直接加入膠水中再加硼砂水，能製造「軟黏效果」。糖水鼻涕蟲再加少量硼砂水攪拌，能持續出現「稀膠狀態」。但**醣類分成單醣、雙醣和多醣**，是否都能對鼻涕蟲產生影響呢？

實驗七、醣類種類對「軟黏效果」的影響

(一)、研究過程：

我們至化工行購買**葡萄糖（單醣）、砂糖（雙醣）、澱粉（多醣）**，調配成濃度 23% 溶液。以 30ml 膠水、30ml 醣水溶液、30ml 硼砂飽和水，製作鼻涕蟲，記錄變化，測試是否都能產生「軟黏效果」。

(二)、醣類種類比較表

	單醣（葡萄糖）	雙醣（砂糖）	多醣（澱粉）
軟黏效果	有	有	無
觸感	軟、黏	軟、黏	硬、結塊
成品照片			
吹泡泡效果			無法吹出泡泡

(三)、結論

1. **單醣（葡萄糖）和雙醣（砂糖）**做成鼻涕蟲會變軟變黏，**能產生「軟黏效果」**。
2. **多醣（澱粉）**做成鼻涕蟲會變成白色硬塊，無法產生「軟黏效果」。



圖 49：測量葡萄糖重量，調配葡萄糖溶液



圖 50：單醣（葡萄糖）製作鼻涕蟲能產生「軟黏效果」



圖 51：葡萄糖鼻涕蟲很黏，黏到像手上有蹼



圖 52：使用多醣（澱粉）會變成白色硬塊，無法產生「軟黏效果」

實驗八、醣類取代膠水實驗

(一)、研究過程：

醣類可產生「軟黏效果」，那**醣類是否能直接取代膠水呢**？我們測試了四種醣類取代膠水的方法「**果糖、糖漿、巫婆雷克、芍芡**」（見下表一），發現**澱粉加硼砂水加熱能做出鼻涕蟲**。接著比較不同濃度硼砂水（見下表二）、不同硼砂水量（見下表三）做澱粉鼻涕蟲的差異。

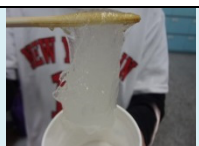
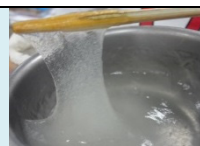

(二)、1.醣類取代膠水比較表

	果糖	糖漿	巫婆雷克	芍芡
製作方法	40ml 果糖加 30ml 硼砂水攪拌	100g 砂糖加水熬 煮加 30ml 硼砂水	太白粉加水取 40g 加 30ml 硼砂水	5g 澱粉加 100ml 硼砂水加熱
鼻涕蟲成形	否	否	否	是
觸感	水狀	硬的糖結晶	白色混濁水狀	黏、軟、有彈性
成品照片				

2.不同濃度硼砂水比較表

	0%（水）	1%	3%	5%
製作方法	5g 澱粉加 100ml 水加熱	5g 澱粉加 100ml 1%硼砂水加熱	5g 澱粉加 100ml 3%硼砂水加熱	5g 澱粉加 100ml 5%硼砂水加熱
鼻涕蟲成形	否	是	是	是
觸感	黏稠水狀、很稀	較軟、較稀	稍軟、會黏手	稍硬、不黏手
成品照片				

3.硼砂水量比較圖表

	50 ml	100 ml	150ml
製作方法	5g 澱粉加 50ml 5%硼砂水加熱	5g 澱粉加 100ml 5%硼砂水加熱	5g 澱粉加 150ml 5%硼砂水加熱
觸感	較硬	軟	較軟
展性	52.1 cm ²	119.0 cm ²	143.1 cm ²
成品照片			

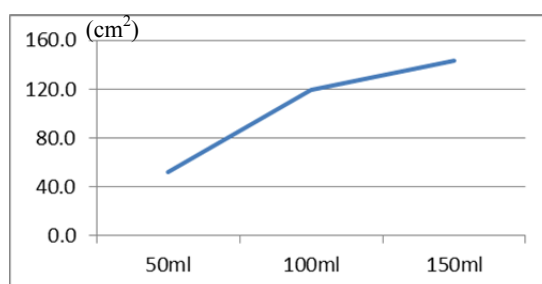


圖 53：添加硼砂水量展性檢測折線圖

(三)、結論

1. **多醣（澱粉）加硼砂水加熱可取代膠水做成鼻涕蟲**，我們稱為「**澱粉鼻涕蟲**」。
2. **澱粉加水加熱無法製作出鼻涕蟲**，只會變成黏稠漿狀，一定要加硼砂水才會形成鼻涕蟲。
3. 硼砂水加越多，澱粉鼻涕蟲越軟、展性越大。硼砂水濃度越高，澱粉鼻涕蟲越硬。
4. 我們也測試市面上的澱粉粉末（**太白粉、糯米粉**），加硼砂水加熱都能做成鼻涕蟲。



圖 54：多醣（澱粉）加硼砂水加熱可取代膠水做成鼻涕蟲



圖 55：製作出有點焦掉的澱粉鼻涕蟲



圖 56：使用太白粉加硼砂水加熱也可取代膠水做成鼻涕蟲



圖 57：使用糯米粉也能製作澱粉鼻涕蟲

第五部分、沙士鼻涕蟲的應用：

一、吹泡泡：使用沙士鼻涕蟲最佳比例，或是稀膠狀態鼻涕蟲（長期泡硼砂水的鼻涕蟲），軟而不黏，很適合吹泡泡！較硬的鼻涕蟲不容易吹，但皮厚不容易破。太軟的鼻涕蟲易吹，但太薄易破。可用雙手吹或自製吹泡泡裝置（見附件三）。雙手吹鼻涕蟲的方式如下：

<p>將鼻涕蟲搓成球狀，將粗吸管插在中央偏下。</p>	<p>一手食指、拇指成OK狀，圈住吸管前端和壓住吸管前端鼻涕蟲，避免吹的時候漏氣。</p>	<p>另一手在手掌朝上平放托住鼻涕蟲，因為鼻涕蟲比較軟，會往下滴。</p>	<p>慢慢吹，拿捏力道，要能吹大但又不吹破鼻涕蟲泡泡。托住的手隨變大的泡泡往下托住。</p>

二、養鼻涕蟲：普通鼻涕蟲放久會乾燥硬化，無法再把玩。我們發現裝滿沙士鼻涕蟲的殘渣桶只要一直添加水，會因為稀膠狀態的吃水性質不會乾燥硬化。我們想到可以像飼養植物一樣，進行好玩的養鼻涕蟲活動！將沙士鼻涕蟲放置沒有密閉的空罐中，只要按時澆水，沙士鼻涕蟲就不會乾燥硬化。還會因為加水量的差異，養出自己獨特性質的鼻涕蟲！



圖 58：殘渣桶中快要乾掉的鼻涕蟲



圖 59：完全乾掉硬化的鼻涕蟲



圖 60：殘渣桶持續加水，沙士鼻涕蟲不會乾



圖 61：養了一個月，每人養出不同性質鼻涕蟲

三、利用鼻涕蟲導電性做手繪電路

鼻涕蟲搭配 9V 電池、9V 電池扣、超高亮 LED 燈和鱷魚夾能做出發光，及串並聯效果！



圖 62：只連接一顆 LED 燈，亮度很高

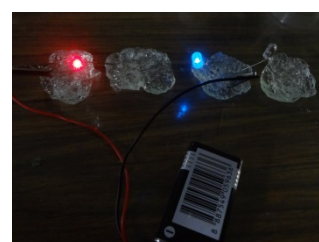


圖 63：串聯二顆 LED 燈，亮度變低

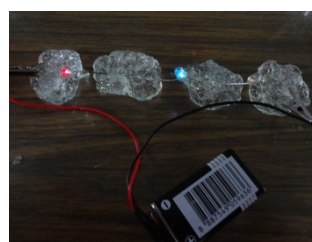


圖 64：串聯三顆 LED 燈發光微弱



圖 65：並聯四顆 LED 燈。亮度都很高

因為鼻涕蟲形狀無法固定，不容易做造型接導電。我們想到可將鼻涕蟲裝在容器中用寫的，配合 LED 燈做成「手繪電路」。以下是手繪電路的研究歷程：

			
鼻涕蟲能使 LED 燈發光。但鼻涕蟲書寫不易，且 LED 燈會倒掉	至瓶瓶罐罐店與食品材料行購買各種適合書寫鼻涕蟲的容器	瓶子中裝沙士鼻涕蟲，在紙上寫「15」測試哪種容器最好用	最適合的是保麗龍膠瓶，瓶口剪成 3mm 口徑。優點是好擠又好清
			
將鼻涕蟲寫在影印紙上，當鼻涕蟲乾掉時紙會皺掉，不易留存。	測試各種材質的紙，找尋最適合書寫又不會皺掉材質。	好用不會皺的材質→可清洗重複材質為「投影片」，拋棄型材質為「日本水彩紙」(如圖)	加入能導電的粉末(鐵粉、石墨粉、銅粉)，但測到電流沒差很多(增加 0.002M)
			
沙士加入 2% 鹽，測到電流較大(增加 0.022M)，但觸感較硬不使用	化工行買銅片，將超高亮 LED 燈焊在銅片上。燈可任意放置不倒塌	在電子材料行買到「晶片型 LED 燈」，請老師幫忙焊接在銅片上	最佳比例沙士鼻涕蟲也能讓低電流馬達轉動，讓蜂鳴器發聲

市面上做出「手繪電路」的效果並無法自己製作(怎樣「草畫」電路，參考資料第 10 點)，或是價錢太昂貴(導電銀漆 3g 要 600 元)！我們用便宜的沙士鼻涕蟲(67g 成本為 5.1 元)就做出手繪電路的效果！

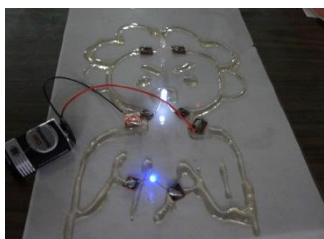
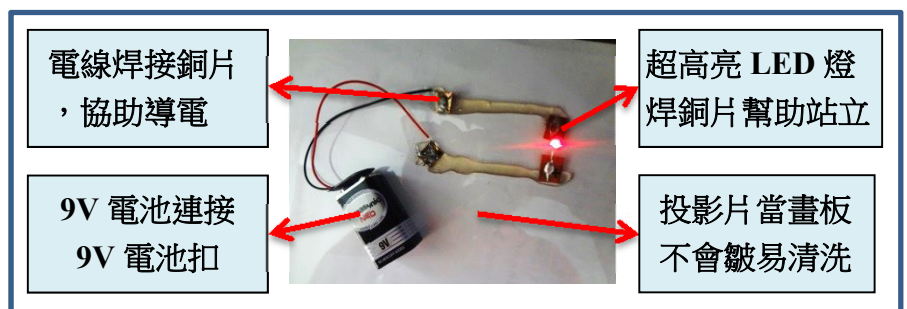


圖 66：手繪電路繪製在投影片上，投影片可清洗重複使用



圖 67：以晶片型 LED 燈創作的發亮燈泡

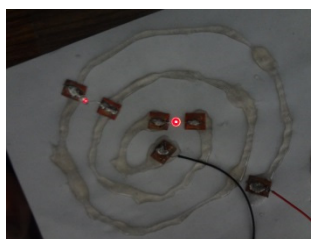


圖 68：能任意改變 LED 燈位置的電路設計

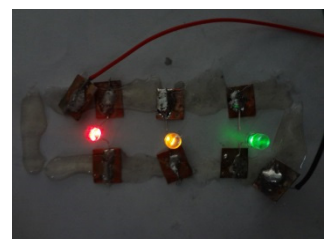


圖 69：三顆 LED 燈並聯的「紅綠燈」作品

捌、討論

一、單醣與雙醣的軟黏效果

原本想增加鼻涕蟲導電性實驗，卻意外發現「膠水混和沙士製作的沙士鼻涕蟲會變更軟更黏」，我們將這種現象命名為「軟黏效果」。為了找出沙士鼻涕蟲產生「軟黏效果」的原因，我們進行「實驗一：沙士品牌與汽水種類的比較」與「實驗三：沙士成分比較」發現糖水是造成沙士鼻涕蟲產生軟黏效果主因。藉由「實驗二：沙士量對沙士鼻涕蟲的影響」與「附件五：糖水量對糖水鼻涕蟲的影響」，我們知道糖水量（沙士量）越多，「軟黏效果」越明顯（越黏、越軟、越有延展性）。「實驗七：醣類種類對「軟黏效果」的影響」中，進一步針對「單醣、雙醣與多醣」進行檢測，發現只有「單醣和雙醣」會產生軟黏效果，「多醣」並不會。

製作鼻涕蟲時添加糖水，很像是製作時增加膠水量，都會讓製作出來的鼻涕蟲變得更軟、更黏。在「文獻探討」中，我們知道膠水和硼砂水能夠產生交聯作用，是因為膠水中的「氫氧基」和「硼酸根離子」結合。因此我們有下列推測：

圖 70：當製作時膠水量增加，氫氧基增加，硼酸根離子數量一樣，交聯作用搭的橋彼此變稀疏，因此鼻涕蟲變黏。

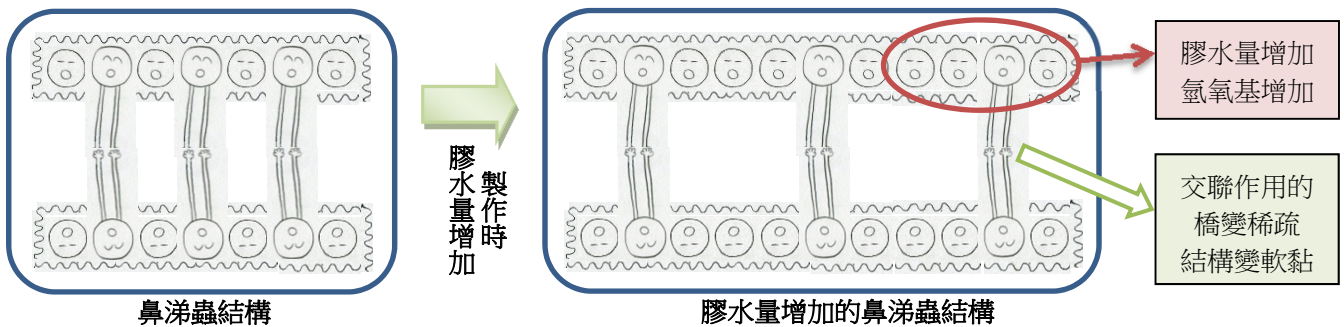
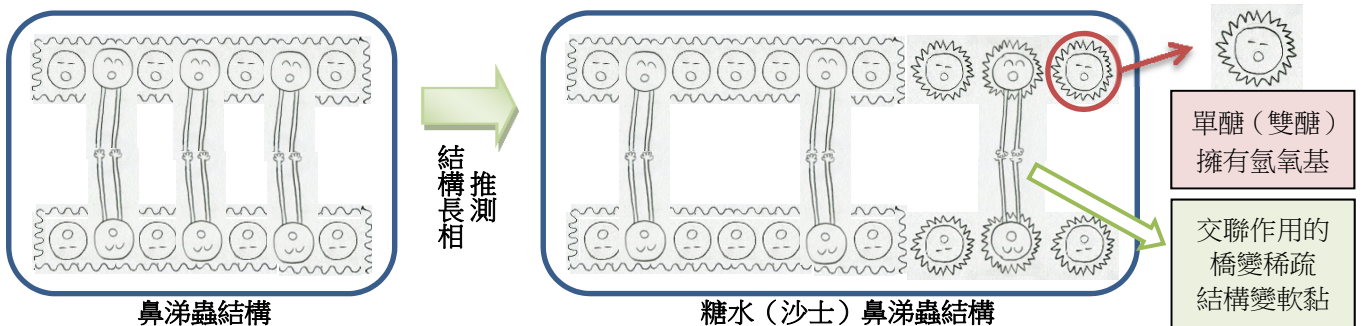


圖 71：「單醣和雙醣」的結構中有很多氫氧基，我們推測糖水鼻涕蟲製作時，單醣（雙醣）代替膠水提供氫氧基與硼酸根離子結合，所以交聯作用搭的橋也變稀疏，因而產生「軟黏效果」。

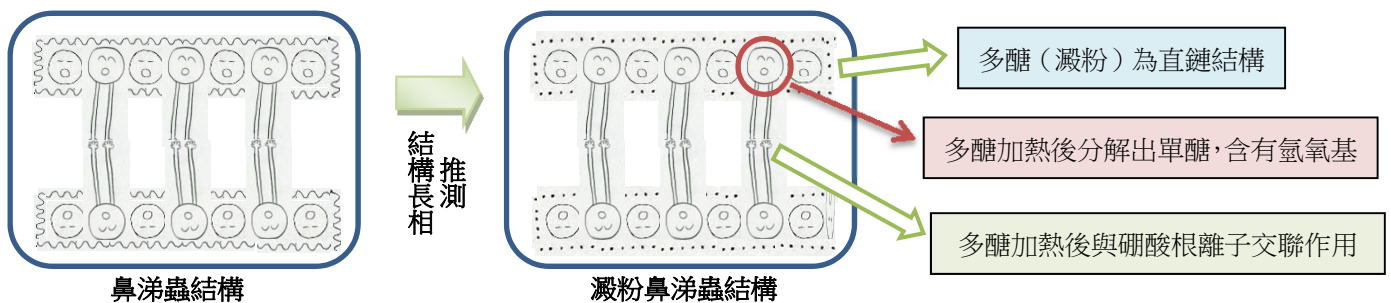


多醣的澱粉因為是複雜的直鏈結構，會與膠水、硼砂水糾結成一團白色粉末硬塊，不會產生軟黏效果。

二、多醣替代膠水

因為「軟黏效果」，我們覺得醣類有類似膠水的作用，**醣類是否能直接取代膠水呢？**在「實驗八：醣類取代膠水實驗」中，使用各種醣類方法測試，發現**多醣（澱粉）加上硼砂水加熱，能製作鼻涕蟲**。我們另外測試澱粉加水加熱，只會變成黏稠漿狀，無法形成鼻涕蟲！我們推測原因如下：

圖 72：我們推測澱粉加硼砂水加熱產生鼻涕蟲是因為**多醣是直鏈結構**，加熱後分解出單醣（含有**氫氧基**），所以結構很像膠水（直鏈結構、有氫氧基），因此**與硼砂水的硼酸根離子形成搭橋交聯作用**，能夠做出澱粉鼻涕蟲！澱粉加水加熱因為沒有硼酸根離子搭橋，所以只會變成黏稠漿狀。



在歷屆科展作品中，44 屆提到「太白粉、蕃薯粉、糯米粉、加熱後，會變成黏稠狀，且會和硼砂水起反應形成類似鼻涕蟲的物質」，50 屆提到「玉米粉、蕃薯粉、太白粉都是可食用的植物性高分子化合物，和水加熱後，則能夠聚合，但再加入硼酸飽和水溶液後仍然呈現漿狀，無聚合之效果。」。他們無法做出澱粉鼻涕蟲，是因為將澱粉加水加熱後，才加硼砂水。我們採用澱粉加硼砂水加熱，澱粉能與硼砂水產生交聯作用，做成澱粉鼻涕蟲！

三、稀膠狀態

我們想研究殘渣桶的鼻涕蟲為什麼會變軟，進行「實驗四：長期泡不同濃度硼砂水研究」、「附件四：鼻涕蟲泡硼砂水放置天數的影響」，發現**鼻涕蟲長期泡水（硼砂水）會變軟變黏**。

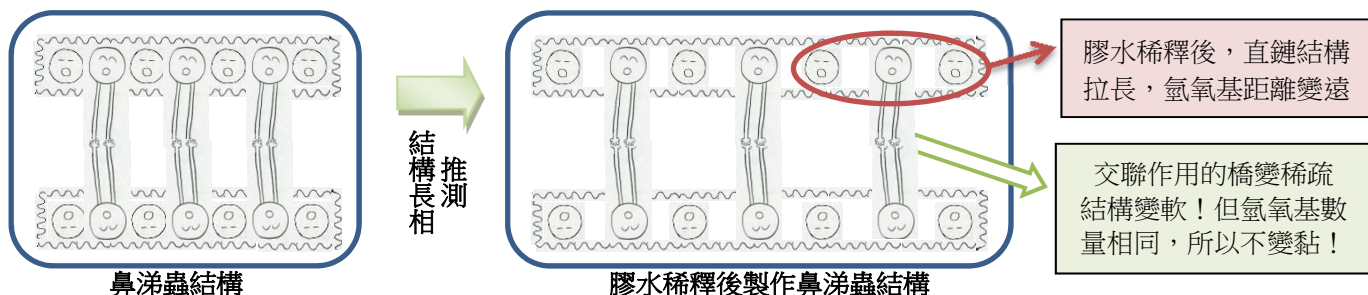
在實驗過程中，我們發現「附件六：膠水稀釋量對鼻涕蟲的影響」、「實驗五：鼻涕蟲放入硼砂水加熱實驗」、「實驗六：沙土鼻涕蟲分段加入不同濃度硼砂水實驗」都會添加水（硼砂水）有關，會讓鼻涕蟲變軟、展性變佳、體積重量變大，但不會變黏！我們決定把這種現象命名為「**稀膠狀態**」，並歸納出下列狀況都會出現稀膠狀態，並進行分析：

1. 製作鼻涕蟲前先反應：

(1) 膠水稀釋：膠水加水稀釋後，加入硼砂水製作鼻涕蟲。

歷屆科展作品中，44、49 屆都進行過膠水稀釋實驗，但「如果再稀釋，形成鼻涕蟲的量就會過少不易觀察、測試」，所以都中斷測試。53 屆鼻涕蟲運動會作品，製作時就會加水稀釋。其得出結論和「附件六：膠水稀釋量對鼻涕蟲的影響」相同：加入水量越多，鼻涕蟲越軟、延展性越佳。但 53 屆作品沒有測試黏性，所以沒發現黏性不會增加！我們推論原因如下：

圖 73：我們推測膠水稀釋變軟但不變黏的原因是加水稀釋後，體積變大、膠水直鏈結構拉長！但氫氧基數量仍相同，所以彼此距離變遠！硼酸根離子數量也固定，交聯作用搭的橋彼此距離變遠所以變軟。但因為氫氧基距離也變遠，所以不會變黏，摸起來會有水嫩感！如果稀釋過量，氫氧基彼此距離太遠，硼酸根離子搭橋也無法有效的讓線狀結構的 PVA 變成網狀，所以就無法成形。



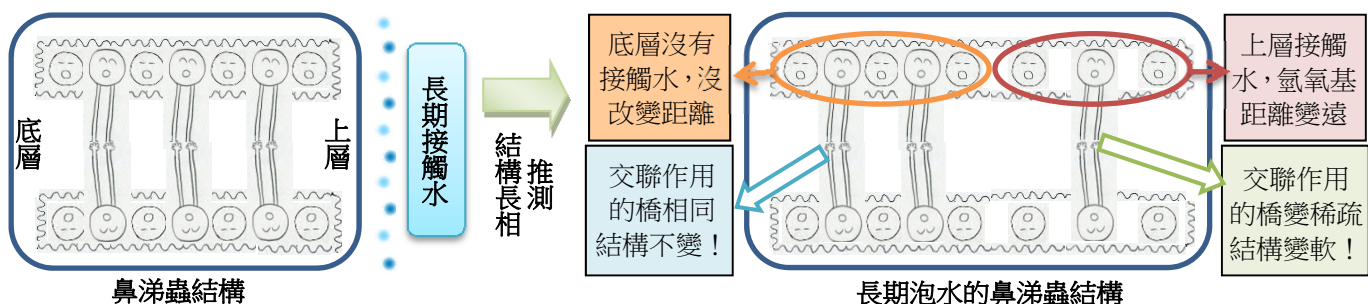
因為膠水稀釋是製作鼻涕蟲前就發生的反應，我們決定把和水（硼砂水）結合導致鼻涕蟲變軟不變黏、展性變佳、體積重量變大的狀態命名為「稀膠狀態」！

2. 製作鼻涕蟲後，再與水反應：

- (1) 長期泡水：鼻涕蟲長期泡水，水與鼻涕蟲交界處，會出現少量變軟鼻涕蟲。
- (2) 加水加熱：鼻涕蟲放入水加熱，馬上反應。

照理說膠水與硼砂水進行交聯反應形成鼻涕蟲後，不會再與水反應，變成獨立網狀結構！但進行「附件四：鼻涕蟲泡水放置天數的影響」我們發現當鼻涕蟲水泡一天以上，水與鼻涕蟲交界處，會開始出現變軟鼻涕蟲！放越久出現越多！我們推論原因如下：

圖 74：我們推測當鼻涕蟲長期接觸水，鼻涕蟲接觸水的交界處，水會慢慢進入交聯作用後的結構，將氫氧基彼此距離拉長，使交聯作用搭的橋距離變遠，就像一開始稀釋了膠水一樣！



53 屆鼻涕蟲運動會有發現類似現象「在實驗六游泳比賽中，我們另外加了蒸餾水(pH7)浸泡鼻涕蟲，發現鼻涕蟲也會溶解在蒸餾水中，只是溶解速度比較慢，需要一天以上的時間。」因為他們放置的鼻涕蟲量很少，所以將鼻涕蟲視作溶解。但應該說鼻涕蟲化作更軟更水的黏液。

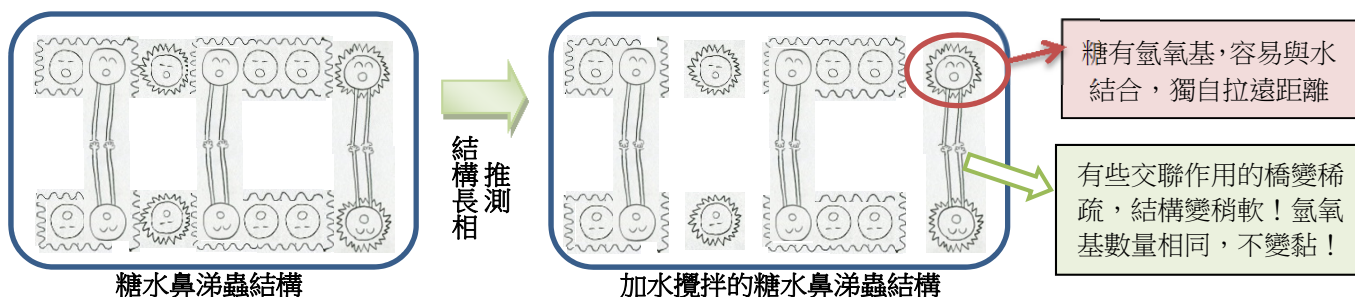
鼻涕蟲和水重新結合的效果是非常慢速的，但將鼻涕蟲加水加熱，稀膠狀態會馬上成形！加熱的水（硼砂水）會直接進入交聯作用的結構中，變成更軟的鼻涕蟲，而且不會殘留任何水！可見加熱能加快鼻涕蟲和水結合的速度。

3. 製作糖水鼻涕蟲後，再與水反應：

(1) 加水攪拌：沙士（糖水）鼻涕蟲加入少量水（硼砂水）攪拌。

照理說鼻涕蟲與水結合，需要很久時間或加熱協助，但當成分中含有糖水的鼻涕蟲，只要攪拌後，就能夠直接與少量的水結合，變成「稀膠狀態」。我們推論原因如下：

圖 75：我們推測糖水因為有**氫氧基**，容易與水結合，當均勻攪拌後，提供混和接觸機會，協助**少量水**進入交聯作用的結構中！

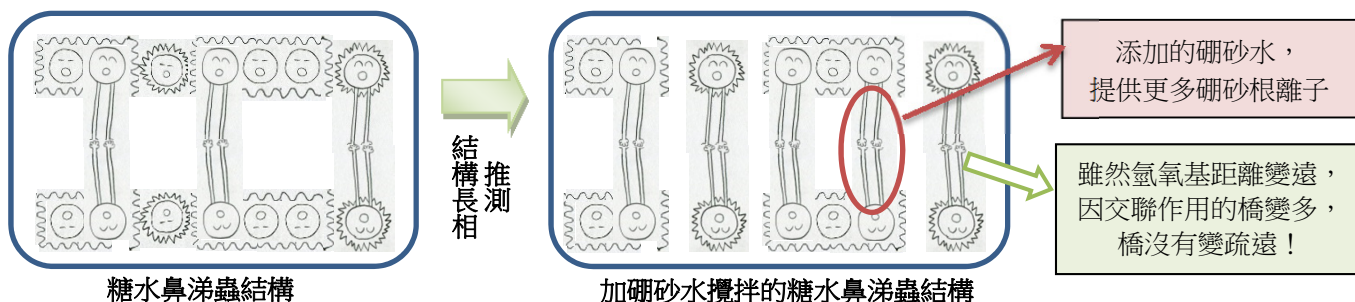


我們歸納「稀膠狀態」和**膠水稀釋量**、**泡水時間**、**接觸水的表面積**、**加熱**、**加糖水量**等因素有關。當**膠水稀釋越多**、**泡水時間越久**、**接觸水的表面積越多**、**進行加熱**、**添加糖水量越多**，稀膠狀態越明顯。

四、水與硼砂水的差異

加入水或硼砂水都能夠在「長期泡水」、「加水加熱」及「加水攪拌」的方法中產生「稀膠狀態」，雖然做出來的鼻涕蟲都會變軟，但**加入硼砂水製作出來都會比加入水的要硬一點！**表示**硼砂水量越多、濃度越多**，還是越能夠協助交聯作用的產生！在「**實驗六：沙士鼻涕蟲分段加入不同濃度硼砂水實驗**」中，我們發現**加硼砂水比加水能夠分段加入更多的量**。我們推測原因如下：

圖 76：我們推測分段加「水」讓膠水稀釋、氫氧基彼此距離變遠，所以變軟。但**分段加入「硼砂水」**，除了讓**氫氧基彼此距離變遠**，又增加**硼酸根離子數量協助交聯作用搭橋**，所以橋的距離**不會太疏遠！**一邊拉遠距離，又一邊搭橋，因此加硼砂水可分段加入大量硼砂水，遠多於加入水。硼砂水濃度越高，搭橋的效果越好，可加入的硼砂水變更多！



玖、結論

一、沙士鼻涕蟲變軟的秘密（軟黏效果）

1. 膠水加沙士(糖水)再加硼砂水，做出的鼻涕蟲會變軟變黏，我們將它命名為「軟黏效果」。
2. 沙士鼻涕蟲變軟原因是成分中的糖水！單醣和雙醣都會對鼻涕蟲產生「軟黏效果」！
3. 我們推測「軟黏效果」是因為單醣（雙醣）代替膠水提供氫氧基與硼酸根離子結合，交聯作用搭橋變稀疏，所以變軟變黏。
4. 沙士（糖水）量越多，鼻涕蟲越黏、越軟、越有延展性，軟黏效果越明顯。
5. 沙士鼻涕蟲最佳比例為「膠水 30ml、沙士 25ml、硼砂飽和水 40ml」，觸感軟而不黏手，適合吹泡泡或進行手繪電路。

二、多醣取代膠水研究

1. 多醣（澱粉）加硼砂水加熱可取代膠水做成鼻涕蟲，我們稱為「澱粉鼻涕蟲」。
2. 我們推測「多醣能取代膠水」是因為多醣是直鏈結構，加熱後會分解出單醣（有氫氧基），與硼酸根離子形成交聯作用，因此能做出澱粉鼻涕蟲！
3. 澱粉加水加熱沒有硼酸根離子形成交聯作用，只會變成黏稠漿狀。
4. 硼砂水加越多，做出的澱粉鼻涕蟲越軟、展性越大。

三、殘渣桶鼻涕蟲變軟與沙士鼻涕蟲吃水的秘密（稀膠狀態）

1. 殘渣桶鼻涕蟲變軟的原因是因為長期泡水（硼砂水），泡超過一天就會產生變軟鼻涕蟲！
2. 鼻涕蟲放入水（硼砂水）加熱，能馬上產生變軟鼻涕蟲。
3. 沙士鼻涕蟲吃水的原因，我們推測是成分中的糖水協助水進入交聯作用結構中！
4. 膠水加水稀釋後，加入硼砂水製作鼻涕蟲會變軟不變黏、展性變佳、體積重量變大！
5. 我們將「和水結合導致鼻涕蟲變軟不變黏、展性變佳、體積重量變大的狀態」命名為「稀膠狀態」！
6. 「膠水加水稀釋、長期泡水、鼻涕蟲加水加熱、糖水鼻涕蟲加少量水攪拌」都會產生「稀膠狀態」！
7. 「稀膠狀態」和膠水稀釋量、泡水時間、接觸水的表面積、加熱、加糖水量等因素有關。當膠水稀釋越多、泡水時間越久、接觸水的表面積越多、進行加熱、添加糖水量越多，稀膠狀態越明顯。

四、沙士鼻涕蟲的應用

1. 沙士鼻涕蟲軟而不黏，適合拿來吹泡泡。
2. 運用沙士鼻涕蟲吃水效果，可進行飼養鼻涕蟲活動。
3. 沙士鼻涕蟲放入保麗龍膠瓶中擠壓書寫在投影片上，搭配 9V 電池、9V 電池扣、超高亮 LED 燈（晶片型 LED 燈）、銅片，能夠做出手繪電路的效果。

拾、心得

「鼻涕蟲可以導電嗎？」當初因為這句話，開啟我們一連串的實驗！在實驗中發現沙士鼻涕蟲變軟的效果，那時的我以為沙士鼻涕蟲有「魔法」，或是很複雜無法理解的原理。經過很多時間的實驗和研究，我們找出「魔法」的真正原因！雖然辛苦，但卻令我非常珍惜，覺得一切都是值得的！

實驗的過程真的很疲累，因為放學、假日，甚至下課時間都得繼續做科展！而且今年的主題比往年還要難做許多，有很多方向要嘗試！除了實驗繁多，完成自己做的實驗檢測裝置，就花了二個月，實驗裝置還要常常修理！清理實驗完的可怕鼻涕蟲黏液更是一種折磨，當測試很黏又稀的比例時，要不斷的用衛生紙一直擦才能清乾淨！做到後來，有一種「不想看到鼻涕蟲」的感覺！有一次將黏性檢測裝置帶回家修理，沒想到回家的時候，一不小心裝置滑了下去，裝置碎了！心也碎了！但也因為如此，讓所有人之間變得更有默契，更增添不少有趣的回憶！得到的成就感比往年更多！

這次科展實驗過程中，我們一直發現許多新現象，讓我們更開心的想找出背後的原因！同時這也是畢業前的最後一次科展，更讓我們珍惜這些回憶！感謝一路上支持我們的老師、同學和父母。因為有你們，我們才能完成這個艱難的任務！

拾壹、參考資料及其他

(附件一) 參考資料

	引用資料
1	陳佩正、梁哲霖、簡辛如、鄭景云(1999)。帶孩子走出教室 1。台北：世茂。
2	張佑慈、丁柔君、廖育婕、沐沙瑞、季瑞珠(2004)。好玩的鼻涕蟲-高分子聚合物與硼砂交聯作用性質之探討。中華民國第四十四屆中小學科學展覽會作品說明書。2013年12月1日，取自： http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/44/c08/080204.pdf
3	林愷博、林士傑、廖煒立、黃梓恩、王韋翔(2009)。QQ 變形蟲。中華民國第四十九屆中小學科學展覽會作品說明書。2013年12月1日，取自： http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/49/pdf/080207.pdf
4	李玟締、賴安萱(2010)。「零漬靈」—大家一起來玩黏巴達。中華民國第五十屆中小學科學展覽會作品說明書。2013年12月1日，取自： http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/50/pdf/080820.pdf
5	簡佑丞、游沂霖、林芯嫻、邱梓嫣、盧紀綱、林若婕(2013)。鼻涕蟲運動會。中華民國第五十三屆中小學科學展覽會作品說明書。2013年12月1日，取自： http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/53/pdf/080213.pdf
6	梁哲緯、黃子豪、王晨、鍾采珈、楊博丞、陳宇哲(2013)。跳動的鼻涕—水黏土的多元變化。中華民國第五十三屆中小學科學展覽會作品說明書。2013年12月1日，取自： http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/53/pdf/080202.pdf
7	自製水黏土~聚乙烯醇與硼砂的交聯作用(2008)。zfang の科學小玩意。2013年12月1日，取自： http://tw.myblog.yahoo.com/jw!pXwue4yIFhav2YOS.v0Afpc-/article?mid=1286&prev=1287&next=1285
8	變態的膠水---聚乙烯醇與硼砂的交聯作用(無日期)。中學化學示範實驗國立彰化師範大學理學院化學系。2013年12月1日，取自： http://blog.ncue.edu.tw/yangsp/doc/26876
9	鄧潔梨(2011)。2007 白沙化學驚奇秀(鼻涕蟲和彈性球)。中學化學示範實驗。2013年12月1日，取自： http://blog.ncue.edu.tw/sys/lib/read_attach.php?id=10795
10	Leah Buechley：怎樣「草畫」電路(2011年11月)。TED 演講。2013年12月1日，取自： http://www.ted.com/talks/lang/zh-tw/leah_buechley_how_to_sketch_with_electronics.html

(附件二) 歷屆全國科展作品有關鼻涕蟲檢測工具分析

	屆數 作品名稱	檢測方法	優缺點
黏性	44 屆 好玩的鼻涕蟲	以鼻涕蟲填滿瓶蓋，黏在壓克力板，下方輪流放螺帽，直到瓶蓋掉下來。	1. (優) 以瓶蓋固定鼻涕蟲體積形狀。 2. (缺) 以人力放置螺帽，易有誤差。 3. (缺) 只能測整數倍螺帽的重量。
	50 屆 零漬靈	將鼻涕蟲在海沙或綠豆中滾動，計算附著物的重量與百分比。	1. (缺) 因形狀沒有固定，易受表面積大小影響附著力。 2. (缺) 以人力讓物體附著，易有誤差。
延性	44 屆 好玩的鼻涕蟲	鼻涕蟲搓成 1cm，一端黏在尺規 0cm，一端黏在滾尺。移動滾尺至鼻涕蟲斷裂。	1. (缺) 體積形狀沒有固定。 2. (缺) 鼻涕蟲會黏住桌面，產生誤差。 3. (缺) 鼻涕蟲兩端不易黏在滾尺上。 4. (缺) 以手拉動滾尺，易有誤差。
	49 屆 QQ 變形蟲	鼻涕蟲取 20g，揉成 4cm。水平測量：夾子夾住鼻涕蟲，測量彈簧秤拉斷的數據。垂直測量：一端用彈簧秤勾，另一端掛夾子直至斷裂，測量長度。	1. (缺) 形狀沒有固定。 2. (缺) 鼻涕蟲會黏住桌面，產生誤差。 3. (缺) 以手拉動彈簧秤，易有誤差。 4. (缺) 鼻涕蟲以彈簧秤勾住或夾子夾住，易有誤差。
	53 屆 鼻涕蟲運動會	將 2 根 2cm 長吸管疊合 1cm，內填滿鼻涕蟲。吸管放桌上，左端固定，右端拉吸管至鼻涕蟲斷裂。	1. (優) 以吸管固定鼻涕蟲體積形狀。 2. (缺) 鼻涕蟲會黏住桌面，產生誤差。 3. (缺) 以手拉動吸管，易有誤差。
展性	44 屆 好玩的鼻涕蟲	鼻涕蟲壓成 0.5cm 厚，以瓶蓋取相同面積。放置於兩片壓克力板中，以手壓十秒，數鼻涕蟲蓋到幾格方格紙。	1. (優) 以瓶蓋固定鼻涕蟲體積形狀。 2. (缺) 以手壓重量，力道不穩定。 3. (缺) 數方格紙格子，面積不準確。
	49 屆 QQ 變形蟲	鼻涕蟲取 20g，揉成 2cm 圓球。放置於兩片壓克力板中，以砝碼重壓十秒，測鼻涕蟲展開半徑。	1. (缺) 重物集中壓中間，重量不均勻。 2. (缺) 壓出鼻涕蟲形狀應該為不規則橢圓，半徑測量不穩定。 3. (缺) 將重物拿走才測量半徑，鼻涕蟲可能回彈，導致形狀面積改變。
	50 屆 零漬靈	鼻涕蟲取 10g，用點滴瓶製成 1cm 厚度，放在方格切割墊上。以裝 100cc 水的燒杯重壓 1 分鐘，數鼻涕蟲蓋到幾格方格。	1. (缺) 重物集中壓中間，重量不均勻。 2. (缺) 數方格紙格子，面積不準確。 3. (缺) 將重物拿走才計算格子數，鼻涕蟲可能回彈，導致形狀面積改變。
	53 屆 鼻涕蟲運動會	鼻涕蟲取 2g，揉成圓球。放置方格紙上，以 100g 螺帽重壓 10 分鐘。移除螺帽，圈出鼻涕蟲形狀，刮除鼻涕蟲，計算圈出面積。	1. (缺) 重物集中壓中間，重量不均勻。 2. (缺) 人力計算方格紙面積不準確。 3. (缺) 將重物拿走才圈出形狀，鼻涕蟲可能回彈，導致形狀面積改變。

(附件三) 吹泡泡檢測裝置

我們想找出**延展性高又不黏手**的鼻涕蟲，想到可用**吹鼻涕蟲泡泡檢測**。希望找到能**固定鼻涕蟲體積和形狀**，又能**穩定吹出鼻涕蟲泡泡**的裝置。

			
用手吹鼻涕蟲泡泡，須一手壓吸管避免漏氣，一手在下托住鼻涕蟲	我們想到用 容器割洞裝鼻涕蟲 ，再用 粗吸管 插入瓶口吹氣。	我們到瓶瓶罐罐店購買適合使用的瓶罐，製作吹泡泡檢測裝置。	藥瓶 因為瓶身夠軟，鼻涕蟲不易沾黏，最適合當容器。
 (第二代)			 (第三代)
想以 鼓風機 代替人力吹泡泡，但吹泡泡需要細膩的力道，無法成功	我們測試開洞位置與吸管位置，發現 洞全開與吸管偏下 最適合。	將吸管剪成 U狀 ，可讓吹氣更容易朝上出去，吹泡泡效果更好。	完成固定鼻涕蟲體積和形狀，不需弄髒手的 吹鼻涕蟲泡泡裝置 。

(附件四) 鼻涕蟲泡水放置天數的影響

(一)、研究過程：

我們想測試**鼻涕蟲泡水（硼砂飽和水）放置天數的差異**。以 60ml 膠水與 60ml 硼砂飽和水製作鼻涕蟲，放進裝 200ml 溶液的玻璃杯中。每天紀錄硼砂水與鼻涕蟲的變化。

(二)、泡水（硼砂水）放置天數比較表

放置天數 泡溶液類型	第一天	第二天		第三天		第四天	
		泡水	泡硼砂水	泡水	泡硼砂水	泡水	泡硼砂水
溶液重	200	173.5	160.1	157.6	156.9	151.5	153.1
變軟鼻涕蟲	0	16.3	12.8	39.8	22.7	45.4	38.9
原始狀鼻涕蟲	105	88.3	99.7	76.8	92.4	72.6	77.9

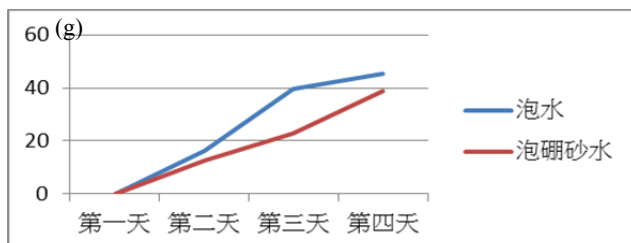


圖 77：放置天數變軟鼻涕蟲重量比較折線圖



圖 78：鼻涕蟲泡水和硼砂水比較放置天數差異



圖 79：放置一天後，就開始出現黏液狀鼻涕蟲

(四)、結論






- 鼻涕蟲**泡超過一天**，就會開始產生變軟鼻涕蟲。**泡越久，量越多**。
- 泡鼻涕蟲過程中，溶液和原始狀鼻涕蟲會漸漸減少，變軟鼻涕蟲漸漸變多。
- 泡水產生的變軟鼻涕蟲的量比泡硼砂水多，消耗的溶液和原始狀鼻涕蟲也比較多。

(附件五) 糖水量對糖水鼻涕蟲的影響

(一)、研究過程：

我們發現**糖水是影響鼻涕蟲產生「軟黏效果」的主因**。我們想檢測**糖水量**對於糖水鼻涕蟲的影響。我們調配 23% 的砂糖水溶液。在膠水 30ml 中加入不同糖水量，再加 30ml 硼砂飽和水。檢測「黏性、延性、展性」(測三次求平均) 與吹泡泡效果，進行紀錄。

(二)、糖水量比較圖表：

	0ml	30ml	50ml	70ml	90ml
黏性	黏不住	黏不住	148.3ml	170 ml	125 ml
延性	0 cm	7.1cm	7.9 cm	11.9 cm	23.0 cm
展性	37.3 cm ²	57.2 cm ²	112.8 cm ²	130.9 cm ²	155.5 cm ²
觸感	不黏、硬脆	不黏、硬脆	稍黏、稍軟	稍黏、軟	較黏、較軟
成品照片					

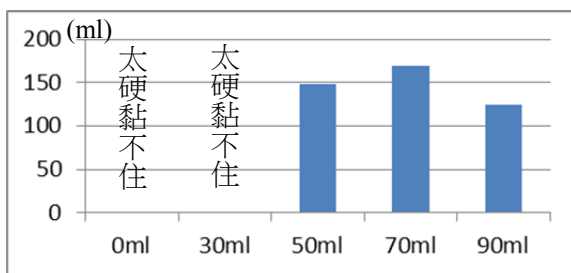


圖 80：糖水量黏性檢測比較長條圖

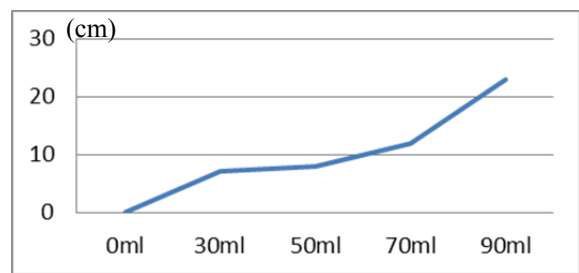


圖 81：糖水量延性檢測比較折線圖

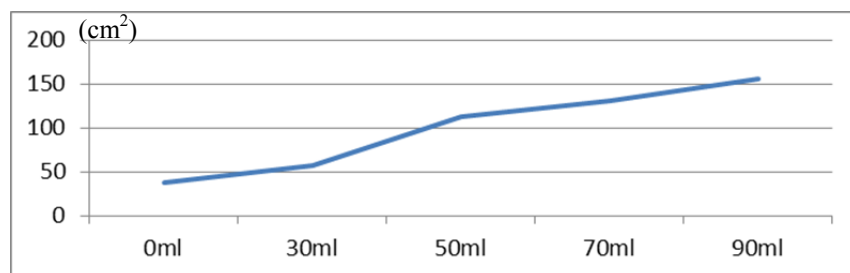


圖 82：糖水量展性檢測比較折線圖

(三)、結論

1. 糖水量越多，鼻涕蟲越黏、越軟、越有延展性。
2. 糖水量和沙土量對鼻涕蟲有相同的影響性，表示**糖水是影響沙土鼻涕蟲的主因**。



圖 83：以果汁機調配不同濃度的糖水



圖 84：糖水量越多，鼻涕蟲越黏、越軟



圖 85：以糖水鼻涕蟲進行黏性檢測

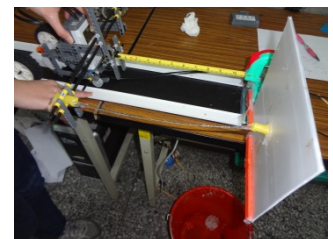










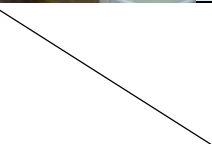
圖 86：以糖水鼻涕蟲進行延性檢測

(附件六) 膠水稀釋量對鼻涕蟲的影響

(一)、研究過程：

我們發現膠水先加水稀釋，再加硼砂飽和水，仍然可以做出鼻涕蟲，而且鼻涕蟲會變軟、體積重量變大，但不會變黏。我們想測試究竟**膠水可以稀釋到什麼程度！**我們在膠水 30ml 中加入不同水量，再加 30ml 硼砂飽和水，記錄鼻涕蟲的變化。

(二)、膠水稀釋量比較表

	0 ml (不稀釋)	加 30 ml 水	加 60 ml 水	加 90 ml 水	加 120 ml 水
鼻涕蟲成形	是	是	是	是	否
觸感	硬脆、不黏手	稍硬、不黏手	軟、稍黏	超軟、水嫩	軟、像水狀
鼻涕蟲重量	29.1g	68.2g	88.7g	89.5g	32.5g
成品照片					
吹泡泡	太硬 無法吹泡泡				

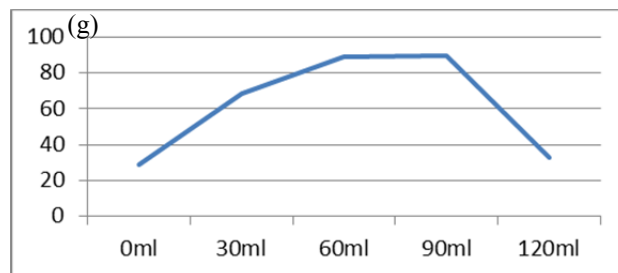


圖 87：膠水稀釋量重量增加折線圖

(三)、結論

1. 膠水加水稀釋製作出的鼻涕蟲，**加水稀釋越多，做出的鼻涕蟲越軟、體積越大、重量越重、但不會增加黏性**，摸起來很滑、水嫩。
2. **膠水加水稀釋製作的鼻涕蟲會產生變軟、體積變大、重量變重的效果**，我們將它命名為「**稀膠狀態**」。但「稀膠狀態」並不會讓鼻涕蟲變黏，所以和糖水造成的「軟黏效果」不相同。
3. 膠水加水的混和物會決定鼻涕蟲的大小。
4. **膠水加水稀釋有極限值**，體積重量不會無限增大，當加水至 **120ml** 只能做出小隻鼻涕蟲。



圖 88：膠水加 90ml 水稀釋後做的鼻涕蟲



圖 89：膠水加水稀釋的鼻涕蟲會變軟

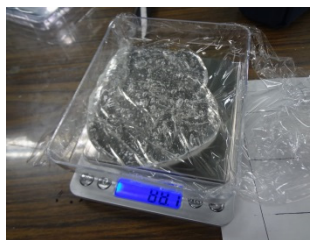


圖 90：將鼻涕蟲放在電子磅秤上測量增加重量



圖 91：加 120ml 稀釋做出的鼻涕蟲很小一隻

(附件七) 各種鼻涕蟲分段加硼砂水的效果

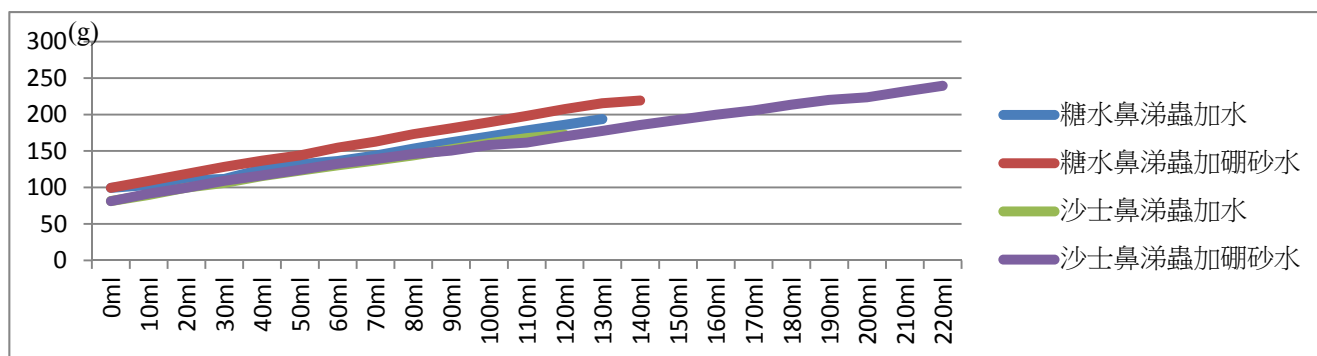
(一)、研究過程：

我們發現沙士鼻涕蟲分段加硼砂水攪拌後，硼砂水會消失。**其他的鼻涕蟲是否會產生這種效果嗎？**我們決定使用**正常鼻涕蟲**和**糖水鼻涕蟲**做相同的測試進行比較！

(二)、鼻涕蟲種類比較表

鼻涕蟲種類	正常鼻涕蟲		沙士鼻涕蟲		糖水鼻涕蟲	
	加水	加硼砂飽和水	加水	加硼砂飽和水	加水	加硼砂飽和水
製作方法	30ml 膠水 30ml 硼砂飽和水		膠水 30ml、沙士 25ml、 硼砂飽和水 40ml		膠水 30ml、23%糖水 70ml、硼砂飽和水 30ml	
攪拌後溶液消失	無	無	有	有	有	有
加至無法成形之量	無	無	120ml	220ml	130ml	140ml

(三)、分段加水重量增加折線表



(四)、結論

1. **沙士鼻涕蟲**和**糖水鼻涕蟲**加入水(硼砂飽和水)攪拌後，都會產生水(硼砂飽和水)消失，鼻涕蟲變大、變軟、體積重量變大的效果(稀膠狀態)，**正常鼻涕蟲則不會！**
2. 沙士和糖水中的「糖」是引起稀膠狀態的主因。
3. 加入硼砂飽和水都能夠比加入水融入更多的溶液才會無法成形。



圖 92：未加水的糖水鼻涕蟲的長相



圖 93：慢慢加 30ml 硼砂水攪拌已經開始變軟



圖 94：加入硼砂水 130 ml 攪拌後變很軟很大



圖 95：加入硼砂水 140 ml 攪拌已經軟到撈不起來



圖 96：糖水鼻涕蟲加水攪拌後進行展性實驗



圖 97：糖水鼻涕蟲加越多水，展性效果越佳

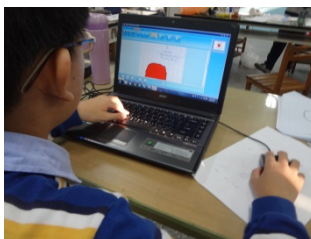


圖 98：以電子顯微鏡軟體測量展性面積大小

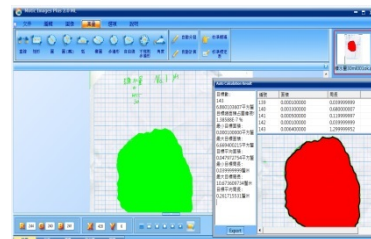


圖 99：電子顯微鏡軟體「Motic Images Plus 2.0」

【評語】 080216

本研究能參考先前的研究主題，修正製作檢測工具並作系統性的探究和應用，設計相關實驗探討沙士與醣對鼻涕蟲的交聯作用，具有創意。建議沙士鼻涕蟲應用在手繪電路時，需進一步探討是否會吸引螞蟻，以提高應用的可行性。