

嘉義市第 38 屆國民中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：化學

組 別：國民小學

作品名稱：溫度的魔法~降低溫度之謎

關鍵詞：尿素 二氧化碳 溫度

編號：

摘要

有些化學材料加水沒有明顯的溫度變化，為何幾種混合後溫度會越來越低，到底中間發生了什麼變化？我們想知道幾種化學材料單獨加水、或是它們混合後的溫度變化大小，找出適當成分比例最理想的，拿來幫助降溫。

我們發現尿素加水可以降低很多溫度，水溶液中產生二氧化碳之後也可以幫助降溫，因此結合這兩者，可以使用尿素、小蘇打粉跟檸檬酸，調配出適合水量跟適當的化學材料比例，加上攪拌與否的控制，讓溫度更低。

壹、研究動機

電視新聞中報導有人發明了急凍粉，可以幫助飲料降低溫度，讓飲料不需要冰箱就變得清涼解渴。透過網路我們只知道用了蘇打粉、尿素跟檸檬酸，因此我們想試看看，化學材料的混和表現，是否真的有那麼神奇？還是因為其中一個化學產品就可以起作用了？或是這個過程可以有什麼變化？有什麼附加產品？這些都是我們想要了解的。

貳、研究目的

- 一、分析各種成分加了水後的溫度變化。
- 二、了解其中幾種成分混合後的溫度變化。
- 三、調整水分比例，對於溫度的變化有什麼促進效果。
- 四、化學混合物產生的氣體體積，跟成分？
- 五、尿素在其中扮演的腳色？
- 六、水溶液的酸鹼性為何？

參、研究設備及器材

實驗材料

實驗器具：量筒、大燒杯、小燒杯、塑膠杯、夾鏈袋、玻璃棒、石蕊試紙、剪刀、標籤紙、吸管。

測量工具：紅外線溫度計、電子秤、珠寶秤、定時器、手機。

化學材料與成分：尿素、蘇打粉、小蘇打粉、檸檬酸、澄清石灰水

肆、研究過程或方法

一、測試每種材料的性質

※加入跟材料等重的水—材料 10 公克、水 10 公克



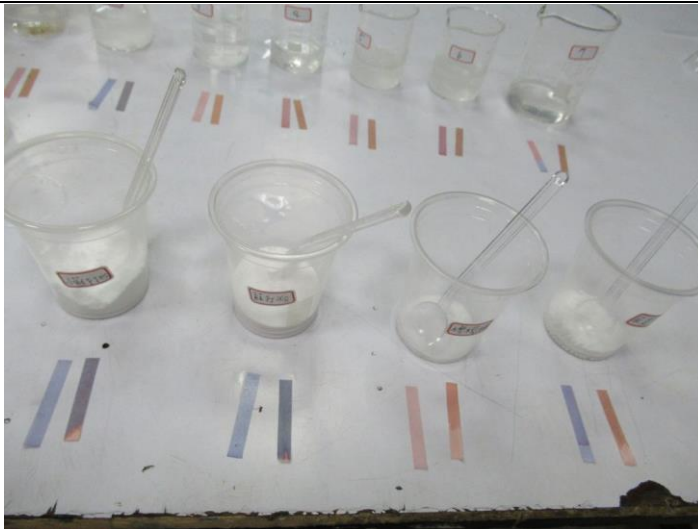
報導中的急凍粉只有提到三種成分，尿素、檸檬酸跟蘇打粉，但是我們懷疑蘇打粉跟小蘇打粉，一般人比較不會分別，可能把小蘇打粉誤植為蘇打粉。所以選定四種材料都試看看，再依照結果做取捨。



測量溫度

取四種材料各 10 公克，置入各自的燒杯，同時加入 10 公克的水，利用玻璃棒進行攪拌，再測量加水後每種材料的水溶液的溫度變化。利用紅外線溫度計進行測量，從第 30 秒的時間開始測，每隔 30 秒再測一次，直到測到第 20 分鐘。分別是 0.5 分、1 分、1.5 分、2 分、2.5 分、3 分、3.5 分、4 分、4.5 分、5 分、7 分、10 分、15 分、20 分，共 14 個時間點。

利用石蕊試紙測量水溶液的酸鹼值。



石蕊試紙沾上水溶液後，顯示的顏色變化



三個小朋友，一個測量溫度，
一個記錄溫度，一個計算時間

※加入材料兩倍重量的水—材料 10 公克、水 20 公克

依照同樣的做法進行操作，記錄下每種材料加水之後的水溶液溫度變化。將水量加倍的溫度變化，跟等重水量的溫度變化，進行比較。



報導之中的三種材料，剛買來的樣子

二、降熱材質最佳混合比例測試

※加入跟材料等重的水—3 種材料總和 10 公克、水 10 公克

降溫的材料取小蘇打粉、檸檬酸跟尿素三種進行，蘇打粉因為本身加水就有明顯的熱量產生，所以比較不適合當作降溫的材料。

因為是要找出比較會降溫的材料比例，因此以下列的對照表進行材料的分配，材料加總都是要十公克，如下表。

種類	1	2	3	4	5	6	7
材料							
小蘇打粉	5	5	0	3.33	4	4	2
檸檬酸	5	0	5	3.33	4	2	4
尿素	0	5	5	3.33	2	4	4
總重	10	10	10	10	10	10	10

單位:公克



使用珠寶秤，精度達到 0.01 公克

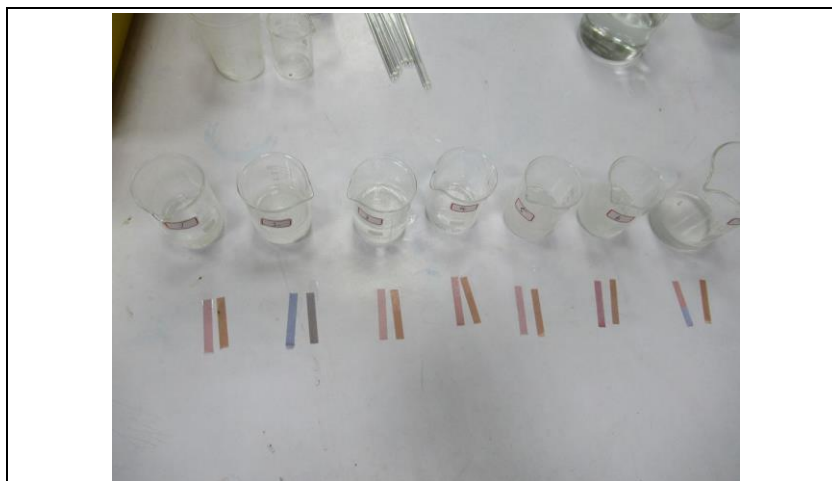


七種不同比例材料排排站



七種不同比例材料同時加水

七種不同比例材料加入等量水時，以同時加入的方式，方便實驗的溫度記錄。也讓它們變化開始的時間一樣，比較好做比對。一樣取 14 個時間點進行測量。一次沒有攪拌，一次有攪拌，比較看看攪拌影響大不大？



測看看水溶液的酸鹼性

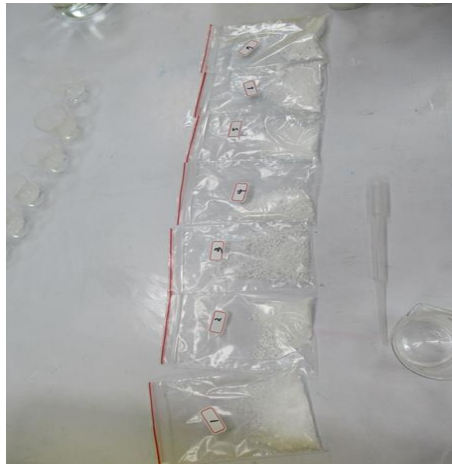
利用石蕊試紙來測試看看，這七種不同比例的材料，水溶液是酸性還是鹼性？以石蕊試紙的顏色來判斷他的酸鹼變化。| |

※加入材料兩倍重量的水—三種材料加總 10 公克、水 20 公克

水量可能也是影響溫度的因素之一，所以先把水量加倍看看，是否有更理想的水量分量。

三、產生的二氧化碳體積

因為小蘇打粉加上檸檬酸會產生氣體，我們將前面七種混合後的化學材料，放在夾鏈袋中混合等重量的水，密封之後搖晃，有些會膨脹有些不會。



加水之前



加水之後

利用氣體佔有空間的原理來測量每個夾鏈袋的體積，準備一個大杯子裝滿水，滿水位置做好劃記，先秤重滿水多重，將膨脹之後的夾鏈袋放入，利用另一個杯子壓下夾鏈袋，到滿水位置就好，大燒杯裡面的水會溢出，再將剩下的水連同燒杯一起秤重，將原來重量減掉後來的重量，可以計算被擠壓出的重量，因為水密度是 1，所以溢出的水的重量，就是夾鏈袋的體積。



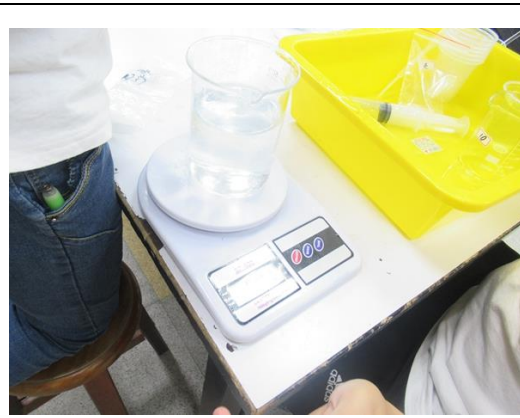
大燒杯裝滿水秤重



夾鏈袋包裝放入燒杯

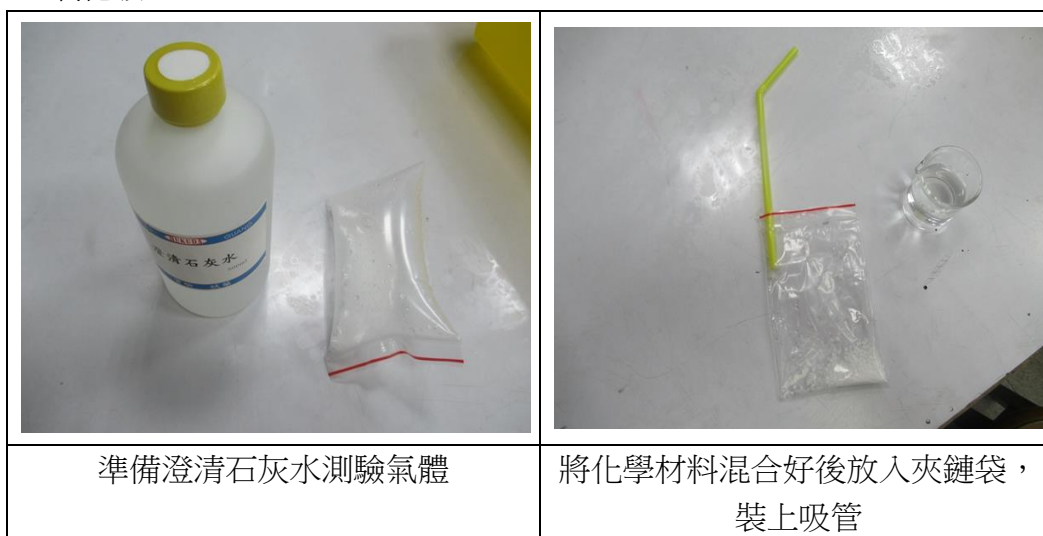


利用另一個燒杯壓到滿水線，多的水溢出



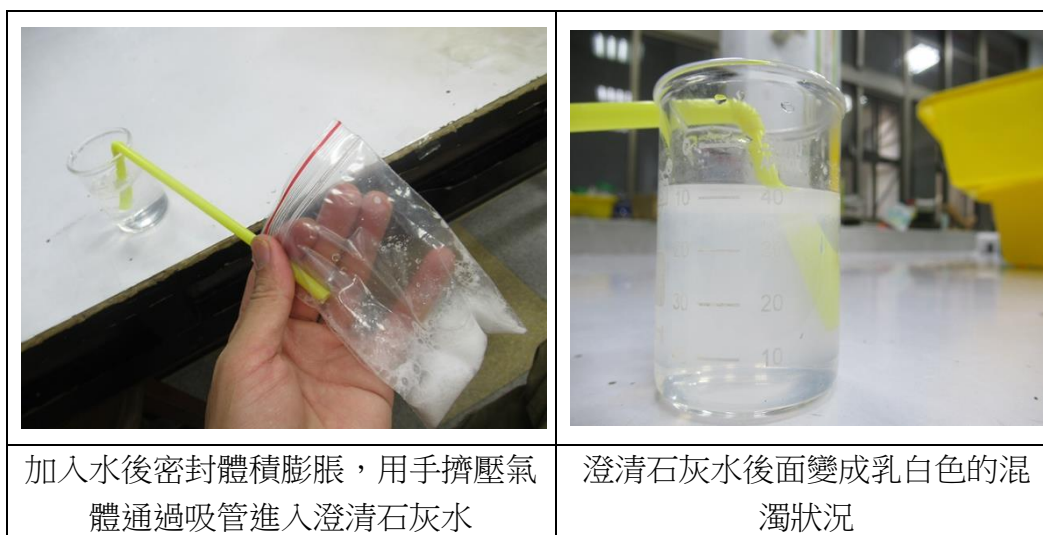
將溢出後剩下的水量進行秤重

測驗化學材料混合後產生的空氣種類，先利用澄清石灰水檢驗看看是不是二氧化碳？



準備澄清石灰水測驗氣體

將化學材料混合好後放入夾鏈袋，裝上吸管



加入水後密封體積膨脹，用手擠壓氣體通過吸管進入澄清石灰水

澄清石灰水後面變成乳白色的混濁狀況

四、等量的小蘇打粉與檸檬酸

將小蘇打粉跟檸檬酸的重量取相等，再加上不同重量的尿素，比較看看溫度的變化如何？因為小蘇打粉跟檸檬酸混合後產生二氧化碳，二氧化碳幫助降溫，所以取等量比較可以產生足量二氧化碳，去配合尿素的重量看溫度的差異如何。

小蘇打粉跟檸檬酸分別加入 5 公克，水加入 10 公克，尿素的重量不等，如下表的比例分配。

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
材料										
小蘇打粉	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
檸檬酸	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
尿素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
總重	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

單位:公克

一樣要測看看這些水溶液的酸鹼性。



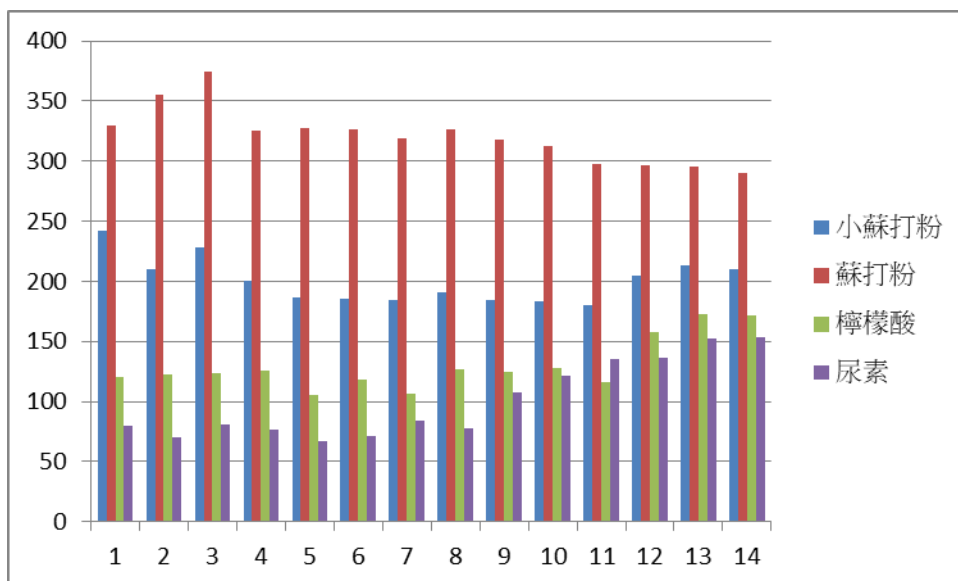
伍、研究結果

一、單一材質測量。

(一)加入重量相等的水量

時間 種類	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	7	10	15	20
小蘇打粉	242	210	228	200	187	186	185	191	184	183	180	205	213	210
蘇打粉	330	355	375	325	328	327	319	327	318	313	298	297	295	290
檸檬酸	120	123	124	126	106	118	107	127	125	128	116	158	173	172
尿素	80	70	81	77	67	71	84	78	108	122	135	136	152	154

溫度單位為攝氏溫度小數點第一位。



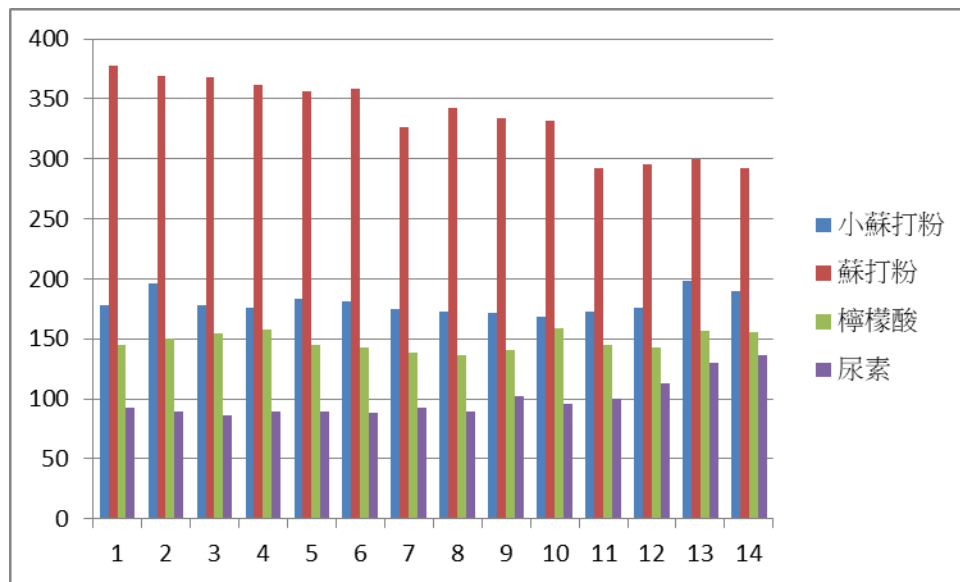
水溶液溫度：蘇打粉〉小蘇打粉〉檸檬酸〉尿素

低於室溫 25 度 C：尿素溫度〈檸檬酸溫度〈小蘇打粉溫度

(二)加入兩倍重量的水量

時間 種類	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	7	10	15	20
小蘇打粉	178	196	178	176	183	181	175	173	172	169	173	176	198	190
蘇打粉	378	369	368	362	356	358	327	342	334	332	292	296	300	292
檸檬酸	145	150	155	158	145	143	139	136	141	159	145	143	157	156
尿素	93	89	86	90	90	88	93	89	102	96	100	113	130	136

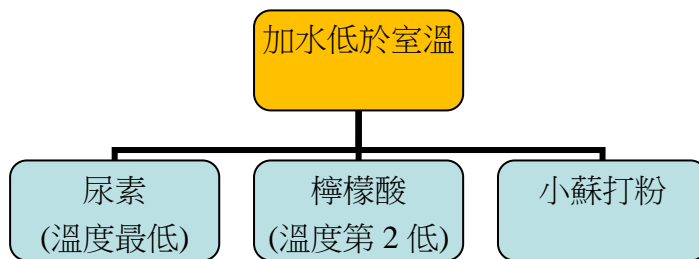
溫度單位為攝氏溫度小數點第一位。



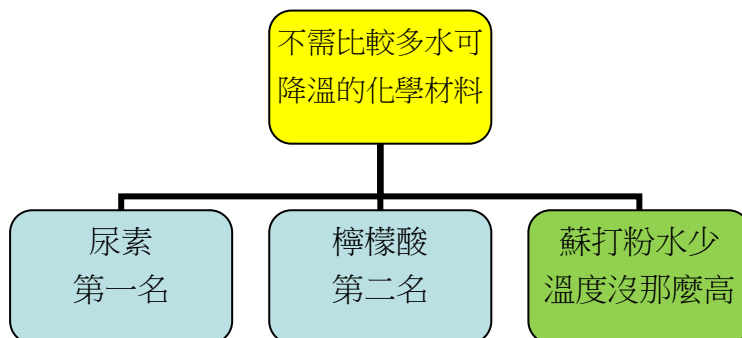
水溶液溫度：蘇打粉〉小蘇打粉〉檸檬酸〉尿素

比較加入化學材料一倍重量的水跟兩倍重量的水，可以看出，水越多溫度的下降越不明顯，像尿素一倍水加入攪拌可以降低到七度，加入兩倍水量後，卻只能降低到九度。蘇打粉加水後，兩種水量都有明顯的溫度升高，最高到 37 度，而且過程中經過 20 分鐘溫度也降不太下來，可見它不適合當作降溫的化學材料。小蘇打粉加水後溫度大約 20 度，稍低於室溫，加兩倍水時，溫度比較低。檸檬酸剛好相反，加一倍水時溫度比較低，加了兩倍水溫度反而比較高，檸檬酸加水後溫度也會降低。

加水會低於室溫的水溶液：小蘇打粉、檸檬酸、尿素



跟上面的順序一樣，不需要比較多水就可以降溫的是尿素跟檸檬酸。降溫效果最好的是尿素跟檸檬酸，小蘇打粉稍微可以，而蘇打粉是增溫。



四種化學成分中，石蕊試紙檢視的酸鹼性如下表。
小蘇打粉跟蘇打粉是鹼性，檸檬酸是酸性，尿素是中性。

	藍色石蕊 試紙	紅色石蕊 試紙	酸鹼性
小蘇打粉	藍	藍	鹼性
蘇打粉	藍	藍	鹼性
檸檬酸	紅	紅	酸性
尿素	藍	紅	中性

二、尋找降溫材質的最佳混合比例

(一)加入重量相等的水量

小蘇打粉加上檸檬酸，再加上尿素，材料三種加起來是 10 公克，水加入 10 公克。

種類	1	2	3	4	5	6	7
小蘇打粉	5	5	0	3.33	4	4	2
檸檬酸	5	0	5	3.33	4	2	4
尿素	0	5	5	3.33	2	4	4
總重	10	10	10	10	10	10	10

單位:公克

分兩次測量，一次有攪拌，一次沒有攪拌。

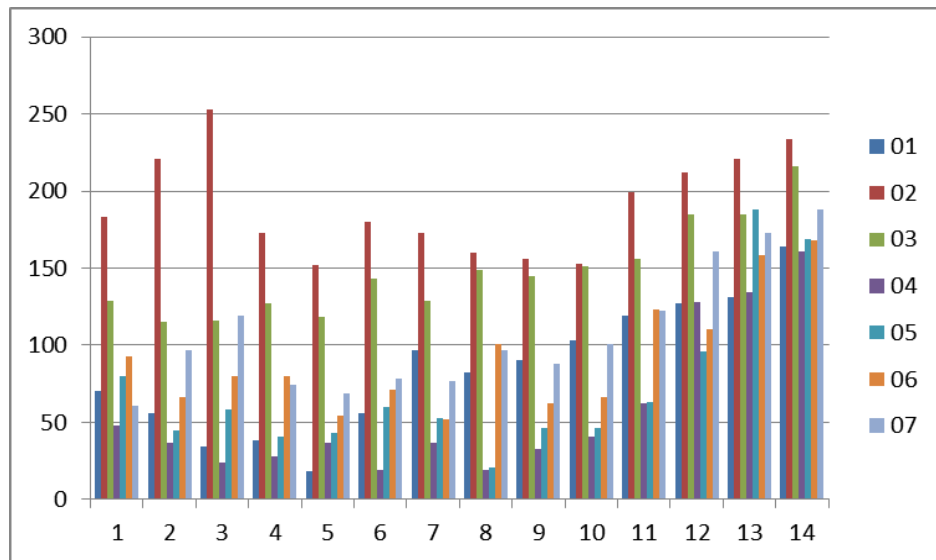
沒有攪拌

時間 種類	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	7	10	15	20
1	70	56	34	38	18	56	97	82	90	103	119	127	131	164
2	183	221	253	173	152	180	173	160	156	153	199	212	221	234
3	129	115	116	127	118	143	129	149	145	151	156	185	185	216
4	48	37	24	28	37	19	37	19	33	41	62	128	134	161
5	80	45	58	41	43	60	53	21	46	46	63	96	188	169
6	93	66	80	80	54	71	52	101	62	66	123	110	158	168
7	61	97	119	74	69	78	77	97	88	101	122	161	173	188

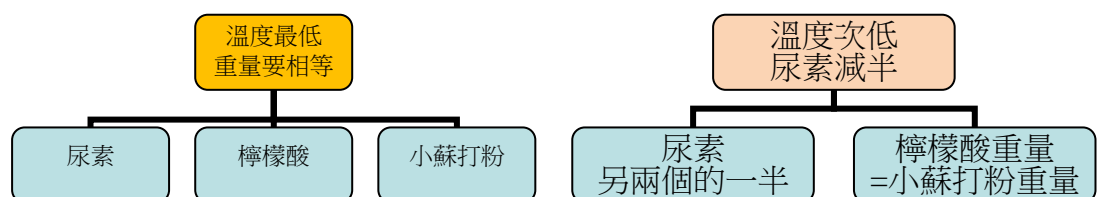
溫度單位為攝氏溫度小數點第一位。

溫度由低到高排序：第四種，第五種，第一種，第六種，第七種，第三種，第二種。

溫度低到高排序：4 < 5 < 1 < 6 < 7 < 3 < 2



第四種調配比例，可以把溫度降到最低，到達 2 度以下，效果驚人，而且降低溫度的效果比較穩定。也就是小蘇打、檸檬酸跟尿素，三種的重量一致，可以呈現最理想的效果。第五種的效果也很好，小蘇打粉跟檸檬酸等重，而尿素是它們單個重量的一半。



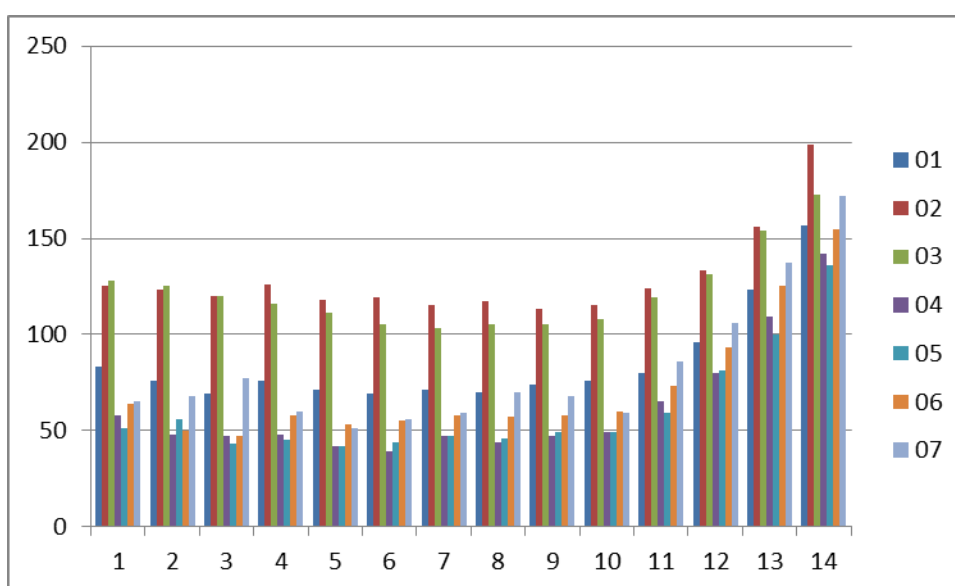
有攪拌

時間 種類	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	7	10	15	20
1	83	76	69	76	71	69	71	70	74	76	80	96	123	157
2	125	123	120	126	118	119	115	117	113	115	124	133	156	199
3	128	125	120	116	111	105	103	105	105	108	119	131	154	173
4	58	48	47	48	42	39	47	44	47	49	65	80	109	142
5	51	56	43	45	42	44	47	46	49	49	59	81	100	136
6	64	50	47	58	53	55	58	57	58	60	73	93	125	155
7	65	68	77	60	51	56	59	70	68	59	86	106	137	172

溫度單位為攝氏溫度小數點第一位。

溫度由低到高排序：第 5 種，第 4 種，第 6 種，第 7 種，第 1 種，第 3 種，第 2 種。

溫度低到高排序：5 < 4 < 6 < 7 < 1 < 3 < 2



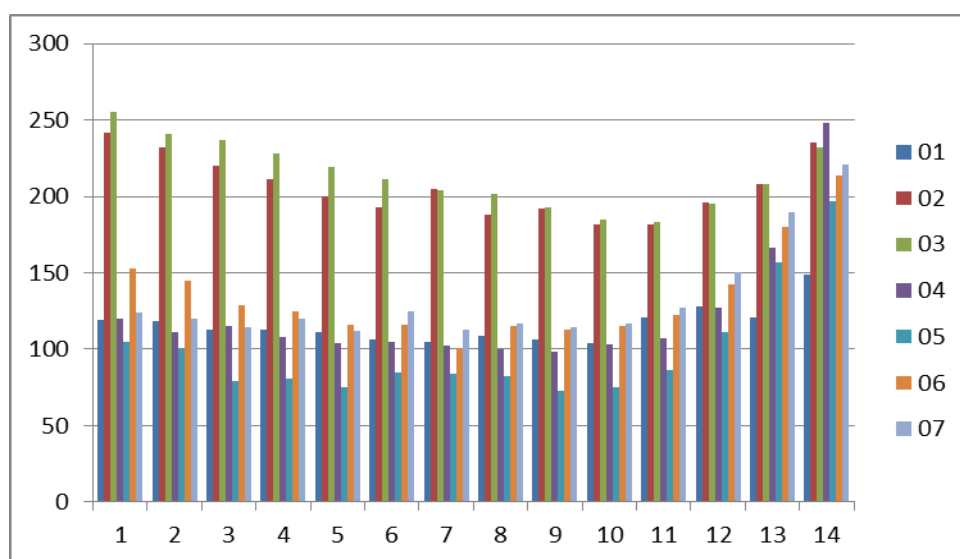
有攪拌的一樣第四種跟第五種效果最好。有攪拌跟沒有攪拌相比，沒有攪拌的效果更好，降低溫度更多。可能因為是沒有蓋子的容器，攪拌的過程中氣體很快跑掉，導致溫度無法續降。

(二)加入兩倍重量的水量

材料三種加起來是 10 公克，水加入 20 公克

時間 種類	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	7	10	15	20
1	119	118	113	113	111	106	105	109	106	104	121	128	121	149
2	242	232	220	211	200	193	205	188	192	182	182	196	208	235
3	255	241	237	228	219	211	204	202	193	185	183	195	208	232
4	120	111	115	108	104	105	102	100	98	103	107	127	166	248
5	105	100	79	81	75	85	84	82	73	75	86	111	157	197
6	153	145	129	125	116	116	101	115	113	115	122	142	180	214
7	124	120	114	120	112	125	113	117	114	117	127	150	190	221

溫度單位為攝氏溫度小數點第一位。



未攪拌的，加入水之後的降溫結果。一樣是第四種取得最好的效果，但是跟一倍水量未攪拌的相比，卻多了四度以上的溫度，可見水量不用太多。

水量不是越多越好。

七種化學成分中，石蕊試紙檢視的酸鹼性，所以小蘇打粉加上檸檬酸是酸加上鹼。

試紙 種類	藍色石蕊 試紙	紅色石蕊 試紙	酸鹼性
1	紅	紅	酸
2	藍	藍	鹼
3	紅	紅	酸
4	紅	紅	酸
5	紅	紅	酸
6	紅	紅	酸
7	紅	紅	酸

檸檬酸是酸性，小蘇打粉是鹼性，一倍的檸檬酸加上兩倍的小蘇打粉還是酸性，代表檸檬酸的酸性比較強，小蘇打粉的鹼性比較弱。尿素是中性不會影響酸鹼性。

酸鹼性影響力：檸檬酸〉小蘇打粉〉尿素

三、產生的氣體體積與成分

(一)測量體積

混合的三種化學材料成分比例如下：

種類	1	2	3	4	5	6	7
小蘇打粉	5	5	0	3.33	4	4	2
檸檬酸	5	0	5	3.33	4	2	4
尿素	0	5	5	3.33	2	4	4
總重	10	10	10	10	10	10	10

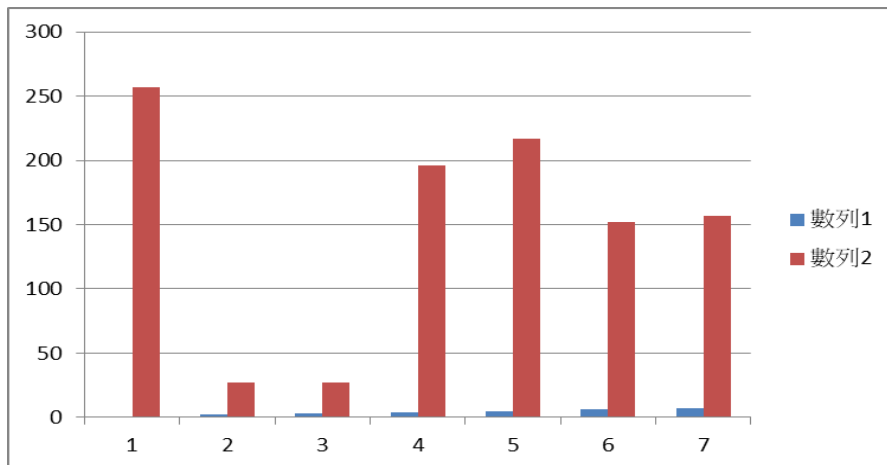
單位:公克

測量材料直接放入夾鏈袋，裝入 10 公克水搖晃之後所膨脹的體積。利用物體放入水中會溢出來的方法，氣體佔有空間的原理，測量結果如下。

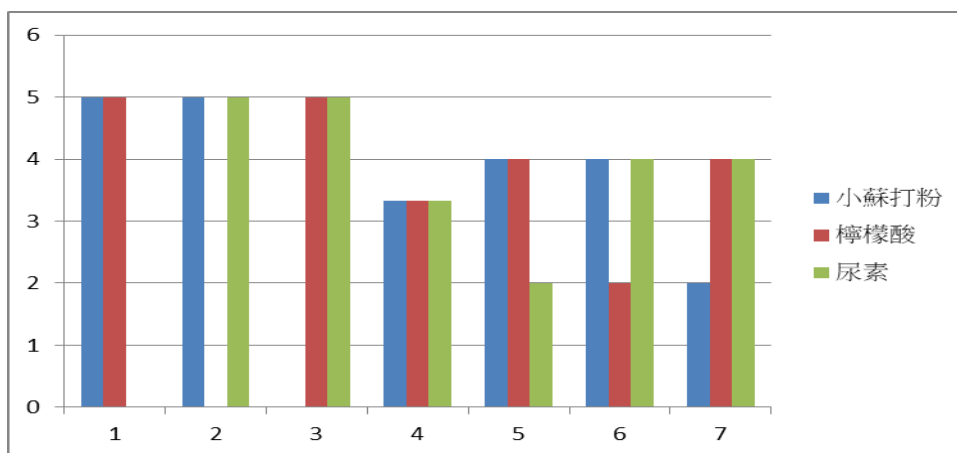
大燒杯裝滿水原重量 737 公克，放入夾鏈袋擠壓後，剩下的重量如下

種類	剩下的重量	氣體體積	體積排名
1	480	257	1
2	710	27	6
3	710	27	6
4	541	196	3
5	520	217	2
6	585	152	5
7	580	157	4

水溶液產生氣體體積由大到小排名：1〉5〉4〉7〉6〉2與3



產生氣體長條圖



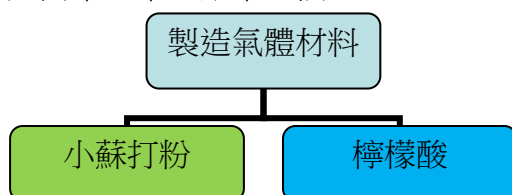
七種混合材料成分長條圖

分析混合的材料比例，可以清楚對照產生氣體的原因。

第一種混合，體積最大，只有加入小蘇打粉與檸檬酸。第4跟第5種，體積比前者小一點，但是夾鏈袋看起來也很飽滿，裡面是等比例的小蘇打粉跟檸檬酸，再加入少量的尿素。

當混合材料中少了小蘇打粉或是檸檬酸，就無法產生氣體，體積最小，如同第2第3種。

當檸檬酸跟小蘇打粉重量相等時，這兩者占比越多，可以產生比較多的氣體，如同第1第5跟第4個。

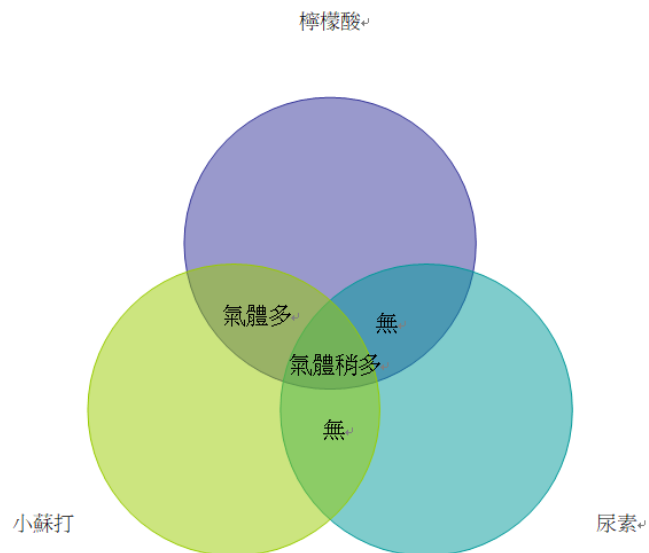


小蘇打粉跟檸檬酸等重效果最好

(二)測試氣體

利用澄清石灰水注入七種化學材料混合後的氣體，發現有產生氣體的都可以讓澄清石灰水變得乳白混濁，因此可以推斷這些氣體都是二氧化碳。

種類	有無氣體	澄清石灰水變化	裡面氣體
1	有	混濁	二氧化碳
2	無	沒變化	無
3	無	沒變化	無
4	有	混濁	二氧化碳
5	有	混濁	二氧化碳
6	有	混濁	二氧化碳
7	有	混濁	二氧化碳



化學材料交互作用產生氣體圖

四、等量的小蘇打粉與檸檬酸

材料三種加起來分別是 11~20 公克，水固定加入 10 公克

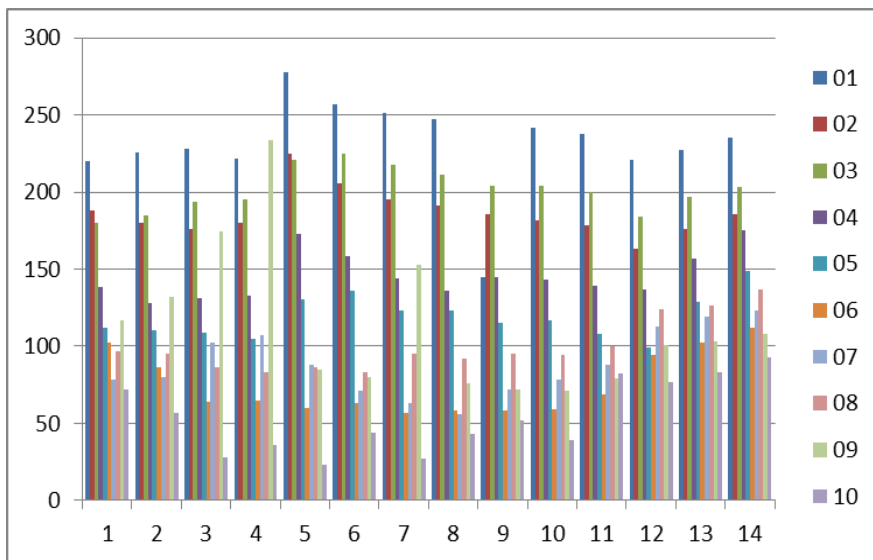
編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
小蘇打粉	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
檸檬酸	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
尿素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
總重	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

小蘇打粉跟檸檬酸取等重，跟尿素組合搭配，看看大約在哪個比例，可以達到最佳降溫效果？

沒有攪拌

時間 種類	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	7	10	15	20
1	220	226	228	222	278	257	251	247	145	242	238	221	227	235
2	188	180	176	180	225	206	195	191	186	182	178	163	176	186
3	180	185	194	195	221	225	218	211	204	204	200	184	197	203
4	138	128	131	133	173	158	144	136	145	143	139	137	157	175
5	112	110	109	105	130	136	123	123	115	117	108	99	129	149
6	102	86	64	65	60	63	57	58	58	59	69	94	102	112
7	78	80	102	107	88	71	63	56	72	78	88	113	119	123
8	97	95	86	83	86	83	95	92	95	94	100	124	126	137
9	117	132	174	234	85	80	153	76	72	71	79	101	103	108
10	72	57	28	36	23	44	27	43	52	39	82	77	83	93

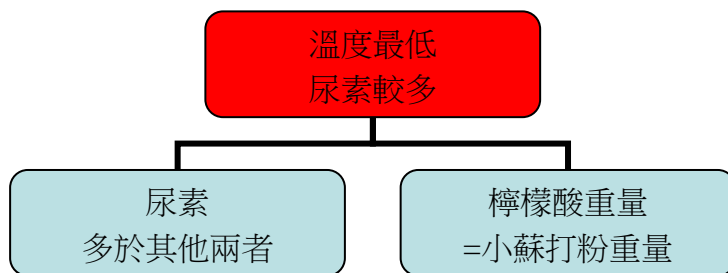
溫度單位為攝氏溫度小數點第一位。



第 10 種，小蘇打、檸檬酸跟尿素 1:1:2 時，效果最好，其次為第 6 種，尿素稍重於其他兩種時的表現。

溫度低到高排序：10 < 6 < 7 < 8 < 9 < 5 < 4 < 2 < 3 < 1

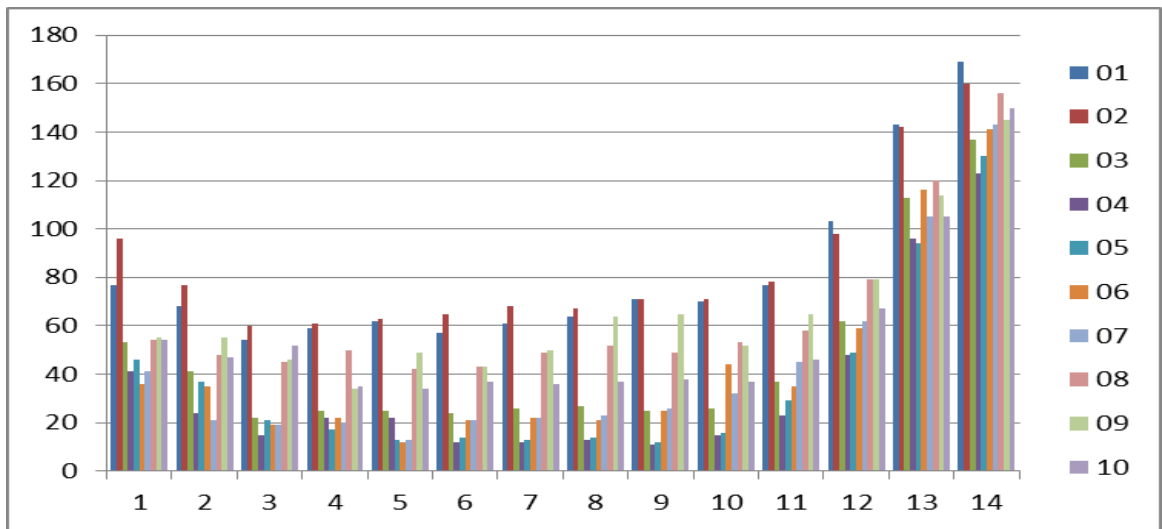
不攪拌下如何效果較好：尿素重量需大於小蘇打粉跟檸檬酸個別的重量。



有攪拌

時間 種類	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	7	10	15	20
1	77	68	54	59	62	57	61	64	71	70	77	103	143	169
2	96	77	60	61	63	65	68	67	71	71	78	98	142	160
3	53	41	22	25	25	24	26	27	25	26	37	62	113	137
4	41	24	15	22	22	12	12	13	11	15	23	48	96	123
5	46	37	21	17	13	14	13	14	12	16	29	49	94	130
6	36	35	19	22	12	21	22	21	25	44	35	59	116	141
7	41	21	19	20	13	21	22	23	26	32	45	62	105	143
8	54	48	45	50	42	43	49	52	49	53	58	79	120	156
9	55	55	46	34	49	43	50	64	65	52	65	79	114	145
10	54	47	52	35	34	37	36	37	38	37	46	67	105	150

溫度單位為攝氏溫度小數點第一位。

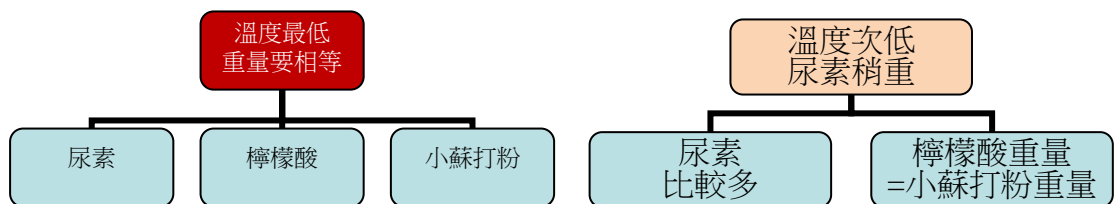


有攪拌時，當三種化學材料接近等重時，可以得到最好的效果。呈現在第 4 種跟第 5 種混合的表現上，當尿素稍稍重於另兩者時，溫度也比較低。

在溫度的呈現上有攪拌的溫度表現比較穩定，也比較可以量化比較。而且有攪拌時溫度會比較低，直到過了 20 分鐘時溫度升高，表示一開始化學材料可以充分作用，後面溫度才會慢慢的被室溫同化。

溫度低到高排序：4 < 5 < 7 < 6 < 3 < 10 < 8 < 9 < 1 < 2

攪拌下如何效果較好：尿素重量需接近小蘇打粉跟檸檬酸個別的重量。



陸、討論

- 一、蘇打粉跟小蘇打粉，化學式非常接近， Na_2CO_3 跟 NaHCO_3 ，一個鈉含量比較多，一個含有氫成分，兩個都是鹼性。當它們兩者加入水中攪拌後，我們發現蘇打粉很會放熱，小蘇打粉稍微吸熱，產生一些差異。
- 二、加水後低於室溫的化學材料有三個，其中**尿素 $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ 超會吸熱降溫**，是本實驗的主力產品，再來是檸檬酸跟小蘇打粉。
- 三、小蘇打粉加上檸檬酸的反應 $3\text{NaHCO}_3 + \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ 產生 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7 + 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 由此可以知道這**兩者取分量相等**的話可以充分反應，製造出最多的二氧化碳，**二氧化碳會吸熱**，本來酸加鹼會放熱增加溫度，但是因為產生二氧化碳的關係，反而降低了溫度。**二氧化碳的作用也因為有沒有攪拌，而有差異**。攪拌的過程因為玻璃棒的攪動，造成二氧化碳還來不及吸夠熱量，就散逸到空氣中。
- 四、三種化學材料混合時，需要水當作介質，而**水這個成分也不是越多越好**，過多的水量可能把好不容易降下的溫度，均攤到每一克的水中，使得降低的溫度沒有那麼理想。
- 五、酸鹼性跟溫度的關係，基本上三種化學材料，檸檬酸是酸性稍強，小蘇打粉是鹼性稍弱，因為後面的實驗結果發現兩者相混重量一樣時最理想，所以取等重之後再搭配尿素，這三個混合後都是**偏酸性**。
- 六、**有攪拌時三者取等重降溫效果最好**，沒有攪拌時卻是小蘇打粉跟檸檬酸等重，加上他們重量相加的尿素，可以取得最理想的效果，這個中間有那些不同呢？
- 七、尿素加水可以把溫度降得很低，小蘇打跟檸檬酸加水都沒辦法辦到，而**三種混合後居然可以得到比尿素本身更低的溫度**，這是尿素與二氧化碳的功勞，還是可以有其他的變因影響？
- 八、**尿素不會和小蘇打粉跟檸檬酸產生化學反應**，尿素溶於水中會吸熱，大量的降低溫度。
- 九、尿素加水是吸熱降低溫度，**尿素也是一種化學肥料**，施用時最好一次不要太多，以免凍傷植物。
- 十、**蘇打粉、小蘇打粉跟檸檬酸**，這三種是清潔用品中常見的材料，取其中單一種來做清潔，也有很大的效果。
- 十一、檸檬酸的酸性稍強，小蘇打粉的鹼性比較弱，這幾樣化學材料常作為清潔之用，可見**對人體沒有什麼危害**，適合拿來做為降溫用之材料。

柒、結論

- 一、單一化學材料加水可以降溫的是尿素、檸檬酸跟小蘇打粉。蘇打粉加水無法降溫，會產生大量的熱量。
- 二、酸鹼中和時會產生熱量，但是檸檬酸跟小蘇打粉起反應後，產生大量的二氧化碳，可以吸走更多的熱量，達成降溫。
- 三、水量跟化學材料相加等重時，沒有攪拌時，尿素、檸檬酸跟小蘇打粉等量，可以降到最低的溫度 2 度 C。
- 四、水跟化學材料等重時，有攪拌時，尿素重量只取另兩者單一重量的一半，可以達到降溫最好的效果。有沒有攪拌會影響二氧化碳吸熱的時間，所以沒攪拌時降溫效果最好。
- 五、尿素溶於水跟二氧化碳的產生是降溫的關鍵，吸走大量的熱量。
- 六、實驗時將化學材料溶於水來觀察放熱吸熱反應，這時候水量的介入也會影響溫度的表現，越多水降溫需要越多的吸熱，因此水量少一點降溫效果比較好。
- 七、小蘇打粉跟檸檬酸取等重，可以產生更多二氧化碳，因此兩者等量時效果最好。
- 八、水量少於三者混和時，沒有攪拌時尿素要多於其他兩者可以降溫最多，有攪拌時三者等量溫度最低，有攪拌時溫度比沒有攪拌低。
- 九、水量的多少除了影響溫度的表現，也會讓三者混合的比例產生不同的要求，以達到降低溫度最大的效果。

捌、參考資料及其他

一、國小六上自然課本、國小五下自然課本。

二、急凍粉 防臭靴 中學生發明獲獎。(2019 年)。網址：

https://orientaldaily.on.cc/cnt/news/20150824/00176_038.html

三、尿素-維基百科。(2020 年)。網址：

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%B0%BF%E7%B4%A0>

四、碳酸氫鈉-維基百科。(2020 年)。網址：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A2%B3%E9%85%B8%E6%B0%A2%E9%92%A0>

五、檸檬酸-維基百科。(2020 年)。網址：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AA%B8%E6%AA%AC%E9%85%B8>

六、降溫有妙招！自製環保冰包！

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會作品說明書 國小組

七、降溫出奇招！"冰爆包"暴紅。(2020 年)。網址：

https://www.youtube.com/watch?v=jaH_xhmB5TU