中華民國第55屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組　物理科

080102

未來式電梯

學校名稱：臺中市梧棲區大德國民小學

作者：	指導老師：
小六 陳玟婷	黃玟菱
小六 楊子萱	葉于菁
小六 李昀潔	
小六 王玉嬋	
小六 卓詩婷	

關鍵詞：葡萄、汽水、浮沉現象

摘要

本研究主要觀察葡萄在汽水中吸附二氧化碳氣泡而上升下降的浮沉現象，因此我們構想如果能研究出讓葡萄在汽水中穩定移動的條件，或許我們可以建構出不用電力也不用鋼索的未來式電梯藍圖。

當我們選用蘋果西打作為實驗用的汽水，並控制葡萄的變因，以及以半剝皮葡萄的方式呈現，則效果最佳；若要藉由鹽析效應與小蘇打水與檸檬酸產生二氧化碳的方式時，同樣的控制葡萄的變因，將葡萄以不剝皮的方式呈現時效果最佳；使用小蘇打水加醋也可以讓葡萄有上下浮沉的現象；當在葡萄外表塗上指甲油可讓較多的氣泡吸附，但是必須克服移動次數少的問題。最終我們發現最佳的條件為：８公克且密度大於或等於１的半剝皮的葡萄配合蘋果西打的浮沉效果最佳。

壹、研究動機

第一次與老師討論科展的主題時，老師與我們分享很多歷屆作品，並且告知我們主題要選自己有興趣的題材，如此研究起來才會有熱情，所以我們五個便分頭蒐羅主題。

在看過各種資料後，我們始終找不到靈感。偶然間，有一位同學分享了電影-「攔截記憶碼」(Total Recall)，電影裡的畫面出現了酷炫的電梯，在不使用電力與鋼索的情況下，電梯可以在立體空間中上下、左右、前後移動。我們聽到後都感到很新奇且也想看看電影畫面，而在一旁聆聽的老師則認為這可以是研究的題材，所以我們便著手蒐集更多的資料。

在上網搜集資料的過程中，我們發現了一個關於葡萄在汽水中上升下降的遊戲，這遊戲啟發了我們的靈感，因為汽水所釋出的二氧化碳會附著在葡萄表面，使得葡萄因為氣體的附著或消散而呈現上下移動。而五上時，我們在自然課學過氧氣和二氧化碳的產生方式，所以我們試想如果可以改變產氣方式，或是改變其他更多的變因，或許可以讓葡萄的浮沉現象更顯著。而我們只要能研究出更多讓葡萄在汽水中移動的變因，並且控制住相關變因，或許我們真的可以發現構成未來式電梯初步條件，所以我們懷抱著未來式電梯的構想進行研究。

貳、研究目的

一、探討葡萄在不同汽水中的浮沉效果
二、探討葡萄在不同產氣效果中的浮沉現象
三、探討不剝皮、半剝皮與全部剝皮的葡萄在汽水中的浮沉效果
四、探討溫度對葡萄在汽水中的浮沉效果
五、探討不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉效果(加入汽水中)
六、探討塗抹不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉效果(改變葡萄表面狀態)
七、探討葡萄浮沉的最佳條件

參、研究設備及器材

設備：電腦、照相機、電磁爐、鍋子、大容器、溫度計、燒杯、量筒、攪拌棒、電子秤、水桶、水、抹布、紀錄紙、直尺、計算機、筆、碼表

材料：葡萄、雪碧、可樂、蘋果西打、維他露 P、沙士、雙氧水、紅蘿蔔、小蘇打粉、醋、可樂、曼陀珠、食鹽、指甲油、防曬油、冰塊

肆、研究過程或方法

【實驗一】探討葡萄在不同汽水中的浮沉效果

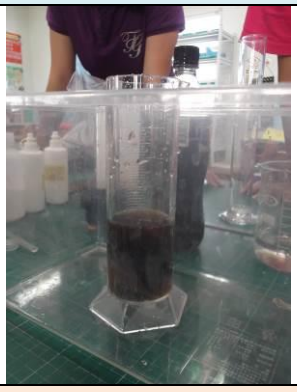
在網路上看到的葡萄在汽水中浮沉的遊戲中，因為汽水所釋出的二氧化碳會附著在葡萄表面，使得葡萄因為氣體的附著或消散而呈現上下移動。但是，我們發現該遊戲只有使用一種汽水飲料，因此我們首先試想，不同品牌的碳酸汽水所產生二氧化碳的速度是否不一樣。所以我們蒐集了市面上常見的五種碳酸汽水，包含：雪碧、可樂、蘋果西打、維他露 P 和沙士。我們控制了葡萄重量、汽水量和觀察時間，以便更準確的觀察葡萄在汽水中浮沉的效果。其中，我們選擇 10 公克的葡萄、100 毫升的汽水以及將時間控制為 20 分鐘；而葡萄浮沉次數的衡量方式則為葡萄從汽水表面下沉再上升則計算為一次。

實驗一：探討葡萄在不同汽水中的浮沉效果	
◎學生利用電子秤逐一測量葡萄的重量	◎測量完重量的葡萄逐一擺放在紀錄紙上，以方便實驗拿取
◎觀察葡萄在雪碧中的浮沉次數	◎觀察葡萄在可樂中的浮沉次數

◎觀察葡萄在蘋果西打中的浮沉次數	◎觀察葡萄在維他露 P 中的浮沉次數
◎觀察葡萄在沙士中的浮沉次數	

【實驗二】探討葡萄在不同產氣效果中的浮沉現象

根據實驗一的結果得知，葡萄在蘋果西打汽水中的浮沉現象最明顯，所以我們以蘋果西打汽水做為研究的基準。但我們試想，在科學實驗中，能產氣的方式不只是汽水的二氧化碳而已，如果有其他的產氣方式比汽水效果更好，那實驗的結果會更接近理想狀態，所以我們也實驗了其他的產氣方式，包括：雙氧水加紅蘿蔔、可樂加曼陀珠以及小蘇打水加醋，其中，本實驗的小蘇打水皆調配成飽和溶液。而我們根據不同的產氣方式，觀察葡萄在期間的浮沉次數，而葡萄浮沉次數的衡量方式則為葡萄從汽水表面下沉再上升則計算為一次。

實驗二：探討葡萄在不同產氣效果中的浮沉現象	
	
◎產氣方式為雙氧水加紅蘿蔔，觀察葡萄在其中的浮沉次數。其中，取 90 毫升的雙氧水和 30 公克的紅蘿蔔做實驗	◎產氣方式為可樂加曼陀珠，觀察葡萄在其中的浮沉次數。其中，取 100 毫升的可樂和 4 顆曼陀珠做實驗。因為可樂加曼陀珠的產氣方式可能會產生激烈反應，所以將量筒放置在大容器中觀察

◎產氣方式為小蘇打水加醋，觀察葡萄在其中的浮沉次數。其中，取小蘇打水 90 毫升和 10 毫升的醋做實驗	◎產氣方式為小蘇打水加醋，觀察葡萄在其中的浮沉次數。其中，取小蘇打水 80 毫升和 20 毫升的醋做實驗

【實驗三】探討不剝皮、半剝皮與全部剝皮的葡萄在汽水中的浮沉效果

由實驗二的結果得知，要觀察葡萄在液體中的浮沉效果，以蘋果西打的產氣效果最佳。所以往後的實驗，我們皆以蘋果西打汽水為產氣的基準。為了讓實驗結果更準確，我們控制了更多的變因，包括：浮沉次數、浮沉距離、葡萄重量、葡萄體積以及葡萄密度。此外，我們也想知道葡萄外皮是否會影響葡萄的浮沉效果，所以在變因相同的情況下，我們也觀察了不剝皮、半剝皮以及全部剝皮的葡萄的浮沉現象，其中，葡萄浮沉次數的衡量方式則為葡萄從汽水表面下沉再上升則計算為一次。

實驗三：探討不剝皮、半剝皮與全部剝皮的葡萄在汽水中的浮沉效果	
◎觀察不同重量、體積、密度的葡萄，在不剝皮的情況下，在蘋果西打汽水中的浮沉次數與距離	◎觀察不同重量、體積、密度的葡萄，在半剝皮的情況下，在蘋果西打汽水中的浮沉次數與距離
◎觀察不同重量、體積、密度的葡萄，在全部剝皮的情況下，在蘋果西打汽水中的浮沉次數與距離	

【實驗四】探討溫度對葡萄在汽水中的浮沉效果

在實驗三的結果中，我們觀察了不剝皮、半剝皮以及全部剝皮的葡萄在蘋果西打汽水中的浮沉現象。除此之外，我們也想知道，環境溫度是否也會影響葡萄的浮沉。所以我們分別將不剝皮、半剝皮和全部剝皮的葡萄放置在裝有蘋果西打汽水的量筒中，並將量筒置於熱水(攝氏 75 度)或冰水(攝氏 0 度)中，以觀察其葡萄的浮沉效果，其中，葡萄浮沉次數的衡量方式則為葡萄從汽水表面下沉再上升則計算為一次。

實驗四：探討溫度對葡萄在汽水中的浮沉效果	
◎將不剝皮、半剝皮和全部剝皮的葡萄放置在裝有蘋果西打汽水的量筒中，並將量筒置於熱水(攝氏 75 度)中，以觀察其葡萄的浮沉效果	◎將不剝皮、半剝皮和全部剝皮的葡萄放置在裝有蘋果西打汽水的量筒中，並將量筒置於冰水(攝氏 0 度)中，以觀察其葡萄的浮沉效果

【實驗五】探討不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉效果(加入汽水中)

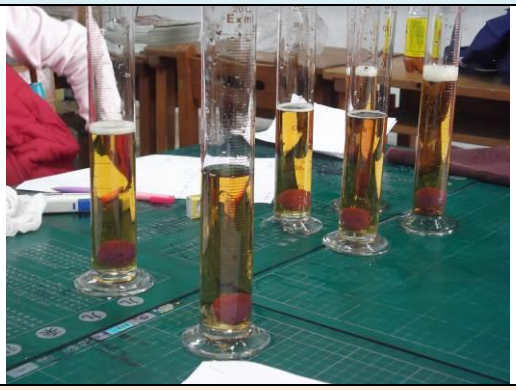
在實驗三中，我們觀察了不剝皮、半剝皮以及全部剝皮的葡萄在蘋果西打汽水中的浮沉現象；而在實驗四中，我們觀察了環境溫度是否也會影響葡萄的浮沉。所以我們綜合了實驗三和實驗四的實驗結果，進一步想知道，在蘋果西打中加入添加物改變蘋果西打汽水的產氣方式，是否會影響葡萄的浮沉效果，所以我們加入了食鹽和小蘇打做實驗，其中，分別加入飽和的食鹽水和小蘇打水以及固態的食鹽和小蘇打粉，觀察不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉次數，而葡萄浮沉次數的衡量方式則為葡萄從汽水表面下沉再上升則計算為一次。

實驗五：探討不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉效果(加入汽水中)	
◎飽和的食鹽水和小蘇打水	◎觀察不同重量、體積、密度的葡萄，在不

	剝皮、半剝皮和全部剝皮的情況下，在蘋果西打汽水中分別加入飽和的食鹽水和小蘇打水以及固態的食鹽和小蘇打粉時，其葡萄的的浮沉次數與距離

【實驗六】探討塗抹不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉效果(改變葡萄表面狀態)

在實驗三的結果中，我們觀察了不剝皮、半剝皮以及全部剝皮的葡萄在蘋果西打汽水中的浮沉現象。除此之外，我們也想知道，改變葡萄的表面狀態是否也會影響葡萄的浮沉，所以我們分別在不剝皮、半剝皮和全部剝皮葡萄的表面塗上防曬油或指甲油，以觀察葡萄的浮沉次數，其中，葡萄浮沉次數的衡量方式則為葡萄從汽水表面下沉再上升則計算為一次。

實驗六：探討塗抹不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉效果(改變葡萄表面狀態)	
	
◎觀察不同重量、體積、密度的葡萄，在不剝皮、半剝皮和全部剝皮的情況下，分別在葡萄表面塗上防曬油，其葡萄的的浮沉次數與距離	◎觀察不同重量、體積、密度的葡萄，在不剝皮、半剝皮和全部剝皮的情況下，分別在葡萄表面塗上指甲油，其葡萄的的浮沉次數與距離

【實驗七】探討葡萄浮沉的最佳條件

在實驗七中，我們根據實驗一至實驗六的結果發現，想要透過葡萄浮沉的現象以建構未來式電梯的藍圖時，可以從兩個方向進行實驗：(1)以蘋果西打汽水為基準，控制好葡萄的重量、體積和密度，以及以半剝皮葡萄的方式進行實驗。(2)以蘋果西打汽水為基準，控制好葡萄的重量、體積和密度，分別加入飽和食鹽水和小蘇打水，以不剝皮葡萄的方式進行實驗。其中我們為了達到符合未來式電梯的可控性，能夠讓葡萄浮至液體表面或沉至量筒底部，所以當葡萄浮至液體表面時，我們以震動的方式讓葡萄表面的氣泡逸散，使葡萄沉至量筒底部，之後在量筒底部的葡萄會產生新的成核位置，使得氣泡吸附讓葡萄再次上升，此為第一部分的實驗；在第二部分的實驗中，當以震動方式讓葡萄沉至量筒底部時，則各別加入飽和食鹽水和小蘇打水，讓葡萄浮至液體表面，而葡萄次數的衡量方式：葡萄從汽水表面下沉至量筒底部再上升至液體表面則計算為一次。

實驗七：探討葡萄浮沉的最佳條件	
◎控制葡萄的重量、體積和密度，分別觀察葡萄在蘋果西打汽水中浮沉的次數	◎控制葡萄的重量、體積和密度，分別觀察葡萄在蘋果西打汽水中浮沉的次數，其中各別加入飽和食鹽水和小蘇打水

伍、研究結果

【實驗一】探討葡萄在不同汽水中的浮沉效果

在實驗一中，我們選擇五種市面上常見的碳酸汽水：雪碧、可樂、蘋果西打、維他露 P 和沙士，並將汽水控制為 100 毫升。我們也初步先觀察 10 公克的葡萄，並將時間控制為 20 分鐘，以觀察葡萄在五種汽水中的浮沉次數，其中，葡萄浮沉次數的衡量方式則為葡萄從汽水表面下沉再上升則計算為一次。

實驗一：探討葡萄在不同汽水中的浮沉效果					單位：次數
飲料	雪碧	可樂	蘋果西打	維他露 P	沙士
浮沉	3	16	15	22	3
說明	氣泡容易破裂，葡萄浮沉次數少。	葡萄的浮沉次數多，但是大多在汽水的上層小幅度移動。	汽水倒入量筒時的氣泡很多，且葡萄的浮沉次數多，而葡萄大多在汽水中呈現大幅度移動，有時還會沉至量筒底層。	葡萄的浮沉次數多，但是大多在汽水的上層小幅度移動或滾動。	汽水倒入量筒時的氣泡雖然很多，但是葡萄的浮沉次數少。

結果：由五種碳酸汽水的實驗結果可知，葡萄在可樂、蘋果西打和維他露 P 中的浮沉效果最明顯。其中葡萄在蘋果西打汽水中的移動效果較佳，大部分呈現大幅度的移動，其葡萄會由汽水的上層移至中層，更甚者沉至底層，效果較可樂和維他露 P 汽水明顯，所以往後的實驗我們皆以蘋果西打作為研究的基準。

【實驗二】探討葡萄在不同產氣效果中的浮沉現象

根據實驗一的結果得知，葡萄在蘋果西打汽水中的浮沉現象最明顯。但我們試想，在科學實驗中，能產氣的方式不只是汽水的二氧化碳而已，如果有其他的產氣方式比汽水效果更好，也能讓葡萄的浮沉效果更明顯，那麼實驗的結果會更接近理想狀態。所以我們也實驗了其他的產氣方式，包括：雙氧水加紅蘿蔔、可樂加曼陀珠以及小蘇打水加醋，其中，本實驗的小蘇打水皆調配成飽和溶液。而我們根據不同的產氣方式，觀察葡萄在期間的浮沉次數，而葡萄浮沉次數的衡量方式則為葡萄從汽水表面下沉再上升則計算為一次。

實驗二：探討葡萄在不同產氣效果中的浮沉現象					單位：次數
產氣方式	100 毫升的蘋果西打	90 毫升的雙氧水和 30 公克的紅蘿蔔	100 毫升的可樂加 4 顆曼陀珠	小蘇打水 90 毫升和 10 毫升的醋	小蘇打水 80 毫升和 20 毫升的醋
浮沉	15	0	0	5	7
說明	研究的基準	雙氧水加紅蘿蔔雖然有產氣效果，但是紅蘿蔔浮在汽水上層，佔據葡萄浮沉的空間，所以葡萄只能沉在底層，沒有浮沉現象。	在可樂中加入曼陀珠未見激烈的產氣效果，也無法讓葡萄有上下浮沉的效果。	以小蘇打水加醋的方式可以產生較多的氣體，葡萄也有明顯的浮沉效果。	改變小蘇打水和醋的比例之後，液體可以產生更多的氣體，而且葡萄的浮沉次數更多。

結果：除了汽水的其他產氣效果中，以小蘇打水加醋的溶液中，葡萄的浮沉現象最為明顯。但效果仍不及蘋果西打汽水佳，因此，我們以蘋果西打汽水做為最終的研究基準。

【實驗三】探討不剝皮、半剝皮與全部剝皮的葡萄在汽水中的浮沉效果

在實驗三中，我們以蘋果西打汽水做為產氣的基準，而且控制了更多的變因，包括：浮沉次數、浮沉距離、葡萄重量、葡萄體積以及葡萄密度。以更進一步觀察不剝皮、半剝皮以及全部剝皮的葡萄是否會影響浮沉現象，其中，葡萄浮沉次數的衡量方式則為葡萄從汽水表面下沉再上升則計算為一次。

實驗三：探討不剝皮、半剝皮與全部剝皮的葡萄在汽水中的浮沉效果								
重量單位：公克　體積單位：立方公分　密度單位：公克/立方公分　距離單位：公分								
重量	體積	密度	不剝皮葡萄		半剝皮葡萄		全部剝皮葡萄	
			距離	次數	距離	次數	距離	次數

5	4	1.25	10	1	7	2	0	0
5	6	0.833	0	0	2.25	4	10	1
6	6	1	0	0	8.7	6	0	0
6	6	1	0	0	8.1	12	0	0
7	8	0.875	0.9	33	6.4	6	0	0
7	8	0.875	7.1	2	10	1	0	0
8	8	1	1.6	2	10	3	0	0
8	8	1	0	0	5.7	19	7.7	3
9	8	1.125	6	9	7.8	4	0	0
9	8	1.125	6.2	14	8	4	0	0
10	10	1	2.1	8	4.1	16	0	0
10	8	1.25	0.4	13	5.4	20	0	0
11	12	0.917	1.4	7	5.4	4	0	0
11	12	0.917	0	0	3.6	6	0	0
12	12	1	0	0	5.2	9	9.3	5
12	10	1.2	0	0	3.5	12	4.8	8
13	10	1.3	0	0	8.1	12	0	0
13	14	0.929	0	0	5.3	2	0	0

【實驗四】探討溫度對葡萄在汽水中的浮沉效果

根據實驗三的結果，我們進一步想知道環境溫度是否也會影響葡萄的浮沉。所以我們分別將不剝皮、半剝皮和全剝皮的葡萄放置在裝有蘋果西打汽水的量筒中，並將量筒置於熱水(攝氏 75 度)或冰水(攝氏 0 度)中，以觀察其葡萄的浮沉效果，其中，葡萄浮沉次數的衡量方式則為葡萄從汽水表面下沉再上升則計算為一次。

實驗四：探討溫度對葡萄在汽水中的浮沉效果

重量單位：公克　體積單位：立方公分　密度單位：公克/立方公分　距離單位：公分

	重量	體積	密度	不剝皮葡萄		半剝皮葡萄	
				距離	次數	距離	次數
熱水	8	8	1	0.1	1	0	0
	8	8	1	0	0	0	0
	8	6	1.333	0	0	0	0
	8	8	1	0.4	2	0	0
	9	8	1.125	0	0	0	0
	9	8	1.125	0	0	0	0
	9	8	1.125	0	0	0	0
	9	8	1.125	4.1	10	0	0
	10	10	1	0.4	1	0	0

	10	10	1	0.4	2	0	0
	10	11	0.909	0	0	0	0
	10	10	1	0	0	0	0
冰水	8	8	1	0	0	0	0
	8	8	1	0	0	0	0
	8	8	1	0	0	0	0
	8	8	1	5.4	2	0	0
	9	8	1.125	0	0	0	0
	9	8	1.125	0	0	0	0
	9	9	1	0	0	0	0
	9	9	1	0	0	0	0
	10	10	1	0	0	0	0
	10	10	1	0	0	8	1
	10	10	1	0	0	0	0
	10	11	0.909	0	0	0	0
◎註：在熱水或冰水的環境下，全剝皮葡萄浮沉的移動次數和距離皆為 0。							

【實驗五】探討不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉效果(加入汽水中)

根據實驗三和實驗四的結果，我們進一步想知道在蘋果西打中加入添加物改變蘋果西打汽水的產氣方式，是否會影響葡萄的浮沉效果，所以我們加入了食鹽和小蘇打粉做實驗，其中分別加入飽和的食鹽水和小蘇打水以及固態的食鹽(5 公克)和小蘇打粉(5 公克)，觀察不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉次數，而葡萄浮沉次數的衡量方式則為葡萄從汽水表面下沉再上升則計算為一次。

實驗五：探討不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉效果(加入汽水中) 重量單位：公克　體積單位：立方公分　密度單位：公克/立方公分　距離單位：公分							
	重量	體積	密度	不剝皮葡萄		半剝皮葡萄	
				距離	次數	距離	次數
食鹽水	8	8	1	5.4	11	0	0
	8	6	1.333	5	5	0	0
	8	8	1	7.1	11	0	0
	8	6	1.333	9.4	6	10	1
	9	8	1.125	4.4	25	5.4	1
	9	8	1.125	0.3	4	0	0
	9	9	1	10	2	0	0
	9	9	1	6.2	6	4.9	3
	10	10	1	4.1	5	5.8	4
	10	10	1	8	1	0	0
	10	10	1	3	4	4.6	8

	10	10	1	1	1	3.2	13
小蘇打水	8	8	1	7.4	6	4.5	4
	8	10	0.8	2.8	8	0	0
	8	8	1	6.3	10	7.7	9
	8	9	0.889	2.7	4	5.9	14
	9	6	1.5	6	2	0	0
	9	6	1.5	7.4	4	6.4	1
	9	8	1.125	3.8	20	4.6	5
	9	9	1	4.1	16	10	2
	10	9	1.111	7.3	12	10	2
	10	10	1	10	1	4.7	13
	10	8	1.25	4.5	13	4.7	6
	10	8	1.25	6.8	9	5.6	4
食鹽	8	8	1	1	2	2.4	9
	8	8	1	0.1	1	7.4	10
	8	10	0.8	2.7	3	0	0
	8	8	1	0	0	6.2	2
	9	9	1	0	0	0	0
	9	10	0.9	0	0	1.4	14
	9	8	1.125	0	0	0	0
	9	10	0.9	0	0	0	0
	10	10	1	0	0	0	0
	10	10	1	0	0	0	0
	10	10	1	0	0	5	2
	10	10	1	10	2	10	1
小蘇打粉	8	6	1.333	0	0	7.1	7
	8	9	0.889	2.2	6	4.5	10
	8	8	1	4.2	22	4.1	15
	8	9	0.889	6.6	1	6.9	11
	9	8	1.125	0	0	0	0
	9	8	1.125	2.3	4	0	0
	9	8	1.125	7.7	3	0	0
	9	9	1	5.4	2	0	0
	10	7	1.429	0	0	0	0
	10	10	1	0	0	0	0
	10	10	1	10	1	0	0
	10	8	1.25	3.4	4	0	0

◎註：在全剝皮葡萄的蘋果西打中加入食鹽水、小蘇打水、食鹽或小蘇打粉，葡萄浮沉的移動距離和次數皆不佳。

【實驗六】探討塗抹不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉效果(改變葡萄表面狀態)

在實驗六中，我們想知道改變葡萄的表面狀態是否也會影響葡萄的浮沉，所以我們分別在不剝皮、半剝皮和全剝皮葡萄的表面塗上防曬油或指甲油，以觀察葡萄的浮沉效果，其中，葡萄浮沉次數的衡量方式則為葡萄從汽水表面下沉再上升則計算為一次。

實驗六：探討塗抹不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉效果(改變葡萄表面狀態) 重量單位：公克　體積單位：立方公分　密度單位：公克/立方公分　距離單位：公分							
	重量	體積	密度	不剝皮葡萄		半剝皮葡萄	
				距離	次數	距離	次數
防曬油	8	6	1.333	0	0	1.6	4
	8	7	1.143	0	0	3	1
	8	7	1.143	0	0	1.5	7
	8	8	1	0	0	0	0
	9	8	1.125	0	0	0	0
	9	8	1.125	0	0	0	0
	9	8	1.125	0	0	0	0
	9	8	1.125	0	0	0	0
	10	10	1	0	0	0	0
	10	10	1	0	0	0	0
	10	10	1	0	0	0	0
	10	8	1.25	0	0	0	0
指甲油	8	9	0.889	10	1	0	0
	8	7	1.143	10	1	0	0
	8	7	1.143	10	1	0	0
	8	8	1	10	1	0	0
	9	6	1.5	10	1	0	0
	9	9	1	10	1	0	0
	9	8	1.125	6.3	3	0	0
	9	8	1.125	10	1	0	0
	10	10	1	10	1	4.7	4
	10	8	1.25	6.7	3	10	1
	10	8	1.25	10	1	10	1
	10	8	1.25	10	1	10	1
◎註：在全剝皮葡萄的表面塗上防曬油或指甲油，葡萄浮沉的距離和次數皆不佳。							

【實驗七】探討葡萄浮沉的最佳條件

在實驗七中，我們根據實驗一至實驗六的結果發現，想要透過葡萄浮沉的現象以建構未來式電梯的藍圖時，可以從兩個方向進行實驗：(1)以蘋果西打汽水為基準，控制好葡萄的重

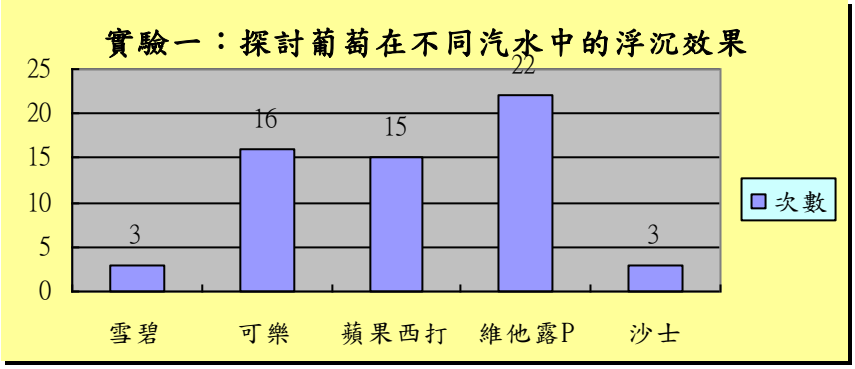
量、體積和密度，以及以半剝皮葡萄的方式進行實驗。(2)以蘋果西打汽水為基準，控制好葡萄的重量、體積和密度，分別加入飽和食鹽水和小蘇打水，以不剝皮葡萄的方式進行實驗。其中我們為了達到符合未來式電梯的可控性，能夠讓葡萄浮至液體表面或沉至量筒底部，所以當葡萄浮至液體表面時，我們以震動的方式讓葡萄表面的氣泡逸散，使葡萄沉至量筒底部，之後在量筒底部的葡萄會產生新的成核位置，使得氣泡吸附讓葡萄再次上升，此為第一部分的實驗；在第二部分的實驗中，當以震動方式讓葡萄沉至量筒底部時，則各別加入飽和食鹽水和小蘇打水，讓葡萄浮至液體表面，而葡萄次數的衡量方式：葡萄從汽水表面下沉至量筒底部再上升至液體表面則計算為一次。

實驗七：探討葡萄浮沉的最佳條件 重量單位：公克　體積單位：立方公分　密度單位：公克/立方公分			
實驗 7-1：以蘋果西打汽水為基準，觀察半剝皮葡萄的浮沉次數			
重量	體積	密度	次數
8	8	1	10
9	8	1.125	6
10	10	1	3
實驗 7-2：以蘋果西打汽水為基準，加入飽和食鹽水觀察不剝皮葡萄的浮沉次數			
重量	體積	密度	次數
8	7	1.143	7
9	8	1.125	3
10	8	1.25	2
實驗 7-3：以蘋果西打汽水為基準，加入飽和小蘇打水觀察不剝皮葡萄的浮沉次數			
重量	體積	密度	次數
8	7	1.143	8
9	8	1.125	4
10	9	1.111	3

陸、討論

討論一：探討葡萄在不同汽水中的浮沉效果

本實驗的實驗原理是：放一顆葡萄到汽水裡，會看到葡萄在汽水中出現浮沉現象。這是因為葡萄的表面提供了許多成核位置，因此會有二氧化碳氣泡在表面形成。當足夠的二氧化碳形成時，它的浮力就會使葡萄浮起，但一旦氣泡離開葡萄表面後，它就會沉下去了，如此浮浮沉沉，完全是藉由二氧化碳吸附在葡萄表面的力量。所以藉由此實驗原理，我們想知道控制哪些相關變因可以讓葡萄的浮沉現象更明顯，進而建構出不用電力也不用鋼索的未來式電梯藍圖。

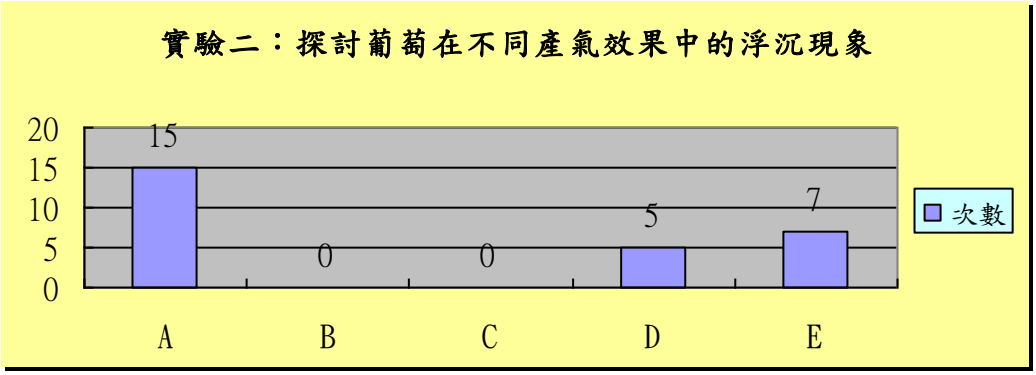


首先，我們想知道市面上常見的五種飲料品牌中，哪一種飲料所產生的二氧化碳能讓葡萄的浮沉效果最明顯。由實驗結果可以知道，葡萄在雪碧和沙士中的浮沉效果最少，而在可樂、蘋果西打和維他露 P 中的浮沉效果最明顯。其中，又以葡萄在維他露 P 汽水中的浮沉次數最多，但是，我們同時也觀察到，葡萄大多是在維他露 P 汽水的上層小幅度移動或滾動，甚少沉至底層，所以我們認為維他露 P 汽水不適合用來此次實驗。

此外，葡萄在可樂和蘋果西打汽水中的浮沉次數相近。但是葡萄在可樂中大多在汽水的上層小幅度移動；相反的，葡萄在蘋果西打汽水中呈現大幅度移動，有時還會沉至量筒底層，所以我們認為蘋果西打汽水最適合用以本次實驗。

討論二：探討葡萄在不同產氣效果中的浮沉現象

本質上，汽水其實只是一瓶二氧化碳的水溶液，把大約 2~3 大氣壓的二氧化碳密封在糖水裡，就會有部分的二氧化碳氣體溶解在水中。而汽水在開瓶之後，液面上二氧化碳的壓力就會急遽下降(減少為大氣壓)。汽水瓶內為了要重新取得平衡，二氧化碳就必須從這個呈現過飽和狀態的液體逃離，而二氧化碳逃離的機制有兩種方式：從液體的表面逸散出去，或是在溶液內形成氣泡。本實驗就是利用二氧化碳形成氣泡的方式以研究葡萄浮沉的現象，但既然是觀察氣泡附著在葡萄表面的狀態，我們也試想其他的產氣方式，如果葡萄在其他產氣方式內的浮沉效果更佳，則實驗的結果會更接近理想狀態，所以我們也比較了葡萄在其他產氣方式和汽水中的差異。



A~E 符號表示：

A：100 毫升的蘋果西打

B：90 毫升的雙氧水和 30 公克的紅蘿蔔

C：100 毫升的可樂加 4 顆曼陀珠

D：飽和的小蘇打水 90 毫升和 10 毫升的醋

E：飽和的小蘇打水 80 毫升和 20 毫升的醋

我們利用產氣的方式研究葡萄在液體中因為表面附著氣體的因素而產生浮沉現象，其中，蘋果西打汽水會釋出二氧化碳；雙氧水加紅蘿蔔會產生氧氣；可樂加曼陀珠會激烈釋出二氧化碳；小蘇打水加醋會產生二氧化碳。

由實驗結果可以得知，雙氧水加紅蘿蔔雖然有產氣效果，但是紅蘿蔔浮在汽水上層，佔據葡萄浮沉的空間，所以葡萄只能沉在底層；而在可樂中加入曼陀珠未見激烈的產氣效果，所以此兩種方式無法讓葡萄有浮沉現象。此外，以小蘇打水加醋的方式可以產生較多的氣體，葡萄也有明顯的浮沉效果，而且增加醋的比例之後，葡萄的浮沉次數更多，所以小蘇打水加醋的方式是可以讓葡萄有上下浮沉的現象，但是，效果不似蘋果西打汽水明顯，因此，想要研究葡萄在液體中的浮沉效果，仍是以蘋果西打汽水為佳。

討論三：探討不剝皮、半剝皮與全部剝皮的葡萄在汽水中的浮沉效果

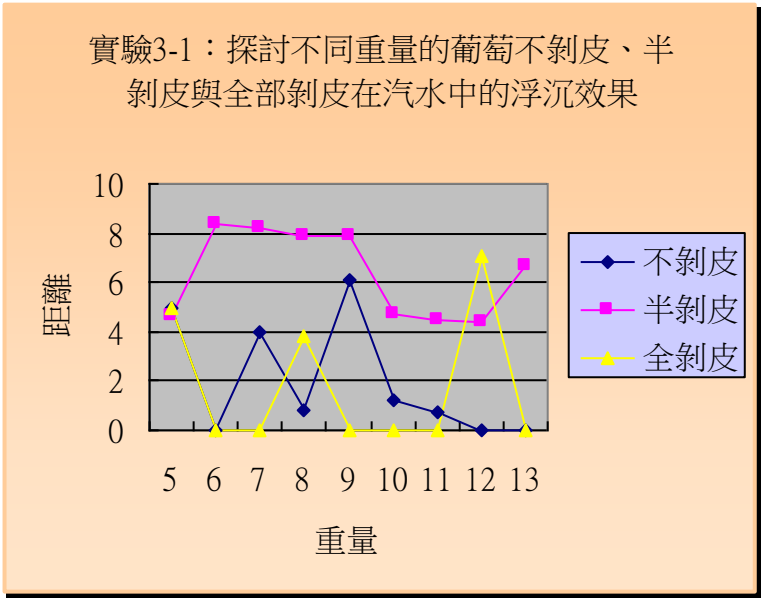
在實驗三的部分，我們想知道改變葡萄的表面狀態，也就是改變葡萄的表面所能提供的成核位置，是否會影響葡萄在液體中的浮沉現象。所謂的成核位置是指葡萄表面能讓氣泡附著的地方，當葡萄表面有很多氣泡附著時，就能讓葡萄浮起；相反的，當葡萄表面的氣泡不夠多時，葡萄就會沉下去。所以葡萄的成核位置多寡在此研究中扮演舉足輕重的角色。因此，我們試圖改變葡萄的表面狀態，以觀察是否會影響葡萄的成核位置，進而改變葡萄的浮沉效果。此外，我們也想知道不同重量、體積或密度的葡萄，改變其表面狀態，是否也會影響葡萄的浮沉效果。以下資料因為筆數較多，因此以取平均值的方式呈現。

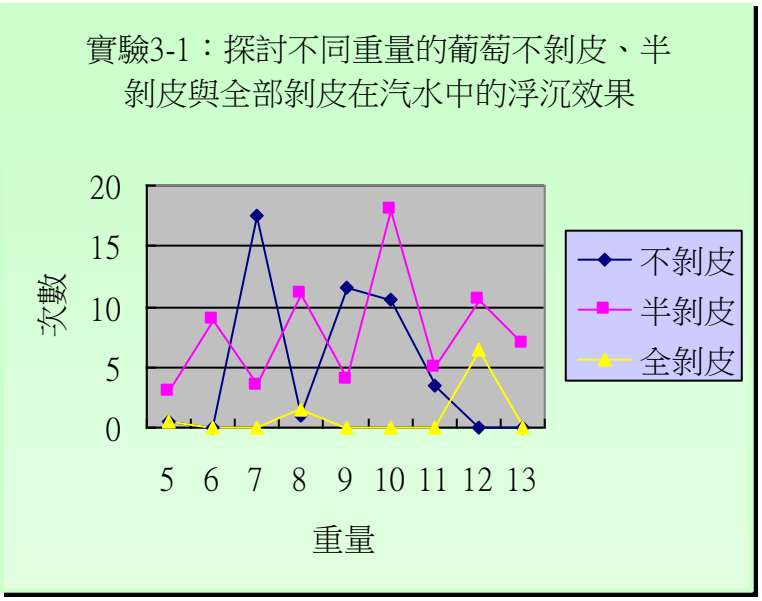
實驗 3-1：探討不同重量的葡萄不剝皮、半剝皮與全部剝皮在汽水中的浮沉效果

重量單位：公克　　距離單位：公分

重量	不剝皮葡萄		半剝皮葡萄		全部剝皮葡萄	
	距離	次數	距離	次數	距離	次數
5	5	0.5	4.625	3	5	0.5
6	0	0	8.4	9	0	0
7	4	17.5	8.2	3.5	0	0
8	0.8	1	7.85	11	3.85	1.5
9	6.1	11.5	7.9	4	0	0
10	1.25	10.5	4.75	18	0	0
11	0.7	3.5	4.5	5	0	0

12	0	0	4.35	10.5	7.05	6.5
13	0	0	6.7	7	0	0





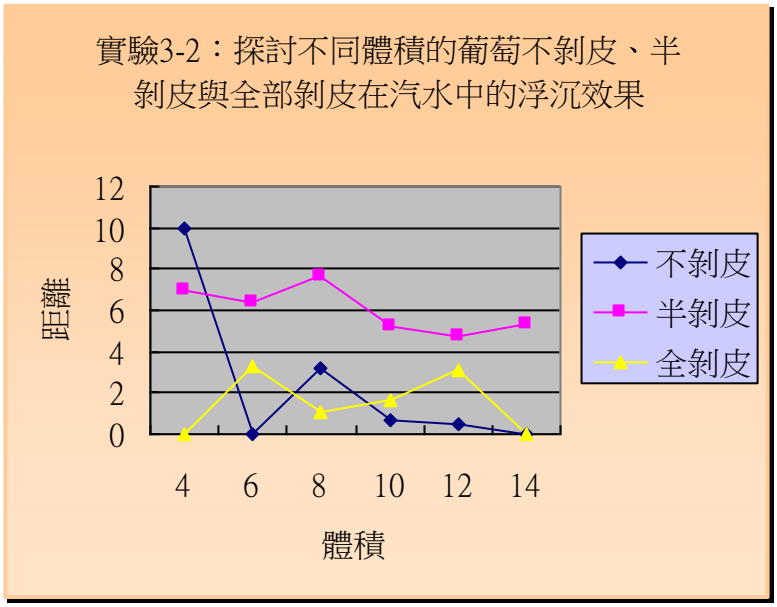
葡萄浮沉效果的判斷方式以葡萄浮沉的距離大、次數多為佳，表示葡萄在量筒內浮沉現象顯著；反之，當葡萄浮沉的距離小、次數少，則表示葡萄在量筒內浮沉現象不顯著。

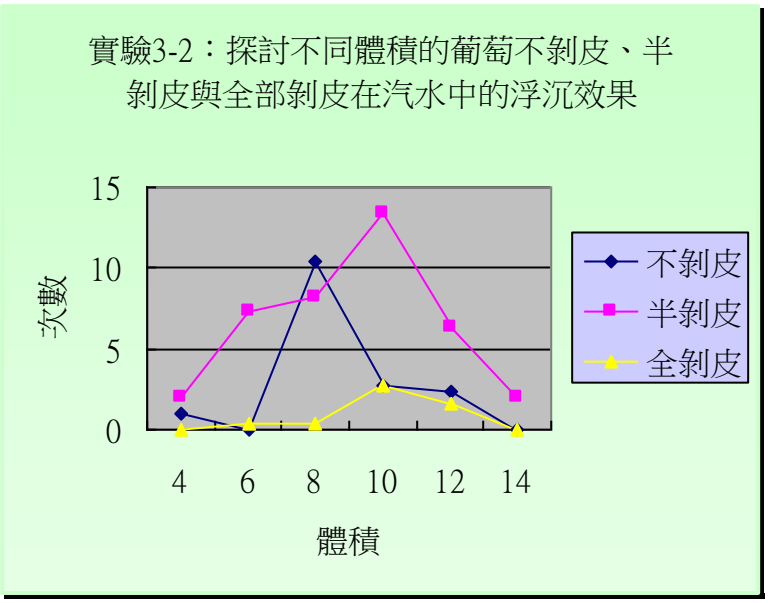
1. 不剝皮葡萄的組別：距離部分 9 公克葡萄最佳，7 公克葡萄次之；次數部分以 7 公克葡萄最佳，9 公克和 10 公克葡萄次之。
2. 半剝皮葡萄的組別：距離部分葡萄的浮沉效果均不錯，其中以 6 公克和 7 公克的葡萄最佳；次數部分以 10 公克葡萄最佳，8 公克和 12 公克葡萄次之。
3. 全剝皮葡萄的組別：距離部分以 12 公克葡萄最佳，5 公克和 8 公克葡萄次之；次數部分以 12 公克葡萄最佳，其餘效果不彰。
4. 由三種折線圖可知，半剝皮葡萄效果最佳，全剝皮葡萄效果最差。

實驗 3-2：探討不同體積的葡萄不剝皮、半剝皮與全部剝皮在汽水中的浮沉效果

體積單位：立方公分　　距離單位：公分

體積	不剝皮葡萄		半剝皮葡萄		全部剝皮葡萄	
	距離	次數	距離	次數	距離	次數
4	10	1	7	2	0	0
6	0	0	6.35	7.333	3.333	0.333
8	3.171	10.429	7.614	8.143	1.1	0.429
10	0.7	2.667	5.233	13.333	1.6	2.667
12	0.467	2.333	4.733	6.333	3.1	1.667
14	0	0	5.3	2	0	0



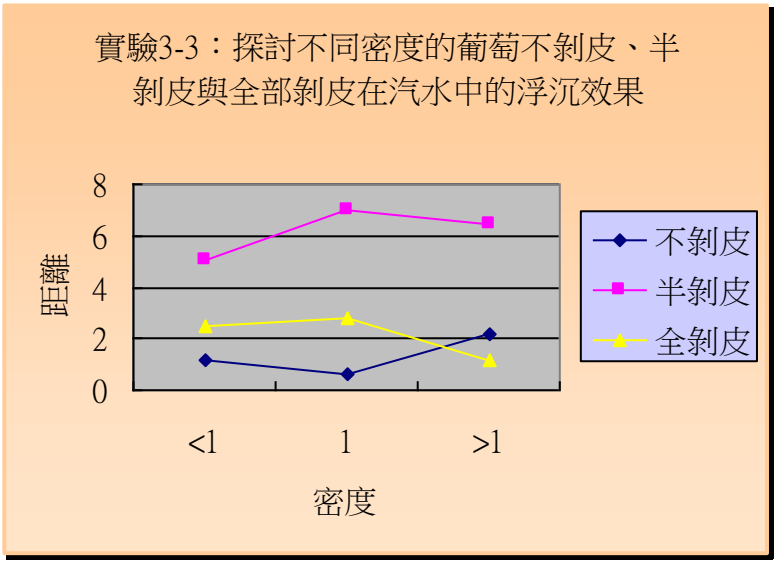


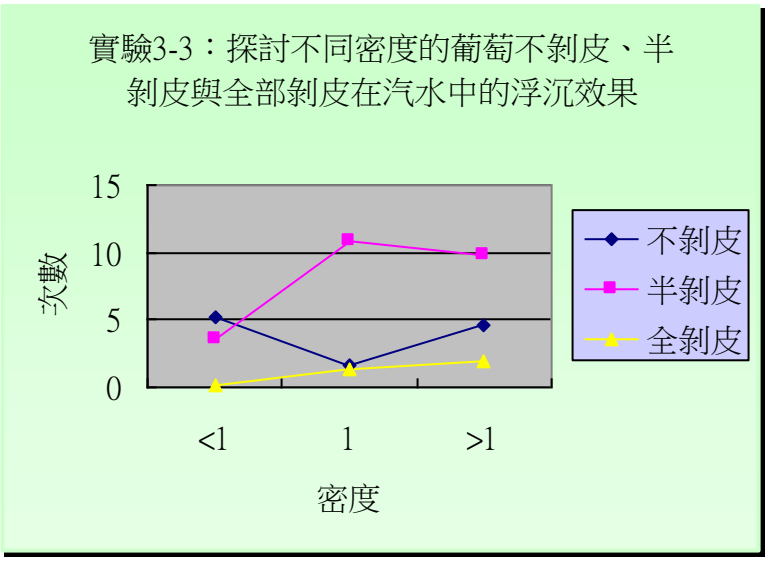
1. 不剝皮葡萄的組別：距離部分以 4 毫升葡萄最佳，8 毫升葡萄次之；次數部分此 8 毫升葡萄最佳，10 毫升和 12 毫升葡萄次之。
2. 半剝皮葡萄的組別：距離部分葡萄的浮沉效果均不錯，其中以 8 毫升葡萄最佳；次數部分以 10 毫升葡萄最佳，6 毫升、8 毫升和 12 毫升次之。
3. 全剝皮葡萄的組別：距離部分以 6 毫升和 12 毫升葡萄最佳；次數部分以 10 毫升葡萄最佳。
4. 由三種折線圖可知，半剝皮葡萄效果最佳，全剝皮葡萄效果最差。

實驗 3-3：探討不同密度的葡萄不剝皮、半剝皮與全部剝皮在汽水中的浮沉效果

密度單位：公克/立方公分　　距離單位：公分

密度	不剝皮葡萄		半剝皮葡萄		全部剝皮葡萄	
	距離	次數	距離	次數	距離	次數
<1	1.175	5.25	5.063	3.625	2.5	0.2
1	0.617	1.667	6.967	10.833	2.833	1.333
>1	2.15	4.625	6.425	9.75	1.2	2





1. 綜合兩張折線圖可知，半剝皮葡萄的效果最佳，而且在距離和次數的表現皆優於不剝皮葡萄和全剝皮葡萄。雖然在密度小於 1 的葡萄部分，半剝皮葡萄的次數少於不剝皮葡萄，但是半剝皮葡萄的距離是遠大於不剝皮葡萄的，可見得半剝皮葡萄的浮沉效果最佳，而且在密度等於 1 時的效果最好；密度大於 1 時的效果次之。
2. 不剝皮葡萄和全剝皮葡萄的效果較差。而在密度小於 1 的部分，不剝皮葡萄距離小、次數多，全剝皮葡萄距離大、次數少；在密度等於 1 的部分，不剝皮葡萄距離小、次數少，全剝皮葡萄距離大、次數少；在密度大於 1 的部分，不剝皮葡萄距離大、次數多，全剝皮葡萄距離小，次數少。

討論三：探討不剝皮、半剝皮與全部剝皮的葡萄在汽水中的浮沉效果 重量單位：公克　體積單位：立方公分　密度單位：公克/立方公分						
	重量		體積		密度	
	最佳	次佳	最佳	次佳	最佳	次佳
不剝皮葡萄	9	7	8	4	>1	<1
半剝皮葡萄	10	8	8	6	=1	>1
全剝皮葡萄	12	8	12	10	=1	>1
附註	由折線圖可以知道，在三者中半剝皮葡萄的浮沉效果明顯優於其他兩者					

1. 不論是以重量、體積或密度分析不剝皮葡萄、半剝皮葡萄或全剝皮葡萄的浮沉現象，半剝皮葡萄的浮沉效果皆明顯優於其他兩者。因此，我們可以推測半剝皮葡萄的成核位置較多，能讓氣泡不斷的附著在葡萄外層，使得葡萄呈現浮浮沉沉的樣貌。
2. 在重量部分，以 7 ~12 公克的葡萄效果最佳；在體積部分，以 8 毫升的葡萄效果最佳；在密度的部分，以密度=1 的效果最佳。
3. 由體積的部分對照原葡萄重量，8 毫升的葡萄分布在 7 公克、8 公克、9 公克和 10 公克的葡萄；由密度的部分對照原葡萄重量，密度=1 的葡萄分布在 6 公克、8 公克、10 公克和 12 公克。由於在重量部分 7~12 公克葡萄的效果最佳，因此比照重量、體積與密度的效果，我們首先選出 8 公克和 10 公克的葡萄。再者，密度>1 的葡萄浮沉效果是次佳的，而 9 公克葡萄的密度皆>1，此外，9 公克葡萄的體積和重量的效果也都表現很好。因此，我們最後選擇 8 公克、9 公克和 10 公克的葡萄作為實驗樣本。

討論四：探討溫度對葡萄在汽水中的浮沉效果

在實驗四的部分，我們想知道環境溫度是否對此研究有影響，所以我們分別將不剝皮、半剝皮和全剝皮的葡萄放置在裝有蘋果西打汽水的量筒中，並將量筒置於熱水(攝氏 75 度)或冰水(攝氏 0 度)中，以觀察其葡萄的浮沉效果。

由於實驗四、實驗五與實驗六的數據都需與實驗三做比較分析，因此再次將實驗三中 8

公克、9 公克和 10 公克葡萄，不剝皮與半剝皮的數據做整理。又因為全剝皮葡萄在實驗四、實驗五和實驗六中的浮沉效果皆不佳，因此往後的實驗僅列出不剝皮葡萄和半剝皮葡萄的實驗數據，表格整理如下：

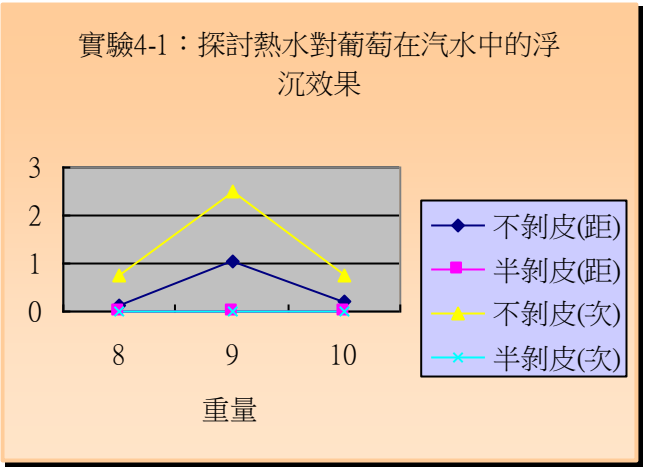
實驗 3：探討不剝皮、半剝皮與全部剝皮的葡萄在汽水中的浮沉效

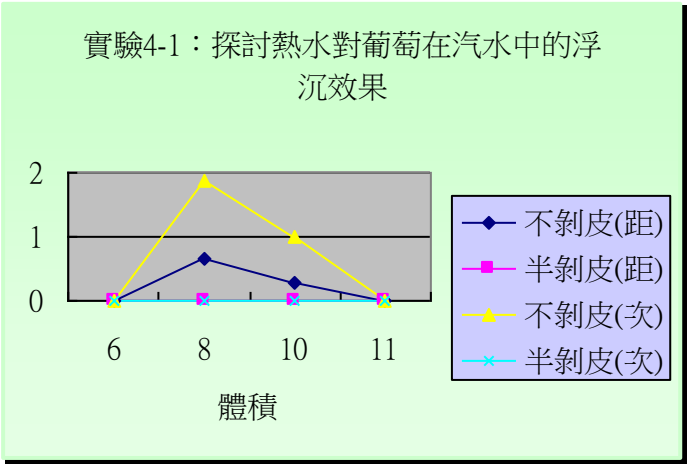
重量單位：公克　體積單位：立方公分　密度單位：公克/立方公分　距離單位：公分

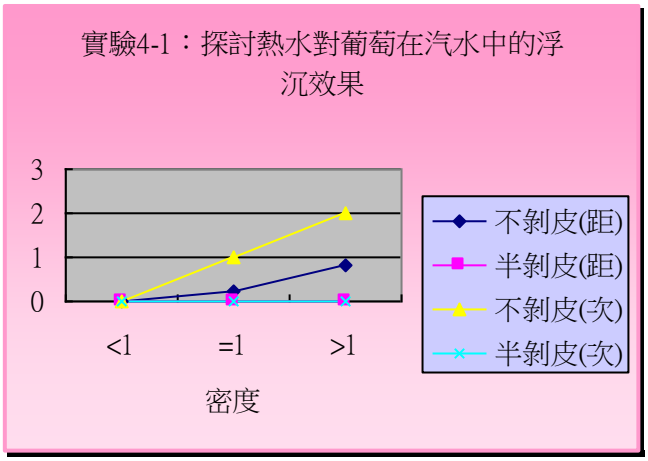
重量	不剝皮		半剝皮		體積	不剝皮		半剝皮		密度	不剝皮		半剝皮	
	距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數
8	0.8	1	7.85	11	8	2.84	7.6	7.38	10	=1	1.23	3.33	6.6	12.7
9	6.1	11.5	7.9	4	10	2.1	8	4.1	16	>1	4.2	12	7.07	9.33
10	1.25	10.5	4.75	18										

實驗 4-1：探討熱水對葡萄在汽水中的浮沉效果　距離單位：cm

重量	不剝皮		半剝皮		體積	不剝皮		半剝皮		密度	不剝皮		半剝皮	
	距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數
8	0.13	0.75	0	0	6	0	0	0	0	<1	0	0	0	0
9	1.03	2.5	0	0	8	0.66	1.86	0	0	=1	0.22	1	0	0
10	0.2	0.75	0	0	10	0.27	1	0	0	>1	0.82	2	0	0
					11	0	0	0	0					





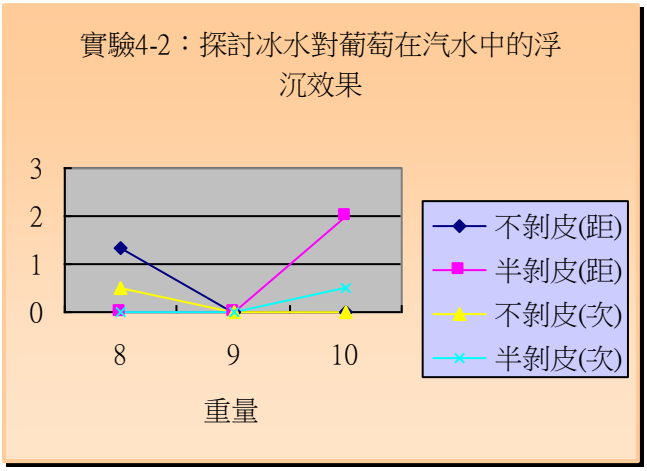


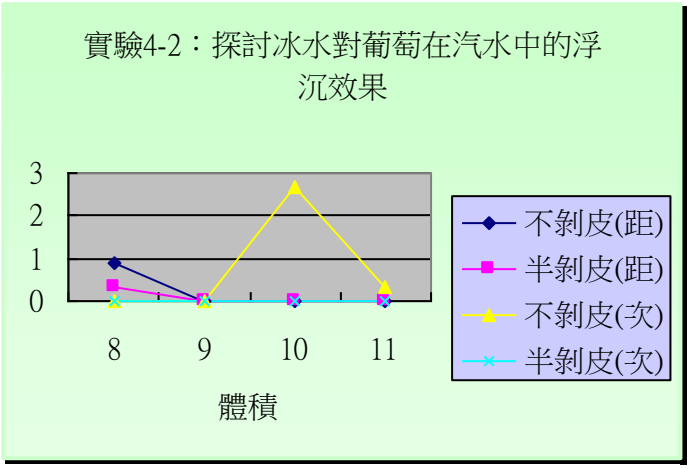
1. 當量筒置於熱水中，以觀察葡萄的浮沉效果時，可以發現不剝皮葡萄有些許的浮沉效果，但半剝皮葡萄完全沒有浮沉效果。
2. 在重量部分，不剝皮 9 公克的葡萄表現較佳。
3. 在體積部分，不剝皮 8 毫升的葡萄表現較佳。
4. 在密度部分，不剝皮密度>1 的葡萄表現較佳。

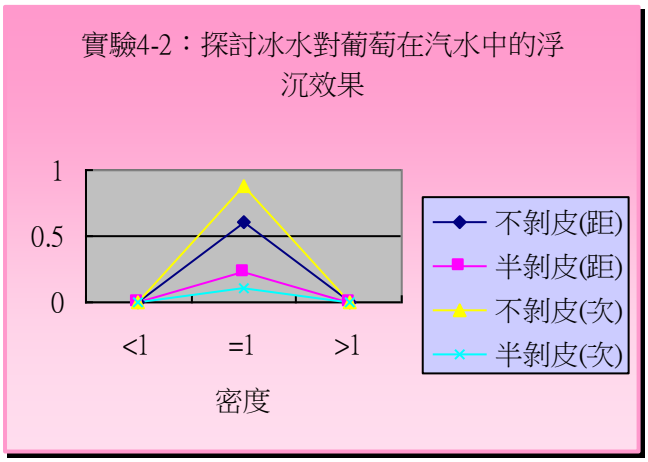
5.當比較實驗三與實驗 4-1 時，我們原本預測使用隔水加熱的方式讓蘋果西打的溫度升高，使二氧化碳的溶解度降低能加速二氧化碳快速的產出，讓葡萄浮沉的效果更好。但是，我們發現將量筒放入熱水中時，蘋果西打中的氣泡確實快速產出，並使葡萄浮在蘋果西打上層滾動卻沒有明顯下降，所以將量筒放入熱水中雖然可以加快氣泡的生成速度，但對我們實驗的葡萄浮沉效果表現成效卻不佳。

實驗 4-2：探討冰水對葡萄在汽水中的浮沉效果 距離單位：cm

重量	不剝皮		半剝皮		體積	不剝皮		半剝皮		密度	不剝皮		半剝皮	
	距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數
8	1.35	0.5	0	0	8	0.9	0.33	0	0	<1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	9	0	0	0	0	=1	0.6	0.22	0.88	0.11
10	0	0	2	0.5	10	0	0	2.67	0.33	>1	0	0	0	0
					11	0	0	0	0					







1. 當量筒置於冰水，以觀察葡萄的浮沉效果時，可以發現不剝皮葡萄和半剝皮葡萄的浮沉效果均不明顯。
2. 在重量部分，不剝皮 8 公克的葡萄表現較佳；半剝皮 10 公克葡萄表現較佳。
3. 在體積部分，不剝皮 8 毫升的葡萄表現較佳；半剝皮 10 毫升的葡萄表現較佳。
4. 在密度部分，不剝皮密度=1 的葡萄表現較佳；半剝皮密度=1 的葡萄表現較佳。

5. 當比較實驗三與實驗 4-2 時，我們發現將量筒置於冰水中無助於葡萄的浮沉效果，因為當我們將量筒放在冰水中時，氣泡的產生數量比量筒放在熱水少很多，雖然泡泡會吸附在葡萄上使葡萄浮在液面上，但在冰水中的氣泡逸散的速度卻較常溫下的蘋果西打慢許多，因為葡萄表面的氣泡逸散速度較慢，葡萄的浮沉效果也較不明顯。

綜觀比較實驗四，我們發現將量筒置於熱水或冰水中的實驗，葡萄的浮沉效果都不明顯。因為在熱水中時，可以使蘋果西打中的氣泡快速的產出，但葡萄雖然浮在液面上，卻都沒有沉下，故浮沉的效果不佳；在冰水中因溫度低二氧化碳的溶解度相較常溫下的蘋果西打溶解度較高，所以二氧化碳氣泡在冰水中較不易逸散跑掉，故浮沉效果也不佳。所我們認為要觀察葡萄在蘋果西打中的浮沉效果，將量筒至於熱水或冰水中的效果皆不如常溫下好。

討論五：探討不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉效果(加入汽水中)

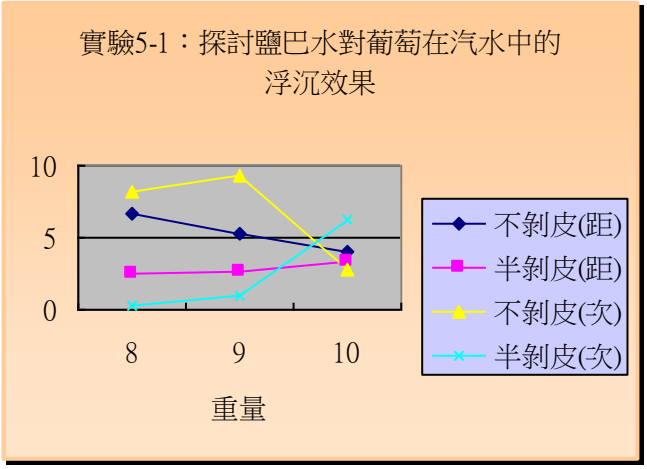
在實驗五的部分，我們想改變汽水中二氧化碳產生的速度或是二氧化碳的含量，以進一步觀察二氧化碳的改變對葡萄浮沉的影響，因此我們加入食鹽或小蘇打。 其中，食鹽所含的鈉離子及氯離子與水結合能力比二氧化碳強，因此一但投入食鹽，這些離子就會與二氧化碳競爭水分子，導致原來與水結合的二氧化碳失去水分子，只好以二氧化碳氣體溢散，這種效應稱為鹽析效應（salting-out effect），而我們在汽水中加入食鹽可以導致汽水釋出更多的二氧化碳。

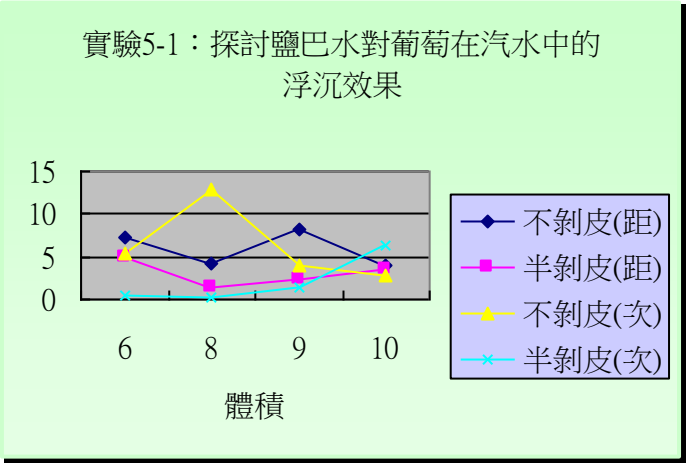
另外，汽水的製作過程是將食用檸檬酸和小蘇打溶於水後，能發生化學反應，而產生二氧化碳氣體。所以我們假設蘋果西打汽水中含有食用檸檬酸，當我們再加入小蘇打時能讓汽水產生更多二氧化碳，進而影響葡萄的浮沉效果。此外，根據實驗三的結果，我們選取 8 公克、9 公克與 10 公克的葡萄為樣本；根據實驗四的結果，我們選擇在常溫下做實驗。而我們也想知道改變葡萄的表面狀態和改變汽水的二氧化碳量對葡萄浮沉的影響，所以我們也觀察了不剝皮、半剝皮和全剝皮的葡萄浮沉效果。以下資料因為筆數較多，因此以取平均值的方式呈現。

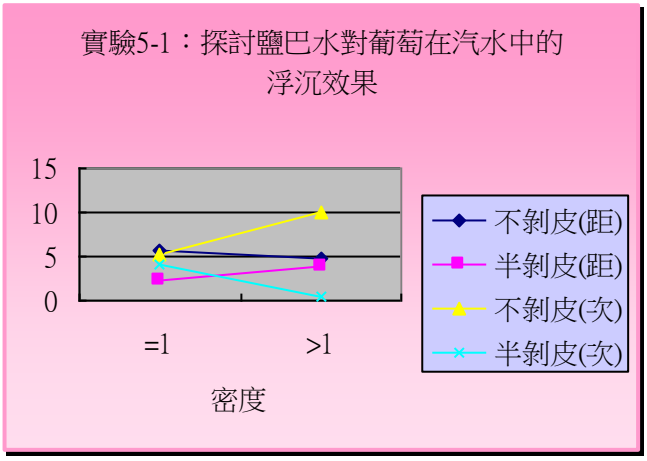
實驗 5-1：探討食鹽水對葡萄在汽水中的浮沉效果

重量單位：公克　體積單位：立方公分　密度單位：公克/立方公分　距離單位：公分

重量	不剝皮		半剝皮		體積	不剝皮		半剝皮		密度	不剝皮		半剝皮	
	距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數
8	6.73	8.25	2.5	0.25	6	7.2	5.5	5	0.5	=1	5.6	5.13	2.31	4
9	5.23	9.25	2.58	1	8	4.3	12.8	1.35	0.25	>1	4.78	10	3.85	0.5
10	4.03	2.75	3.4	6.25	9	8.1	4	2.45	1.5					
					10	4.03	2.75	3.4	6.25					







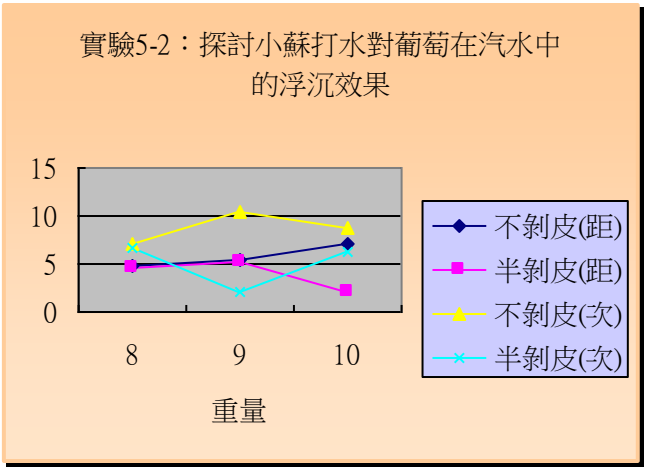
1. 當蘋果西打汽水中加入飽和食鹽水之後，可以發現不剝皮葡萄的浮沉效果皆優於半剝皮葡萄。
2. 在重量部分，不剝皮 8 公克的葡萄表現較佳；半剝皮 10 公克葡萄表現較佳。
3. 在體積部分，不剝皮 9 毫升的葡萄表現較佳；半剝皮 10 毫升的葡萄表現較佳。
4. 在密度部分，不剝皮密度=1 的葡萄表現較佳；半剝皮密度=1 的葡萄表現較佳。

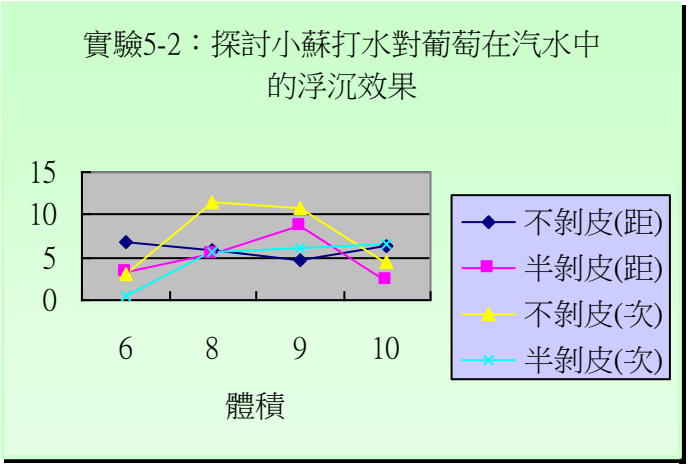
5. 當比較實驗三與實驗 5-1 時，可以發現不剝皮葡萄因為汽水中加入食鹽水，使得葡萄的浮沉效果顯著提升；而半剝皮葡萄的浮沉效果反而顯著下降。我們推測因為鹽析效應的關係，當食鹽水促進汽水加速釋出二氧化碳時，因為半剝皮葡萄的孔隙較不剝皮葡萄大，而半剝皮葡萄表面原有的氣泡已存在，卻沒有更多的成核位置讓不斷釋出的氣泡附著，當氣泡加速釋出，葡萄的浮沉活動也提早結束，使得半剝皮葡萄的浮沉效果顯著下降；相反的，我們推測不剝皮葡萄的成核位置較多，當汽水的氣泡受到食鹽水影響加速釋出時，更能顯著提升不剝皮葡萄的浮沉效果。

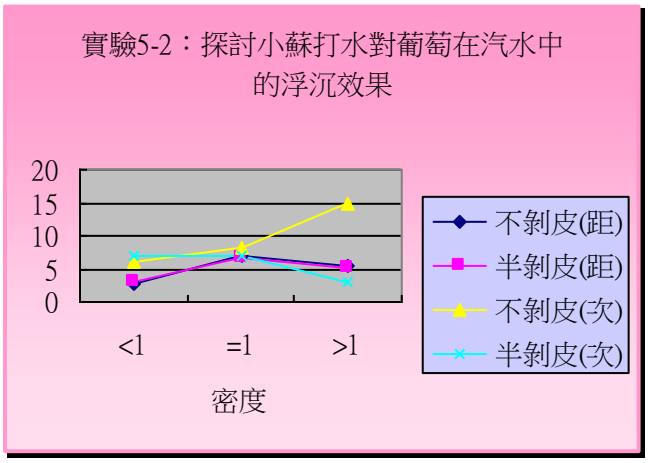
實驗 5-2：探討小蘇打水對葡萄在汽水中的浮沉效果

重量單位：公克　體積單位：立方公分　密度單位：公克/立方公分　距離單位：公分

重量	不剝皮		半剝皮		體積	不剝皮		半剝皮		密度	不剝皮		半剝皮	
	距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數
8	4.8	7	4.53	6.75	6	6.7	3	3.2	0.5	<1	2.75	6	2.95	7
9	5.33	10.5	5.25	2	8	5.76	11.6	5.42	5.6	=1	6.95	8.25	6.73	7
10	7.15	8.75	6.25	6.25	9	4.7	10.7	8.63	6	>1	5.33	15	5.22	3
					10	6.4	4.5	2.35	6.5					







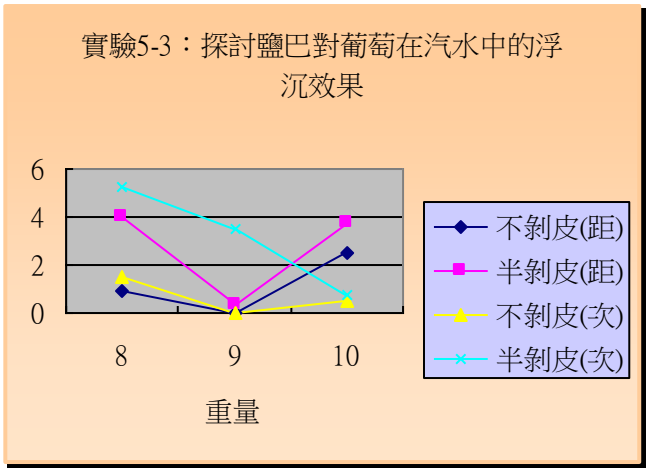
1. 當蘋果西打汽水中加入飽和小蘇打水之後，可以發現不剝皮葡萄的浮沉效果皆優於半剝皮葡萄。
2. 在重量部分，不剝皮 9 公克的葡萄表現較佳；半剝皮 10 公克葡萄表現較佳。
3. 在體積部分，不剝皮 8 毫升的葡萄表現較佳；半剝皮 9 毫升的葡萄表現較佳。
4. 在密度部分，不剝皮密度=1 的葡萄表現較佳；半剝皮密度=1 的葡萄表現較佳。

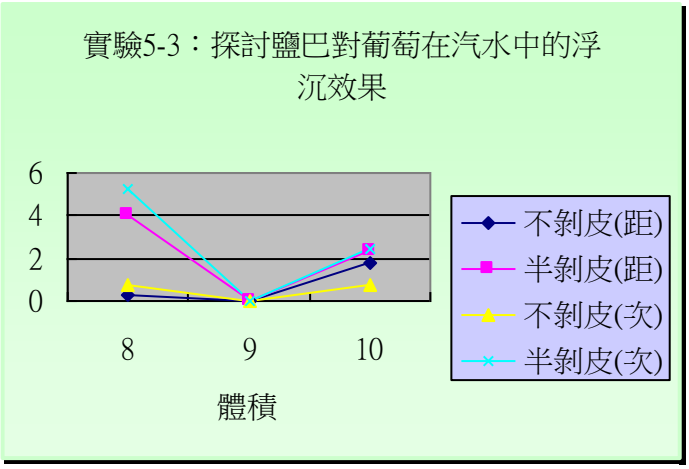
5. 當比較實驗三與實驗 5-2 時，可以發現不剝皮葡萄因為汽水中加入小蘇打水，使得葡萄的浮沉效果顯著提升；而半剝皮葡萄的浮沉效果反而下降。我們推測當小蘇打水與汽水中的檸檬酸作用，產生更多二氧化碳時，因為半剝皮葡萄的孔隙較不剝皮葡萄大，而半剝皮葡萄表面原有的氣泡已存在，卻沒有更多的成核位置讓更多的氣泡附著，使得半剝皮葡萄的浮沉效果下降；相反的，我們推測不剝皮葡萄的成核位置較多，汽水產生越多的二氧化碳，更能顯著提升不剝皮葡萄的浮沉效果。

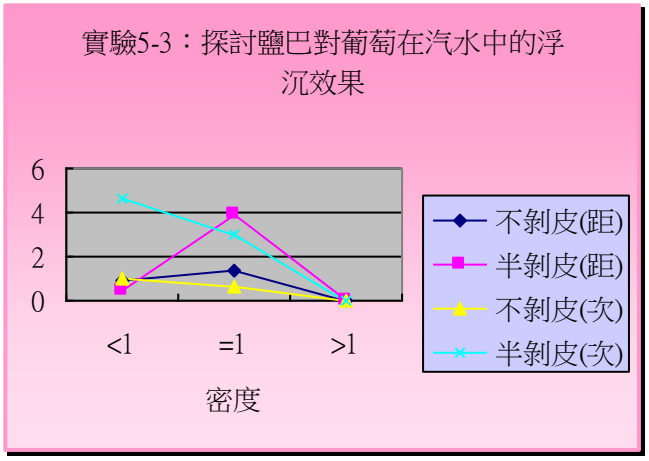
實驗 5-3：探討食鹽對葡萄在汽水中的浮沉效果

重量單位：公克　體積單位：立方公分　密度單位：公克/立方公分　距離單位：公分

重量	不剝皮		半剝皮		體積	不剝皮		半剝皮		密度	不剝皮		半剝皮	
	距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數
8	0.95	1.5	4	5.25	8	0.28	0.75	4	5.25	<1	0.9	1	0.47	4.67
9	0	0	0.35	3.5	9	0	0	0	0	=1	1.39	0.63	3.88	3
10	2.5	0.5	3.75	0.75	10	1.81	0.71	2.34	2.43	>1	0	0	0	0





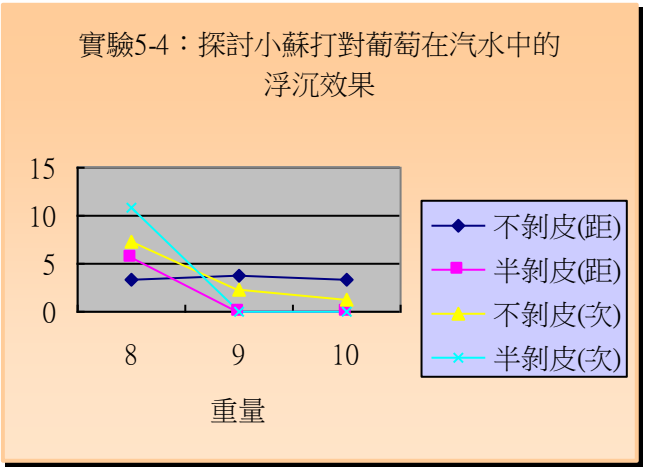


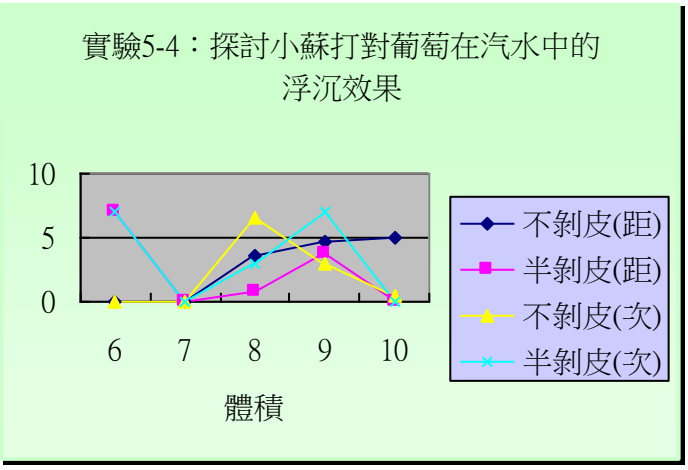
1. 當蘋果西打汽水中加入 5 公克的食鹽之後，可以發現半剝皮葡萄的浮沉效果皆優於不剝皮葡萄。
2. 在重量部分，不剝皮 10 公克的葡萄表現較佳；半剝皮 8 公克葡萄表現較佳。
3. 在體積部分，不剝皮 10 毫升的葡萄表現較佳；半剝皮 8 毫升的葡萄表現較佳。
4. 在密度部分，不剝皮密度=1 的葡萄表現較佳；半剝皮密度=1 的葡萄表現較佳。

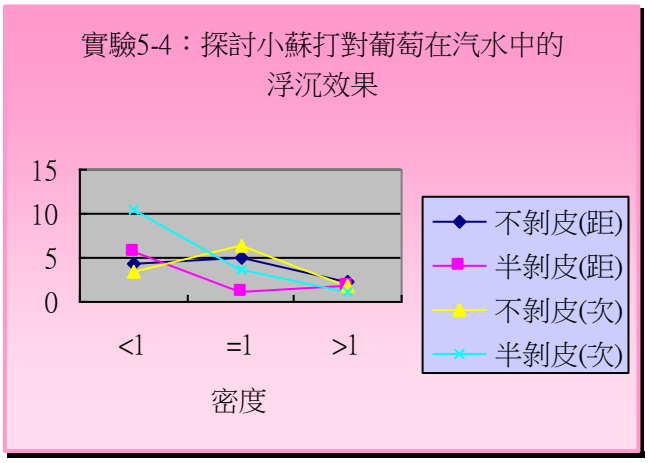
5. 當比較實驗三與實驗 5-3 時，我們發現加入固體食鹽並未如我們預期的讓汽水中的二氧化碳加速產出，反而讓不剝皮葡萄和半剝皮葡萄的浮沉效果皆下降。我們推測因為加入的是固體食鹽，產生的鹽析效應不若直接加入食鹽水好；而我們也推測表面粗糙的食鹽顆粒應該可以攜帶許多空氣進入蘋果西打中，進而產生許多氣泡依附在葡萄表面，但是整體實驗數據顯示在蘋果西打中加入食鹽的效果不如加入食鹽水和小蘇打水佳，故我們不採用此方法。

實驗 5-4：探討小蘇打對葡萄在汽水中的浮沉效果 距離單位：cm

重量	不剝皮		半剝皮		體積	不剝皮		半剝皮		密度	不剝皮		半剝皮	
	距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數
8	3.25	7.25	5.65	10.8	6	0	0	7.1	7	<1	4.4	3.5	5.7	10.5
9	3.85	2.25	0	0	7	0	0	0	0	=1	4.9	6.25	1.03	3.75
10	3.35	1.25	0	0	8	3.52	6.6	0.82	3	>1	2.23	1.83	1.18	1.17
					9	4.73	3	3.8	7					
					10	5	0.5	0	0					







1. 當蘋果西打汽水中加入 5 公克的小蘇打之後，無法明顯指出不剝皮葡萄和半剝皮葡萄的浮沉效果哪一個佳。
2. 在重量部分，不剝皮 8 公克的葡萄表現較佳；半剝皮 8 公克葡萄表現較佳。
3. 在體積部分，不剝皮 8 毫升的葡萄表現較佳；半剝皮 6 毫升的葡萄表現較佳。
4. 在密度部分，不剝皮密度=1 的葡萄表現較佳；半剝皮密度<1 的葡萄表現較佳。

5. 當比較實驗三與實驗 5-4 時，我們可以發現在蘋果西打汽水中加入固體的小蘇打粉，能讓汽水產生的二氧化碳有限。我們原本預期表面粗糙的小蘇打粉可以攜入更多空氣，進而形成許多氣泡依附在葡萄表面，也能讓蘋果西打中的檸檬酸和小蘇打產生化學反應，以產生更多的二氧化碳，但是實驗的結果卻發現汽水中產生的二氧化碳有限。我們推測應該是因為小蘇打粉直接加入在量筒中的蘋果西打中，無法讓小蘇打確實溶化在蘋果西打溶液中，比較直接加入飽和小蘇打水效果較差，也因為小蘇打粉會吸水、溶化在蘋果西打溶液中，所以攜帶進入蘋果西打溶液中的小氣泡量不多，故不是一個可以形成成核位置的良好添加物。

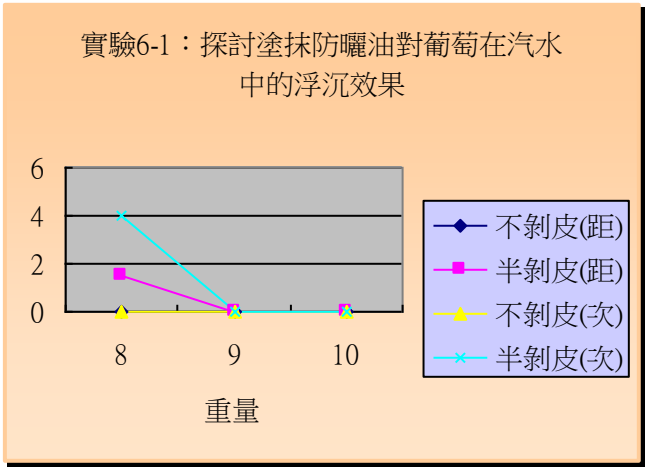
綜觀比較實驗五，我們發現在蘋果西打汽水中加入食鹽水和小蘇打水能改變葡萄的浮沉效果，而且不剝皮葡萄的浮沉效果優於半剝皮葡萄。我們推測食鹽水可以透過鹽析效應讓汽水釋出更多的二氧化碳，而小蘇打水可以與汽水中的檸檬酸產生化學反應，進而產生更多的二氧化碳，此兩種方式可以提升不剝皮葡萄的浮沉效果，但會降低半剝皮葡萄的浮沉效果。相反的，在汽水中加入固體的食鹽和小蘇打粉，對於葡萄的浮沉效果並未有顯著的提升，因此我們認為直接加入固體的食鹽和小蘇打粉並非良好的方式。

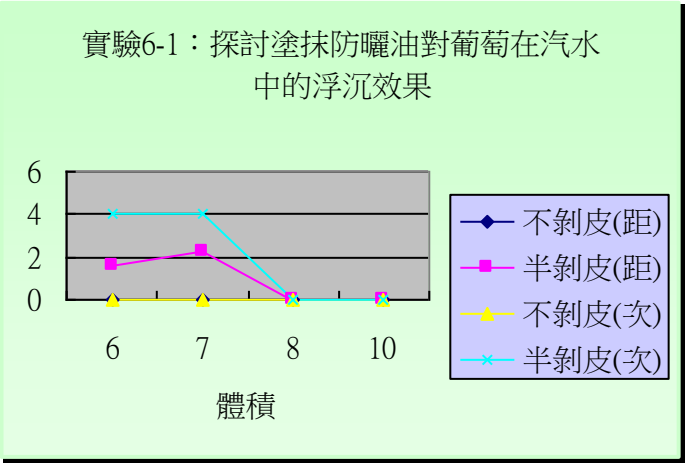
討論六：探討塗抹不同的添加物對葡萄在汽水中的浮沉效果(改變葡萄表面狀態)

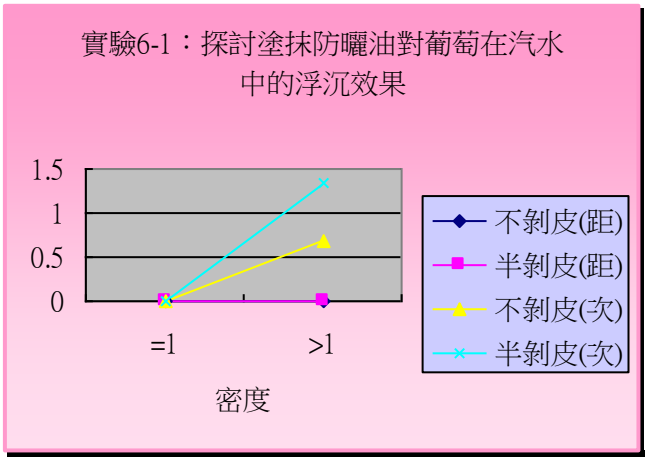
在實驗六的部分，我們試圖在葡萄的表面塗上防曬油或指甲油，以觀察添加物是否會改變葡萄表面的成核位置，進而影響葡萄的浮沉效果。

實驗 6-1：探討塗抹防曬油對葡萄在汽水中的浮沉效果 距離單位：cm

重量	不剝皮		半剝皮		體積	不剝皮		半剝皮		密度	不剝皮		半剝皮	
	距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數
8	0	0	1.5	4	6	0	0	1.6	4	=1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	7	0	0	2.25	4	>1	0	0	0.68	1.33
10	0	0	0	0	8	0	0	0	0					
					10	0	0	0	0					





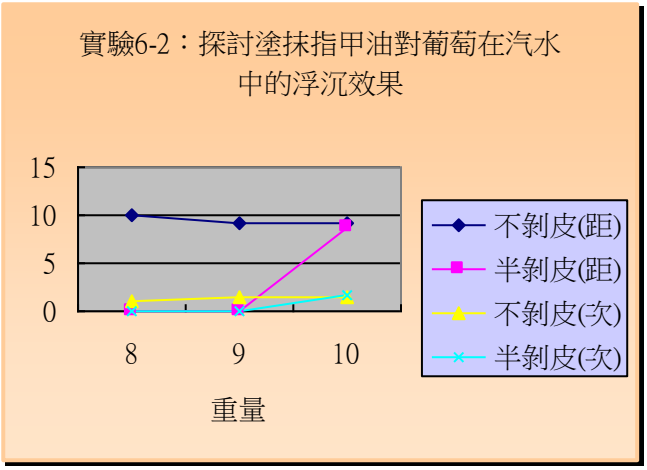


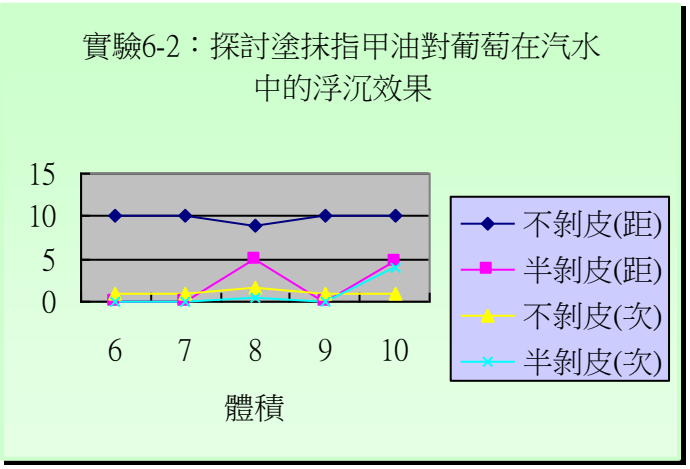
1. 當葡萄表面塗上防曬油之後，可以發現不剝皮葡萄完全沒有浮沉效果，但半剝皮葡萄有些許的浮沉效果。
2. 在重量部分，半剝皮 8 公克葡萄表現較佳。
3. 在體積部分，半剝皮 7 毫升的葡萄表現較佳。
4. 在密度部分，半剝皮密度>1 的葡萄表現較佳。

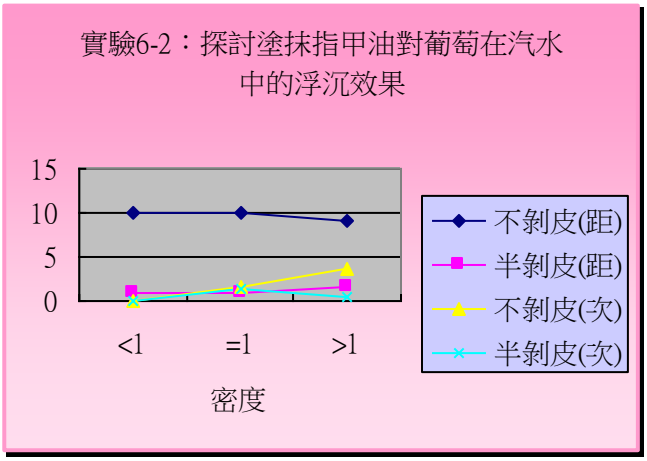
5.當比較實驗三與實驗 6-1 時，我們可以發現塗上防曬油的葡萄浮沉效果顯著下降，尤其是不剝皮葡萄完全沒有浮沉效果。我們推測不剝皮葡萄的外皮是完整的曲面，防曬油可以完整包覆葡萄，進而遮蓋了葡萄表面的成核位置，而包覆葡萄外皮的防曬油能提供氣泡附著的位置太少，使得不剝皮葡萄無法產生浮沉現象。而半剝皮葡萄的部分，因為葡萄剝掉外皮的部分呈現凹凸不平的表面，防曬油無法完整包覆，所以葡萄還能提供少許的成核位置，使得半剝皮葡萄還有些許的浮成效果。但是不論是不剝皮葡萄或是半剝皮葡萄，其浮沉效果皆未優於實驗三。

實驗 6-2：探討塗抹指甲油對葡萄在汽水中的浮沉效果 距離單位：cm

重量	不剝皮		半剝皮		體積	不剝皮		半剝皮		密度	不剝皮		半剝皮	
	距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數		距離	次數	距離	次數
8	10	1	0	0	6	10	1	0	0	<1	10	1	0	0
9	9.08	1.5	0	0	7	10	1	0	0	=1	10	1	1.57	1.33
10	9.18	1.5	8.68	1.75	8	8.83	1.67	5	0.5	>1	9.13	1.5	3.75	0.38
					9	10	1	0	0					
					10	10	1	4.7	4					







1. 當葡萄表面塗上指甲油之後，可以發現不剝皮葡萄的浮沉效果優於半剝皮葡萄。
2. 在重量部分，不剝皮 10 公克的葡萄表現較佳；半剝皮 10 公克葡萄表現較佳。
3. 在體積部分，不剝皮 8 毫升的葡萄表現較佳；半剝皮 10 毫升的葡萄表現較佳。
4. 在密度部分，不剝皮密度>1 的葡萄表現較佳；半剝皮密度>1 的葡萄表現較佳。

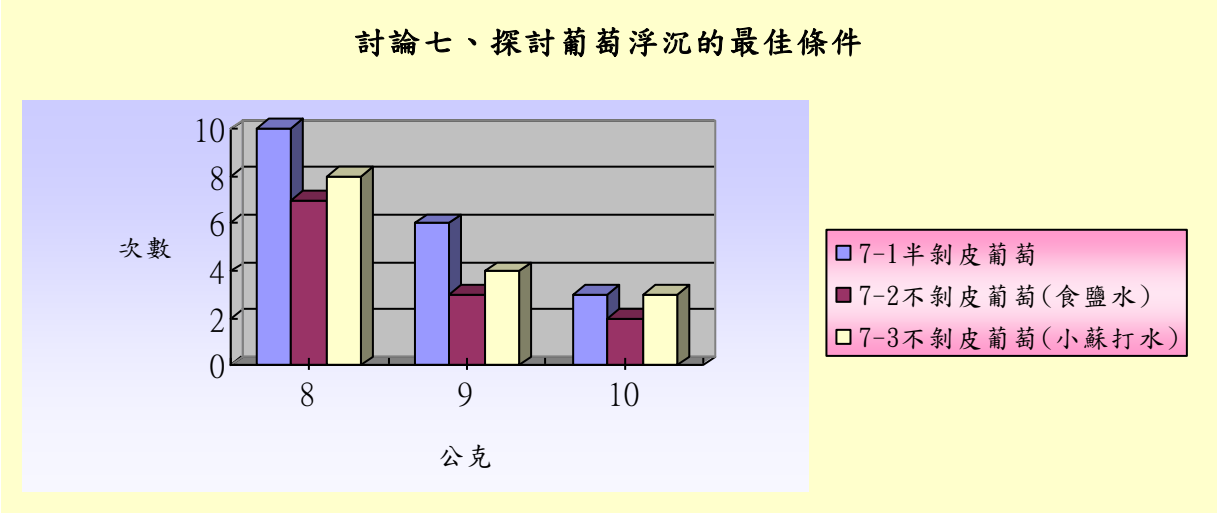
5.當比較實驗三與實驗 6-2 時，我們可以發現在葡萄表面塗上指甲油可以改變葡萄的浮沉效果，而且不剝皮葡萄的浮沉距離顯著增加，但次數卻下降；不剝皮葡萄的浮沉距離和次數都顯著下降。我們推測當指甲油完整包覆不剝皮葡萄時，雖然指甲油覆蓋住葡萄表面的成核位置，但是葡萄表面塗抹均勻的指甲油所呈現的曲面，也能提供些許的成核位置，使得不剝皮葡萄能在量筒內呈現大幅度移動，但是次數不多。半剝皮葡萄的部分，當指甲油完整覆蓋葡萄時，雖然也能提供些許的成核位置，但是卻無法讓半剝皮葡萄有活躍的移動，相較於實驗三，半剝皮葡萄的浮沉現象顯著下降。

綜觀比較實驗六，我們發現防曬油和指甲油都能改變葡萄的浮沉現象，但是浮沉效果都是明顯下降。因為防曬油和指甲油都會遮蓋住葡萄外表原本的成核位置，而它們所能提供的成核位置又偏少，使得浮沉效果比實驗三的效果差。因此，在葡萄外皮塗抹防曬油或指甲油的方式並非良好的方法，但是，塗抹指甲油的方式，能讓不剝皮葡萄在量筒內呈現大幅度移動，只是次數不多，若能克服葡萄移動次數的難題，或許在葡萄外皮塗抹指甲油也是不錯的方法。

【討論七】探討葡萄浮沉的最佳條件

根據實驗一至實驗六的結果發現，想要透過葡萄浮沉的現象以建構未來式電梯的藍圖時，可以從兩個方向進行實驗：(1)以蘋果西打汽水為基準，控制好葡萄的重量、體積和密度，以及以半剝皮葡萄的方式進行實驗。(2)以蘋果西打汽水為基準，控制好葡萄的重量、體積和密度，分別加入飽和食鹽水和小蘇打水，以不剝皮葡萄的方式進行實驗。從實驗三的結果顯示，浮沉效果最佳的葡萄重量分布在 8、9、10 公克，而且密度必須大於或等於 1，因此我們以此條件為基礎，進而探討葡萄的重量為 8、9、10 公克，且密度需大於或等於 1，在兩種情境下的浮沉次數。

其中，我們為了達到符合未來式電梯的可控性，能夠讓葡萄浮至液體表面或沉至量筒底部，所以當葡萄浮至液體表面時，我們以震動的方式讓葡萄表面的氣泡逸散，使葡萄沉至量筒底部，之後在量筒底部的葡萄會產生新的成核位置，使得氣泡吸附讓葡萄再次上升，此為第一部分的實驗；在第二部分的實驗中，當以震動方式讓葡萄沉至量筒底部時，則各別加入飽和食鹽水和小蘇打水，讓葡萄浮至液體表面，而葡萄次數的衡量方式：葡萄從汽水表面下沉至量筒底部再上升至液體表面則計算為一次。



由實驗七中可以發現，當以蘋果西打汽水為基準，且將半剝皮葡萄重量控制為 8、9、10 公克，密度必須大於或等於 1 時，8 公克的葡萄由汽水表面沉至量筒底部再上升的來回次數有 10 次，明顯優於 9 公克和 10 公克的葡萄。其次，同樣控制葡萄的重量、體積和密度，且以不剝皮葡萄的方式實驗時，在蘋果西打中加入飽和的食鹽水或小蘇打水時，同樣是 8 公克的葡萄浮沉次數優於 9 公克和 10 公克。然而我們發現，在不剝皮葡萄的蘋果西打中加入添加物的浮沉次數並未優於半剝皮葡萄的實驗情境，因此，我們認為，想要建構未來式電梯的最佳條件應以 8 公克且密度大於或等於 1 的半剝皮葡萄，置於蘋果西打汽水中便能有最佳的浮沉次數。

柒、結論

本研究主要是觀察葡萄在汽水中上升下降的浮沉現象，因為汽水在量筒中會釋出二氧化碳，而葡萄的表面能提供了許多成核位置，使得二氧化碳附著在葡萄表面，導致葡萄因為二氧化碳的附著或消散而呈現上下移動的現象。我們也構想如果可以研究出讓葡萄在汽水中移動的原因，並且控制住相關變因，或許我們建構出不用電力也不用鋼索的未來式電梯藍圖。

首先，我們必須先找出哪一種品牌的飲料能讓葡萄的浮沉效果最明顯。在實驗過五種碳酸汽水之後，我們發現蘋果西打的效果最佳；接著，我們想知道，是否有其他的產氣效果優於汽水，所以我們將量筒中的溶液換成雙氧水加紅蘿蔔以產生氧氣；可樂加曼陀珠以產生二氧化碳；小蘇打水加醋以產生二氧化碳。雖然由實驗結果得知，此三種產氣方式的實驗效果皆未優於蘋果西打，但是，我們意外的發現，小蘇打水加醋的方式所產生的二氧化碳能讓葡萄有明顯的浮沉效果，而且增加醋的比例之後，葡萄的浮沉次數更多，所以小蘇打水加醋的方式是可以讓葡萄有上下浮沉的現象，若是著眼於建構未來式電梯的可控性而言，小蘇打水加醋也是一個不錯的產氣方式。

在改變葡萄表面狀態的實驗中，我們發現半剝皮葡萄的浮沉效果是最佳的，因此，我們推測半剝皮葡萄有相對較佳的成核條件，讓二氧化碳不斷的附著在葡萄外層，使得葡萄呈現浮浮沉沉的樣貌。其次，改變葡萄表面狀態也能以塗抹添加物的方式呈現，所以我們在葡萄表面塗上防曬油或指甲油，以觀察添加物是否會改變葡萄表面的成核位置。我們發現防曬油和指甲油都能改變葡萄的浮沉現象，但是浮沉效果都是明顯下降。因為防曬油和指甲油都會遮蓋住葡萄外表原本的成核位置，而它們所能提供的成核位置又偏少，使得浮沉效果差。但是，我們也發現塗抹指甲油的方式，能讓不剝皮葡萄在量筒內呈現大幅度移動，只是次數不多，若能克服葡萄移動次數的難題，或許在葡萄外皮塗抹指甲油也是不錯的方法。

除了改變葡萄的表面狀態之外，我們也試圖探討葡萄的環境對本實驗的影響。因此，我們做了改變溫度的實驗，我們發現將量筒置於熱水或冰水中的實驗，葡萄的浮沉效果都不明顯。因為在熱水中時，可以使蘋果西打中的氣泡快速的產出，但葡萄雖浮在液面上，卻都沒有沉下，故浮沉的效果不佳；在冰水中因溫度低二氧化碳的溶解度相較常溫下的蘋果西打溶解度較高，所以二氧化碳氣泡在冰水中較不易逸散跑掉，故浮沉效果也不佳。

在環境實驗部分，雖然改變溫度的效果不佳，但我們換以在汽水中加入添加物的方式進行實驗，我們分別在汽水中加入固體食鹽、小蘇打粉、食鹽水和小蘇打水，我們發現在蘋果西打中加入食鹽水和小蘇打水能改變葡萄的浮沉效果，而且不剝皮葡萄的浮沉效果優於半剝皮葡萄。我們推測食鹽水可以透過鹽析效應讓汽水釋出更多的二氧化碳，而小蘇打水可以與汽水中的檸檬酸產生化學反應，進而產生更多的二氧化碳，此兩種方式可以提升不剝皮葡萄的浮沉效果，但會降低半剝皮葡萄的浮沉效果。相反的，在汽水中加入固體的食鹽和小蘇打粉，對於葡萄的浮沉效果並未有顯著的提升，因此我們認為直接加入固體的食鹽和小蘇打粉並非良好的方式。

最後我們根據實驗一至實驗六的結果發現，想要透過葡萄浮沉的現象以建構未來式電梯的藍圖時，可以從兩個方向進行實驗：(1)以蘋果西打汽水為基準，控制好葡萄的重量、體積和密度，以及以半剝皮葡萄的方式進行實驗。(2)以蘋果西打汽水為基準，控制好葡萄的重量、體積和密度，分別加入飽和食鹽水和小蘇打水，以不剝皮葡萄的方式進行實驗。

實驗結果發現，以震動的方式抖落氣泡，使得葡萄可以從汽水表面沉至量筒底部，再藉由成核作用讓葡萄上升至汽水表面的方式，８公克的半剝皮葡萄的浮沉效果最佳，且也優於在不剝皮葡萄的蘋果西打中加入添加物的浮沉效果，因此，我們認為，想要建構未來式電梯的最佳條件應以 8 公克且密度大於或等於１的半剝皮葡萄，置於蘋果西打汽水中便能有最佳的浮沉效果。

所以我們最後認為，想著透過葡萄浮沉的現象以建構未來式電梯的藍圖，可以從不同的面相討論：當我們以碳酸汽水作為浮沉基準時，只要控制好葡萄的變因，以及以半剝皮葡萄的方式呈現，讓葡萄的成核位置最多，則效果最佳；而當我們要藉由鹽析效應和小蘇打水與檸檬酸產生化學反應的方式時，同樣的控制好葡萄的變因，以及以不剝皮葡萄的方式呈現，則效果最佳；若是改變量筒中的產氣方式，使用小蘇打水加醋也可以讓葡萄有上下浮沉的現象。因為在實驗的過程中，我們意外的發現，小蘇打水加醋的方式所產生的二氧化碳能讓葡萄有浮沉效果，而且增加醋的比例之後，葡萄的浮沉次數更多，若是著眼於建構未來式電梯的可控性而言，小蘇打水加醋也是一個不錯的產氣方式；若是想在葡萄外表塗抹添加物，則塗抹指甲油會是不錯的選擇，但是必須克服移動次數少的問題。最終我們發現最佳的條件為：以蘋果西打汽水的產氣條件能讓８公克且密度大於或等於１的半剝皮的葡萄的浮沉效果最佳。

捌、參考資料及其他

1.第 46 屆全國科展國中組作品—盛”汽”凌人。

2.陳進成。雲、雨、霧的形成-談日常生活中的成核現象【專題報導】。取自：http://www.cc.ntut.edu.tw/~jsechang/jsechang1/paper/9305-04.pdf

3.教育部數位教學資源入口網。汽水的由來。取自：http://content.edu.tw/senior/chemistry/tp_sc/funny/201.htm

4. 國立台中教育大學科學應用與推廣系科學遊戲實驗室。舞動葡萄。取自：http://scigame.ntcu.edu.tw/Site1/Game_power4.html

【評語】080102

實驗動機值得嘉許，可嘗試探討將非葡萄重物放入汽泡水中看看是否能夠漂浮，更能證明其理論。