



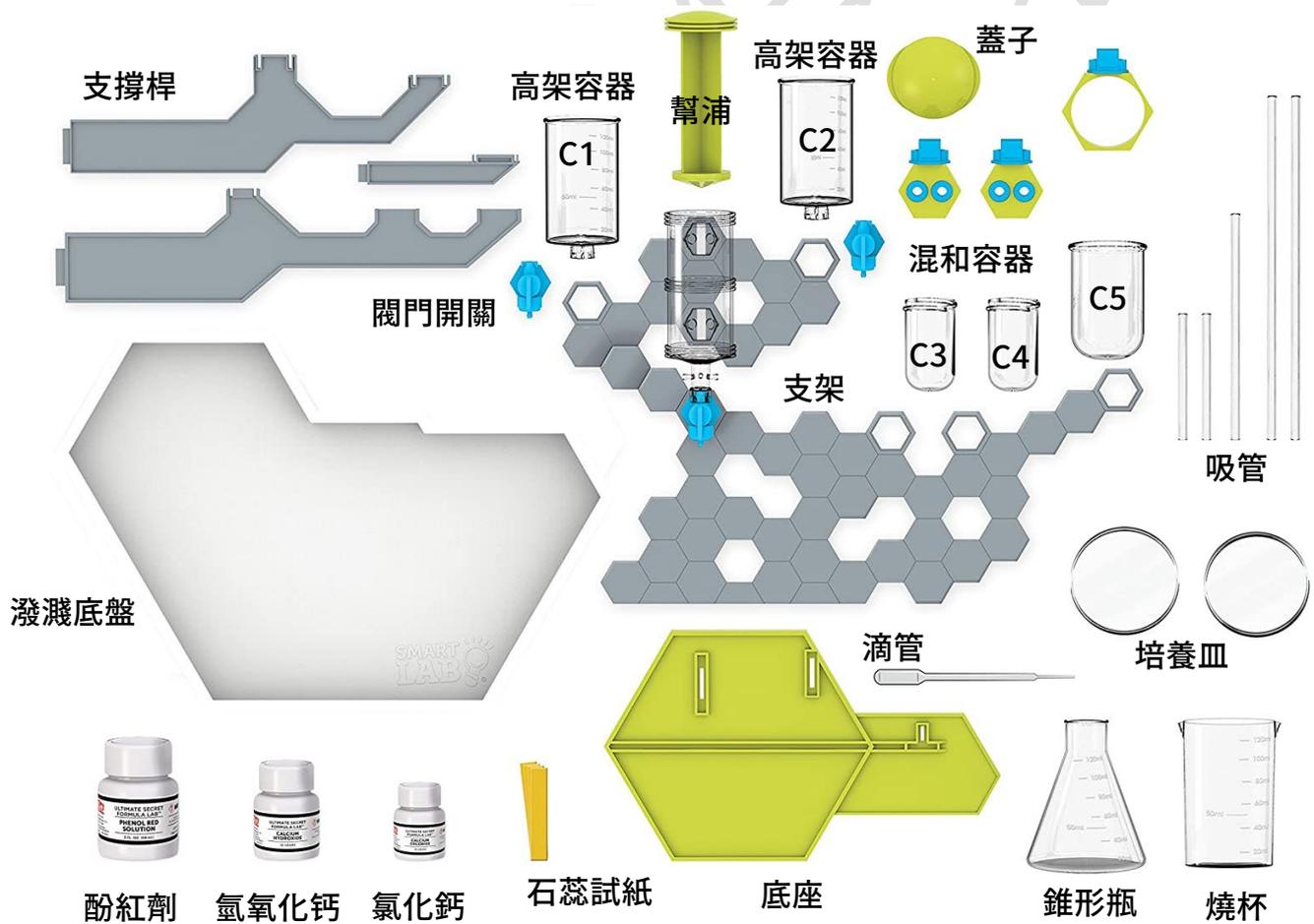
## SmartLab 終極配方實驗遊戲組 簡易中文說明書

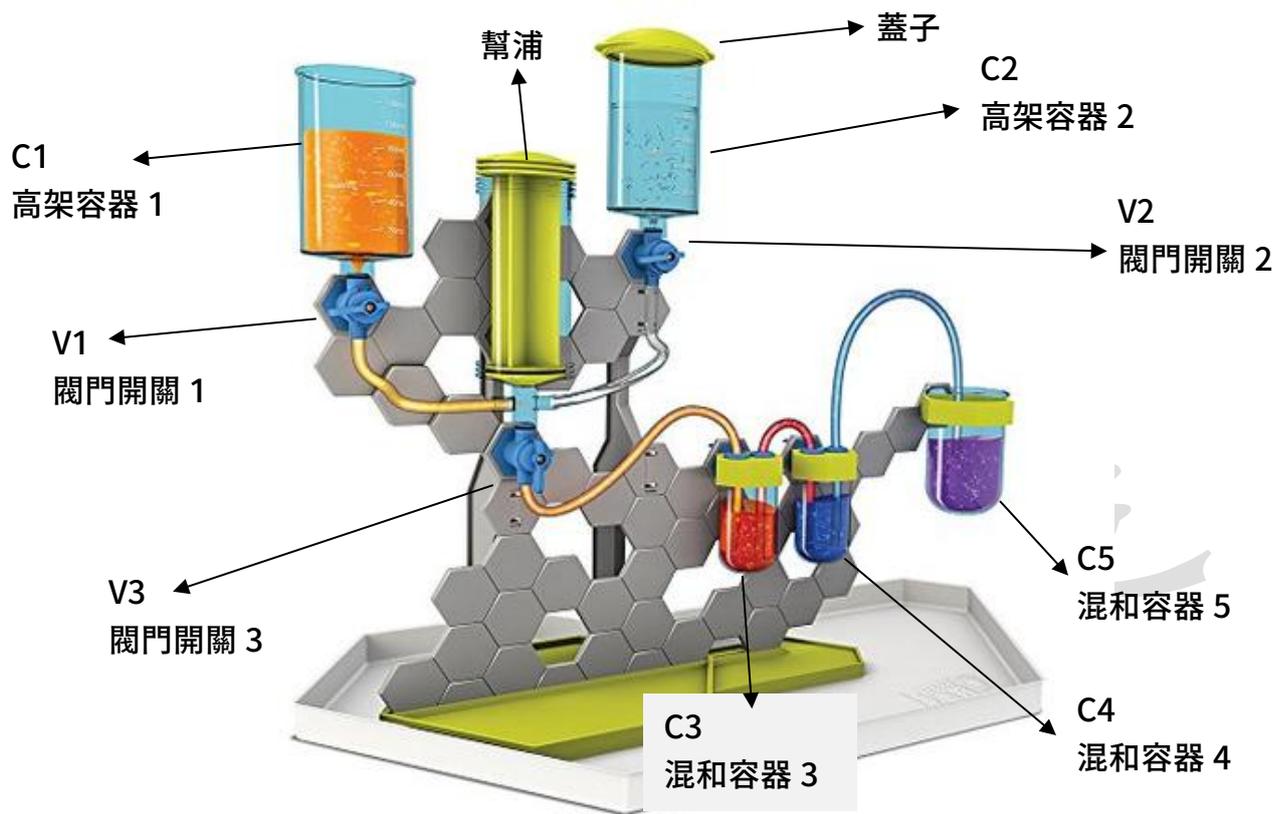
### 警告與注意事項:

- 本實驗遊戲組僅適合八歲以上兒童，並且需要在成年人監督下進行使用，請勿吞食或接觸眼睛。
- 進行實驗遊戲過程建議配戴護目鏡，防止化學物質或煙霧噴濺進入眼睛，如有需要可另外選擇配戴手套進行實驗遊戲。
- 本實驗組內附之化學材料請依照說明書中之實驗步驟操作，請勿任意進行其他方式的實驗遊戲。
- 進行本實驗遊戲時，請選擇空曠通風光線充足、接近水源供給之空間，避免接近食物儲放位置，建議選擇在耐熱的大桌面進行實驗遊戲。
- 遊戲結束後記得以洗手乳清潔雙手，以及清潔所有實驗遊戲器材與容器。
- 使用中若誤入眼睛、吞食，如有任何不適請盡快就醫。
- 遊戲結束後，請勿放置於孩童可及之處避免誤食。

本實驗組內含 33 個實驗配件，內含包括

- 潑濺底台
- 實驗台支架
- 壓力幫浦
- 開關
- 吸管
- 量杯、燒杯
- 培養皿
- 石蕊試紙
- 酚紅劑
- 氫氧化鈣
- 氯化鈣
- 31 頁英文圖文說明學習本





實驗遊戲座組裝成品示意圖

組裝教學 (請參考說明書封底圖解步驟 1-10)

- 步驟 1: 將支架平放在桌面，將三根桿扣入支架上的對應孔
- 步驟 2: 將潑濺底盤放在桌面上，將剛剛組好的支架立起來並扣入底盤上的七個對應孔
- 步驟 3: 將潑濺底盤翻過來，在背面將防滑墊扣入圓形對應孔
- 步驟 4: 將其中一個閥門(有黑色 O 型環的那一側)裝入幫浦下方的管口
- 步驟 5: 將組裝好的幫浦與閥門扣上支架上的對應孔
- 步驟 6: 將兩個閥門(有黑色 O 型環側朝上)扣上支架上幫浦左右兩側的對應孔
- 步驟 7: 將 C1、C2 高架容器裝上剛剛組好的兩個閥門

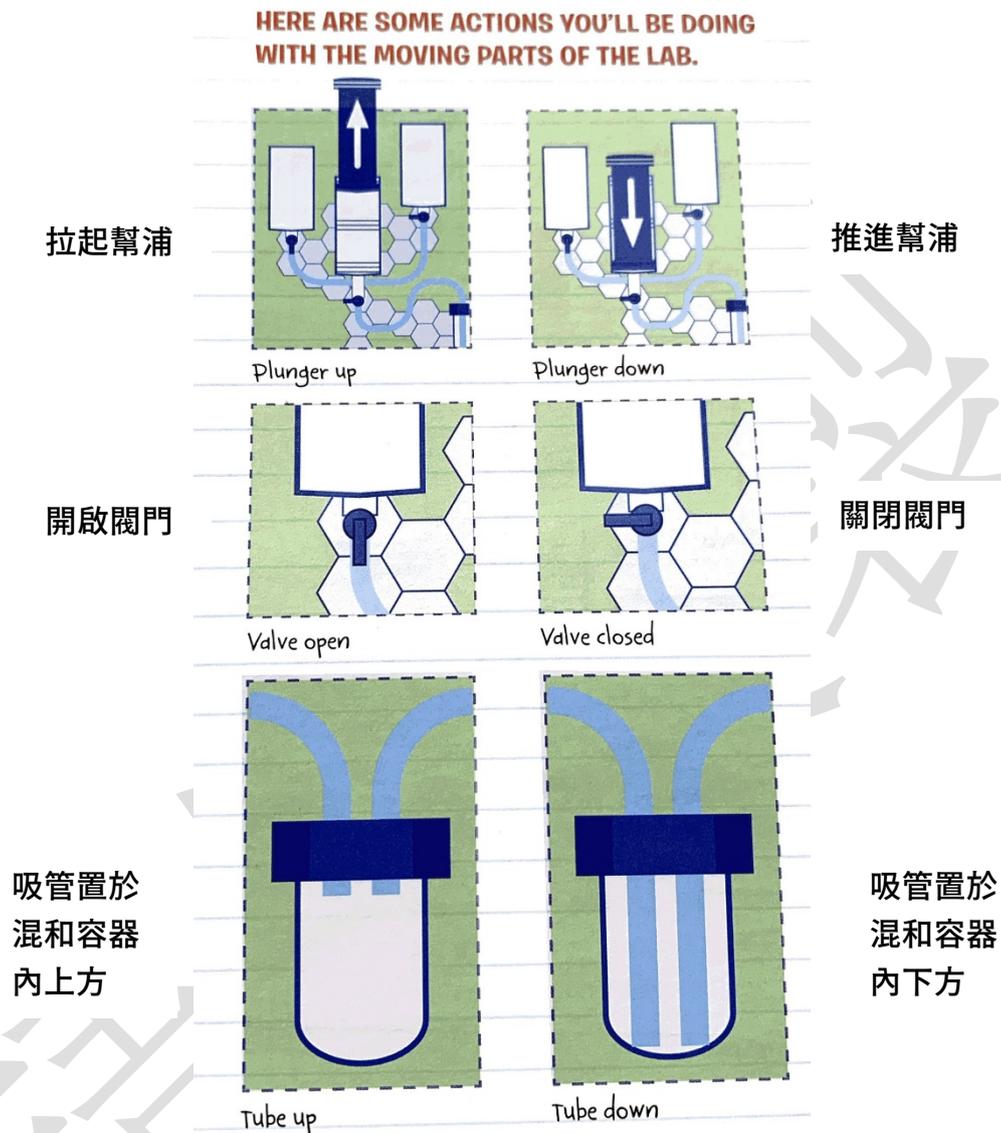
步驟 8: 將 C3、C4 混和容器的上蓋旋開，將上蓋以按壓的方式扣入支架上的對應孔

步驟 9: 使用同樣按壓的方式將 C5 容器扣上支架上的對應孔

步驟 10: 將 5 根吸管依照長度平放好，準備組裝吸管(建議由成人協助)

1. 將最短的吸管，以用手按壓吸管開口的方式，裝上 C1 容器下方的管口
2. 將最短吸管另一端開口，裝上幫浦左側的管口
3. 上面兩個步驟，將次短的吸管連結 C2 容器與幫浦右側管口
4. 將其中一根長度最長的吸管，連結幫浦下幫 V3 閥門的下方管口與 C3 上蓋上面的左側管口，將吸管伸入至 C3 容器底部
5. 將長度居中的吸管，連結 C3 容器(上蓋上面的右側管口)與 C4 容器(上蓋上面的左側管口)，將吸管伸入至 C4 容器底部
6. 將另一根長度最長的吸管，連結 C4 容器(上蓋上面的右側管口)與 C5 容器(上面的管口)，將吸管伸入至 C4 容器底部

在本實驗遊戲中，您將會操作以下動作：



在某些實驗遊戲中，您將會需要自備以下材料：

● 活性乾酵母	● 洗碗精	● 牛奶
● 明礬粉	● 浴鹽	● 生馬鈴薯
● 家用氨水 (需有成人協助)	● 食用染色劑	● 紅/紫甘藍
● 小蘇打(碳酸氫鈉)	● 棉花糖	● 鹽
● 氣泡水	● 雙氧水	● 糖
● 可樂/健怡可樂	● 檸檬汁	● 蒸餾白醋

<h2>實驗 1: AIR FORCE</h2> <p>(當關閉所有閥門時，嘗試將幫浦推進)</p>	<p>p.4</p>
<p>我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 實驗遊戲座✓</li> </ul>	
<p>準備:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 推進幫浦，並保持所有容器淨空，關閉所有閥門開關</li> <li>2. 打開任意一個閥門開關</li> <li>3. 將幫浦直接拉起到頂，但不要拔出幫浦罐</li> <li>4. 將剛剛打開的閥門關閉</li> </ol> <p>操作:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 慢慢地輕輕地將幫浦推進。</li> <li>2. 打開任意一個閥門開關後，再次嘗試將幫浦推進。</li> </ol>	
<p><b>實驗遊戲重點解說:</b></p> <p>空氣是一種由許多不同分子所組成的氣體，氣體中的分子除非有外力阻擋，不然會越來越分散。在此實驗遊戲中，當我們關閉所有閥門的時候，在幫浦瓶內的空氣被困在瓶子裡面了，因此當我們推進幫浦的時候，就會把瓶子內空氣分子壓得更緊密，此時空氣還是無路可走，因此我們可以發現推進的幫浦又會被瓶子里的氣壓頂回來。而當我們持續推進幫浦、擠壓瓶內空氣到某種程度後，會發現再也無法推進了。</p>	
<h2>實驗 2: Feeling Pressured</h2> <p>(當關閉所有閥門時，嘗試將幫浦拉起)</p>	<p>p.4</p>
<p>我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 實驗遊戲座✓</li> </ul>	
<p>準備:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 保持所有容器淨空，關閉所有閥門開關</li> <li>2. 打開任意一個閥門開關</li> <li>3. 將幫浦推進到底</li> <li>4. 關閉剛剛開啟的閥門</li> </ol> <p>操作:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 用一手握著幫浦瓶，又用另一隻手慢慢地將幫浦拉起。</li> </ol>	
<p><b>實驗遊戲重點解說:</b></p>	

在這個實驗遊戲中，當我們先開啟其中一個閥門開關，推進幫浦時，此時就將幫浦瓶中的空氣給擠出去了。當我們關閉剛剛開啟的閥門開關，開始操作拉起幫浦時，會發現拉不起來。這是因為我們想透過拉起幫浦的動作給幫浦瓶內製造出空間，但幫浦瓶內的空氣已經在剛剛被排出了，也就是所謂真空的狀態，同時幫浦瓶外的氣體壓力大於瓶內氣體壓力，讓我們無法將幫浦拉起!

### 實驗 3: Gravity-Defying Water

p.5

(倒置水杯且不讓水流出來!)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- C5 容器✓
- 水
- 培養皿✓

準備:

1. 將 C5 容器從遊戲支架取下

操作: (建議先在洗手槽內操作)

1. 在 C5 容器中先倒入水
2. 將培養皿正面朝下，蓋住 C5 容器
3. 將培養皿與 C5 容器握緊不分離後倒置
4. 放開握住培養皿的部分! 如果你操作正確，培養皿會像是黏在 C5 容器上，而此時水依舊留在 C5 容器內!

實驗遊戲重點解說:

本實驗遊戲中倒置培養皿與 C5 容器後，產生培養皿貼著 C5 容器的現象。這是因為大氣壓力支撐著容器的每一側，包括培養皿的下方。此時大氣壓力(大約是每平方英尺 14.7 磅)推向容器與培養皿的力道，遠大於容器中水向下的重力，因此讓水能保留在容器裡不落下。

### 實驗 4: The Amazing Breathing Marshmallow

p.6

(會呼吸的棉花糖)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 新鮮的棉花糖 (或是使用半充氣的小氣球)
- 一小張紙

準備:

1. 推進幫浦，保持 C1 與 C2 容器乾燥淨空，關閉所有閥門。
2. 將小張紙弄成皺皺的後放入 C2 容器，再將棉花糖放在紙團的上方。(這是為了保護棉花糖不被吸入閥門開關中)
3. 將 C2 容器蓋上蓋子。

操作:

1. 打開 V2 閥門開關
2. 慢慢地將幫浦拉起，同時間觀察棉花糖的變化。棉花糖是否有變大一點呢? (A 圖)
3. 用手扶著蓋子，再慢慢地將幫浦推進。觀察此時的棉花糖又有甚麼變化呢? (B 圖)
4. 接下來我們可以嘗試重複步驟 2、3 動作，讓棉花糖呈現”呼吸”的動作!

(如果發現蓋子蓋的不夠緊，可以先在 C2 容器開口鋪上一片塑膠膜後再蓋上蓋子加強密封)

實驗遊戲重點解說:

本實驗中的棉花糖的變形展示了氣體壓力的作用。由於棉花糖中具有很多小氣孔，當我們將幫浦拉起的時候，C2 容器內空氣流向幫浦瓶，C2 容器內氣壓就變小了，此時在棉花糖裡的氣孔內的空氣壓力大於 C2 容器內的空氣壓力，棉花糖因此膨脹。而將幫浦推進時則會產生相反的效果。

## 實驗 5: The Amazing Expanding Marshmallow!

p.6

(神奇的棉花糖膨脹效果)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 成人在旁邊協助
- 新鮮棉花糖
- 盤子
- 微波爐烤箱

操作:

1. 將棉花糖放置在盤子上，將盤子放進微波爐烤箱
2. 設定高功率微波 10-20 秒
3. 從微波爐烤箱外觀察棉花糖。如果無法觀察，等微波結束後再立即打開門觀察。  
(注意: 微波後棉花糖與盤子很燙，請勿直接觸摸!)

實驗遊戲重點解說:

在本實驗遊戲中，我們可以觀察到微波加熱後的棉花糖膨脹變大了!這是因為棉花糖中氣孔裡的氣體與水份經過加熱後擴張，棉花糖裡無數個小氣泡都變大了，因此膨脹了棉花糖!

## 實驗 6: Super Squeeze

p.7

(當所有閥門關閉時，是否能將水擠壓入更小的空間呢?)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 水
- 燒杯✓

準備:

1. 保持所有容器淨空，推進幫浦，關閉所有閥門。
2. 將 C1 容器注入水
3. 將 V1 閥門開啟
4. 用一隻手握住幫浦瓶，用另一隻手拉起幫浦，將 C1 容器中的大部分水抽進幫浦瓶，只留下一些水在 C1 容器中。(A 圖)
5. 將 V1 閥門關閉

操作:

1. 慢慢地推進幫浦! (不要用力硬推，因為此時幫浦動不了)(B 圖)

實驗遊戲重點解說:

在這個實驗遊戲中，我們發現將 V1 閥門關閉後，想要推進幫浦卻完全推不了! 並不像是在實驗 1 中幫浦瓶中的空氣可以被擠壓，液體則是更難被擠壓! 說明了液體與氣體在分子結構組成上的不同，氣體中分子間連結的強度較弱，而液體中分子間連結的強度要比氣體高!

## 實驗 7: Mighty Air

(利用氣體壓力移動水)

p.8

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 水與食物染色劑

準備:

1. 推進幫浦，保持所有容器淨空，關閉所有閥門
2. 將 C3 容器上蓋旋開注入一半水後，在裡面加入一滴食用染色劑，旋緊上蓋
3. 用一隻手握住 C3 容器，並用另一隻手將 C3 容器中左邊的吸管拉起高於水面高度，右邊的吸管則保持在容器內底部
4. 用一隻手握住 C4 容器，將 C4 容器中的兩根吸管都拉起至上方

操作:

1. 打開 V1 閥門
2. 將幫浦拉起，讓幫浦瓶內注入空氣
3. 關閉 V1 閥門，並開啟 V3 閥門
4. 推進幫浦

實驗遊戲重點解說:

在本實驗遊戲中，可以發現 C3 容器內的液體會移動到 C4 容器中! 這是因為當我們推進幫浦時，幫浦瓶內空氣被推注入 C3 容器，使得 C3 容器中的氣壓增加，又因為 C3 容器中右側的吸管沉在液體中，注入的空氣無法透過此吸管排出，此時 C3 容器中的氣體壓力推動了容器中的液體經由右側吸管流動到 C4 容器中!

<h2>實驗 8: High &amp; Low</h2> <p>(透過幫浦將水移動到更高處)</p>		<p><b>p.8</b></p>
<p>我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 實驗遊戲座✓</li> <li>● 水與食物染色劑</li> </ul>		
<p>準備:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 推進幫浦到底 (必要時可先開啟 V3 閥門)</li> <li>2. 關閉所有閥門</li> <li>3. 將 C1 容器上注入水，並在裡面加入一滴食用染色劑 (A 圖)</li> </ol> <p>操作:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 打開 V1 閥門</li> <li>2. 將幫浦拉起，讓幫浦瓶內注入水 (B 圖)</li> <li>3. 關閉 V1 閥門，並開啟 V2 閥門</li> <li>4. 推進幫浦，將水注入 C2 容器</li> <li>5. 關閉 V2 閥門</li> </ol> <p>(讓水維持在 C2 容器裡以及保持所有閥門關閉，以利進行後續實驗遊戲)</p>		
<p><b>實驗遊戲重點解說:</b></p> <p>當我們拉起幫浦的時候，此時在幫浦瓶內製造出一個低氣壓的空間，在外面相對高的氣壓將水從 C1 容器推進幫浦瓶中。當我們關閉 V1 閥門後，水就無法再流回 C1 容器。當我們推進幫浦後，此時幫浦瓶內的氣壓高於瓶外的氣壓，瓶內較高的氣壓將水推進 C2 容器!</p>		
<h2>實驗 9: Level Off</h2> <p>(不透過操作幫浦，將水從 C2 移動到 C1)</p>		<p><b>p.9</b></p>
<p>我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 實驗遊戲座✓</li> <li>● 水與食物染色劑</li> </ul>		
<p>準備:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 推進幫浦到底，關閉所有閥門</li> <li>2. 將 C2 容器上注入水，並在裡面加入一滴食用染色劑</li> <li>3. 將 C2 容器蓋上蓋子</li> </ol> <p>操作:</p>		

1. 打開 V1、V2 閥門。觀察水是否有流動? (A 圖)
2. 將 C2 容器的蓋子打開(B 圖)。此時水將快速流入 C1 容器!

**實驗遊戲重點解說:**

當 C2 容器蓋上蓋子時，空氣無法進入，此時 C1 容器與吸管 1、2 內的氣體壓力讓水無法流動到 C2。當我們拿掉 C2 容器的蓋子後，空氣得以進入 C2 容器，此時水的重力就會將水推入吸管 1 與 C1 容器。水流入等到兩邊的壓力相等後停止，可以觀察到兩邊水位是相同的!

## 實驗 10: No Room For Water

p.10

(將水從 C1 移動到 C5，不注入 C3 與 C4)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 水與食物染色劑

**準備:**

1. 推進幫浦到底，保持所有容器淨空，關閉所有閥門
2. 將在 C3 與 C4 容器內的吸管都置於下方
3. 將 C1 容器上注入水，並在裡面加入一滴食用染色劑

**操作:**

1. 打開 V1 閥門
2. 拉起幫浦 (A 圖)
3. 將 V1 閥門關閉，並開啟 V3 閥門
4. 慢慢地推進幫浦。水將流向 C5 容器，而非 C3、C4 容器。(B 圖)  
(如果水沒有流進 C5 容器，請嘗試以下動作)
5. 將 C3 閥門關閉，開啟 V1 閥門
6. 將幫浦拉起，讓幫浦瓶內充氣
7. 將 V1 閥門關閉，開啟 V3 閥門
8. 推進幫浦 (重複步驟 5-8 直到 C5 注滿水)

**實驗遊戲重點解說:**

在實驗遊戲中，水不會注入 C3、C4 容器，原因是因為 C3、C4 容器內已經充滿空氣。當 C3、C4 容器內水位高過吸管時，瓶內的空氣就無空間可走，而瓶內的氣壓則讓水位無法再上升!

(延伸挑戰: 如何讓已經注入 C5 的水，再次回流到 C1 呢? 試試看拉起幫浦吧!)

## 實驗 11: No Room For Air

p.10

(將水從 C1 移動到 C3 與 C4)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 水與食物染色劑

準備:

1. 推進幫浦到底，保持所有容器淨空，關閉所有閥門
2. 將 C1 容器上加入 60ml 的水，並在裡面加入一滴食用染色劑
3. 將 C3 與 C4 容器內的吸管拉高至上方

操作:

1. 打開 V1 閥門。拉起幫浦。(A 圖)
2. 關閉 V1 閥門，並慢慢地將幫浦推進。(B 圖)

實驗遊戲重點解說:

當我們推進幫浦將幫浦瓶內的水注入時，因為在 C3 與 C4 容器內的吸管置於上方，容器內空氣能夠透過吸管流動到 C5。

## 實驗 12: Air Space

P.11

(將水跳過 C3 直接注入 C4)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 水與食物染色劑

準備:

1. 推進幫浦到底，保持所有容器淨空，關閉所有閥門
2. 將 C1 容器上加入 20ml 的水，並在裡面加入一滴食用染色劑
3. 將 C3 容器內的吸管放至下方
4. 將 C4 容器內的吸管拉至上方

操作:

1. 打開 V1 閥門
2. 拉起幫浦，將幫浦瓶內注入水
3. 關閉 V1 閥門
4. 打開 V3 閥門
5. 慢慢地將幫浦推進

實驗遊戲重點解說:

如同我們在實驗 10 所看到的，當吸管沉在 C3 容器的水中時，容器中的空氣沒有地方可以跑，這時 C3 容器

被填得滿滿的沒有東西可以跑得進去。而在實驗 11 中，我們看到當吸管置於上方時，水就能被推注入 C4 容器中，而原本在容器中的空氣透過吸管跑到 C5 容器。

實驗 12 結合了實驗 10 與 11: 當水被推注入 C4 容器後，由於 C4 裡的吸管高於水面，能讓空氣流動到 C5，製造出空間讓水被注入。

## 實驗 13: The Grand Pressure Challenge

p.12

(將水從 C1 按照順序注入 C2-C5 容器中)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 水

準備:

1. 推進幫浦到底，保持所有容器淨空，關閉所有閥門
2. 將 C1 容器上加入 50ml 的水
3. 將 C3、C4 容器內左手邊的吸管拉至上方
4. 將 C3、C4 容器內右手邊的吸管放至下方

操作:

1. 打開 V1 閥門，並拉起幫浦將水吸入幫浦瓶內(A 圖)
2. 關閉 V1 閥門，並打開 V2 閥門
3. 慢慢地推進幫浦，將水注入 C2 容器(B1 圖)
4. 拉起幫浦將水抽回幫浦瓶內。(B2 圖)
5. 關閉 V2 閥門，並打開 V3 閥門
6. 推進幫浦，將水注入 C3 容器(C 圖)
7. 關閉 C3 閥門，打開 V1 閥門，拉起幫浦使幫浦瓶注入空氣(D 圖)
8. 關閉 V1 閥門，並打開 V2 閥門
9. 推進幫浦，將水注入 C3、C4 容器，直到 C4 容器滿了之後停止(E 圖)
10. 關閉 V3 閥門，打開 V1 閥門，拉起幫浦再次使幫浦瓶注入空氣
11. 關閉 V1 閥門，並打開 V3 閥門
12. 推進幫浦，將水注入 C5 容器(F 圖)，完成!

(進階挑戰: 將所有步驟倒著操作一遍，使水回到 C1 容器!)

## 實驗 14: The Clean Machine

p.13

(清洗我們的實驗座與器材有很多方式，這個方法可以一次將水注入所有容器與吸管中)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 水

準備:

1. 推進幫浦到底，關閉所有閥門
2. 將 C3、C4 容器內所有吸管拉至上方
3. 將 C1、C2 容器內注入水(A 圖)

操作:

1. 打開 V1 閥門，並拉起幫浦將水抽入幫浦瓶內(B 圖)
2. 關閉 V1 閥門，並打開 V3 閥門
3. 慢慢地推進幫浦到底(C 圖)
4. 關閉 V3 閥門
5. 此時如果 C1 容器內還有殘餘水，重複步驟 1-4
6. 打開 V2 閥門，拉起幫浦使幫浦瓶注入水(D 圖)
7. 關閉 V2 閥門，打開 V3 閥門
8. 推進幫浦到底(E 圖)
9. 關閉 V3 閥門
10. 此時如果 C2 容器內還有殘餘水，重複步驟 6-9
11. 將 C3、C4 容器內右邊的吸管拉至上方(F 圖)
12. 打開 V1 閥門，並拉起幫浦將空氣抽入幫浦瓶內
13. 關閉 V1 閥門，並打開 V3 閥門
14. 慢慢地將幫浦推進到底
15. 關閉 V3 閥門
16. 重複步驟 12-15 直到所有容器、吸管内淨空。  
(小提醒: C5 容器內的水需要自行手動操作倒掉哦!)

## 實驗 15: The Pop Push Challenge

(挑戰用氣泡將水從 C4 推入 C5)

p.14

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 水與食物染色劑
- 未開封的氣泡水或是碳酸飲料

準備:

1. 推進幫浦到底，保持所有容器淨空，關閉所有閥門
2. 將 C4 容器注入水，加入一滴食物染色劑。
3. 將 C3 容器內的吸管都拉至上方

4. 將 C4 容器內的吸管都放至下方

操作:

1. 將 C3 容器的蓋子旋開並加入氣泡水(或碳酸飲料)後再裝回
2. 觀察 C4 容器，是否有氣泡從吸管中冒出
3. 約過 10-15 分鐘，觀察水是否從 C4 容器注入 C5 容器

實驗遊戲重點解說:

我們能從氣泡水/碳酸飲料聽到嘶嘶的聲音，這聲音來自二氧化碳氣體，二氧化碳經過加壓後溶解在液體中。當我們打開氣泡水/碳酸飲料時，瓶內的氣體開始從加壓過的容器內洩出，同時產生氣泡。在實驗遊戲中，當越來越多的氣泡產生並透過吸管進入 C4 容器後，C4 容器內的氣壓增加進而將水推注入 C5 容器!

## 實驗 16: Soda Fountain

p.14

(斷開分子間的連結以製造泡沫)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 錐形瓶✓
- 未開封的健怡可樂
- 鹽
- 培養皿✓
- 紙
- 空水槽

操作:

1. 將 100ml 的健怡可樂倒入錐形瓶中(可能需要慢慢地分幾次倒，因為泡沫會跑出來)
2. 將錐形瓶放入水槽
3. 將一匙(15ml)的鹽入培養皿中
4. 將紙捲成錐形狀，其中狹窄邊的開口控制在比錐形瓶開口更小一點
5. 將錐形捲紙當成漏斗，將培養皿中的鹽倒入漏斗加入錐形瓶中，觀察泡泡變化!

實驗遊戲重點解說:

這個實驗遊戲與另一個“在可樂裡加入曼陀珠”的實驗其實是一樣的原理。在碳酸飲料中二氧化碳與水分子連結在一起，我們必須要分開它們才有辦法製作出泡泡。鹽晶體(曼陀珠)的粗糙表面上有許多的氣孔，提供了二氧化碳分離與形成氣體過程的空間，此催化過程稱作爲“核作用”。當我們在健怡可樂中加入鹽後，鹽表面上無數個小孔催化了二氧化碳瞬間變成氣體，此時瓶內快速產生泡沫猶如噴泉一般。

## 實驗 17: Spud Bubbles

p.15

(透過化學反應製造氧氣泡泡)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 成人的協助
- 實驗遊戲座✓
- 雙氧水(3%)
- 生馬鈴薯
- 水與食物染色劑(藍色、黃色)
- 刀子

準備:

1. 推進幫浦到底，保持所有容器淨空，關閉所有閥門
2. 將 C3 容器內的吸管都拉至上方
3. 將 C4 容器內的吸管都放至下方
4. 將 C4 容器的蓋子旋開，加入水及加入一滴藍色食物染色劑後蓋回

操作:

1. 在成人的幫助下，將生馬鈴薯切成小碎塊，不需要很多的量 (注意:切馬鈴薯的步驟必須準確地在進行實驗之前進行，太早準備將馬鈴薯切塊，馬鈴薯會先氧化無法進行實驗遊戲)
2. 將 C3 容器的蓋子旋開，放入約 2/3 滿的馬鈴薯碎塊，並加入一滴黃色食物染色劑後蓋回
3. 在 C1 容器中加入 40ml 的雙氧水
4. 打開 V1 閥門，並拉起幫浦讓雙氧水注入幫浦瓶
5. 關閉 V1 閥門，並開啟 V3 閥門
6. 慢慢地推進幫浦，當 C3 容器滿的時候停止推進
7. 將 V3 閥門關閉。觀察 C4 與 C5 容器中的吸管與氣泡!

實驗遊戲重點解說:

在本實驗遊戲中觀察到所產生的氣泡來自於雙氧水與馬鈴薯中抗氧化酶(過氧化氫酶)產生的化學反應。在化學反應過程中，分子會分解或是重組成不同的結構，在這次實驗雙氧水中的成分過氧化氫分子經過化學作用分解，最後形成水與氧氣!

**實驗 18: The Basic Acid Test**

(酸鹼測試。本實驗分成兩部分: 製作溶液與測試 )

p.16

## Part1.

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 錐形瓶✓
- 數個紙杯(玻璃杯或陶瓷杯亦可)
- 筆
- 膠帶或標籤貼紙
- 小蘇打溶液
- 可樂
- 洗碗精溶液
- 雙氧水
- 檸檬汁
- 醋
- 牛奶

操作:

1. 製作小蘇打溶液 (在錐形瓶中倒入 30ml 的水並加入 1 茶匙約 5ml 的小蘇打攪拌均勻)
2. 製作洗碗精溶液 (在錐形瓶中倒入 30ml 的水並加入幾滴洗碗精攪拌均勻)  
(記得調配各種溶液前要先將錐形瓶與滴管先沖洗乾淨，避免汙染物質)

## Part2.

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 培養皿✓
- 滴管✓
- 石蕊試紙✓ (小提醒: 用手碰觸石蕊試紙前確認首要是乾淨乾燥的! 可以將試紙剪半，之後能夠操作更多遊戲)
- 空白紙張
- 筆
- 一杯乾淨的水

準備:

1. 在空白紙上製作一個表格分成酸性(Acid)、鹼性(Base)兩欄，並列上所有要進行實驗的溶液名稱 (下一個實驗也會用到這個表格)

操作: (適用於每一種測試溶液)

1. 將一張石蕊試紙放入乾淨乾燥的培養皿中
2. 用乾淨的滴管吸取測試的溶液，並滴幾滴在石蕊試紙上
3. 如果試紙變成紅色，則代表我們找到酸性溶液，在酸性(Acid)表格上打勾!
4. 如果試紙變成藍色，則代表我們找到鹼性溶液，在鹼性(Base)表格上打勾!

5. 將沒有滴完的測試溶液，擠回原本的容器中
6. 清洗培養品與滴管
7. 重複步驟 1-6 測試下一種溶液

## 實驗 19: Acid/Base Free Play

(混和酸鹼實驗)

p.17

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 培養皿✓
- 石蕊試紙✓
- 滴管✓
- 一杯乾淨的水(清洗滴管用)
- 實驗 18 製作的表格

操作:

1. 在培養皿中放入一張石蕊試紙
2. 根據實驗 18 得到表格，用滴管吸取一種酸性溶液，滴幾滴在石蕊試紙上
3. 清洗滴管後，用滴管吸取一種鹼性溶液，滴幾滴在同一張石蕊試紙上
4. 清洗滴管後，在選取其他任一種溶液，滴幾滴在同一張石蕊試紙上
5. 重複以上操作，觀察石蕊試紙的變化

實驗遊戲重點解說:

pH 值是溶液酸鹼程度的衡量標準，分為 0-14 用來衡量溶液酸鹼性的尺度，其中 7 代表著酸鹼中和。超過 7 代表為鹼性，數值越大代表鹼性程度越高；小於七代表為酸性，數值越小代表酸性程度越高。鹼性溶液會使石蕊試紙變藍，而酸性溶液使石蕊試紙變紅，透過顏色對照表我們可以用來判斷溶液的酸鹼程度。

## 實驗 20: Disappearing Act

(挑戰將溶液染色後再次變回!)

p.18

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 錐形瓶✓
- 燒杯✓
- 滴管✓
- 酚紅劑✓
- 白醋
- 水
- 量匙

- 小蘇打
- 一杯乾淨的水(清洗滴管用)

準備: (實驗前須確認所有器材都已清洗乾淨)

1. 推進幫浦到底，保持 C1、C2 容器淨空，關閉所有閥門
2. 在 C3、C4 容器注入一些水，能夠淹蓋注下方吸管即可
3. C3、C4 容器內的吸管都放置於下方
4. 在燒杯中放入 20ml 的水，並加入半茶匙(2.5ml)的小蘇打攪拌均勻
5. 將小蘇打溶液倒入 C1 容器
6. 在錐形瓶倒入 50ml 的水，並加入 5 滴的酚紅劑攪拌均勻後，倒入 C2 容器
7. 將滴管清洗乾淨
8. 用滴管吸滿醋後，加入 C5 容器

操作:

1. 打開 V2 閥門，拉起幫浦將 C2 容器內溶液注入幫浦瓶
2. 關閉 V2 閥門，並開啟 V1 閥門
3. 慢慢地推進幫浦，觀察溶液顏色變化!
4. 拉起幫浦，將溶液抽回幫浦瓶
5. 關閉 V1 閥門，並開啟 V3 閥門
6. 推進幫浦，將溶液注入 C5 容器
7. 觀察溶液顏色，是否又變回來了呢?

## 實驗 21: Your Basic Indicator

p.18

(製作鹼性溶液指示劑)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 錐形瓶✓
- 滴管✓
- 酚紅劑✓
- 小蘇打✓
- 白醋
- 量匙
- 一杯乾淨的水(清洗滴管用)

準備:

1. 實驗前須確認所有器材都已清洗乾淨

操作:

1. 將滴管吸滿酚紅劑後加入有 50ml 水的錐形瓶中，攪拌均勻後，清洗滴管

2. 加入 1/4 茶匙(1ml)的小蘇打，再次攪拌均勻。注意顏色的變化!
3. 在錐形瓶加入三管的白醋，觀察顏色的變化!

**實驗遊戲重點解說:**

酚紅劑是一種酸鹼指示劑，當遇到鹼性溶液例如小蘇打溶液時會變成粉紅色。當我們在實驗遊戲中加入醋後，因為加入的醋為酸性溶液中中和了原本的鹼性溶液，因此粉紅色又變回原來的顏色!

## 實驗 22: Visible Vapor

p.19

(見證氣體的快速擴散)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 成人在旁協助✓
- 家用氨水
- 酚紅劑✓
- 棉花棒

操作:

1. 先確認家用氨水的瓶子瓶蓋是緊閉的
2. 將棉花棒浸入酚紅劑的瓶子後，打開家用氨水的瓶蓋
3. 在大人的協助之下，打開家用氨水瓶並將沾了酚紅劑的棉花棒放在氨水瓶口。
4. 觀察棉花棒頭上顏色的變化，顏色將會快速地轉成亮紅色
5. 盡快將家用氨水瓶瓶蓋關上!

**實驗遊戲重點解說:**

在此實驗遊戲中，酚紅劑快速地與家用氨水散發出的煙(雖然無色但可以聞到刺激的味道)產生化學作用，證明我們打開瓶蓋後氣體從瓶內快速往外散發

## 實驗 23: Cabbage Water Indicator

p.20

(自製酸鹼顏色指示劑)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 成人在旁的協助✓
  - 四到五片紅(或紫)甘藍葉片
  - 水
  - 可放入微波爐的碗
  - 濾網
  - 第二個碗(用來裝自製顏色指示劑)
  - 微波爐
- (如果沒有微波爐可以請大人將甘藍葉用水煮加熱幾分鐘)

(或是將撕成小片的甘藍葉放入密封袋，加一點水後，放在袋子裡用手擠壓葉子出葉汁，使用這種方式顏色可能不會太深但不影響實驗遊戲操作)

操作:

1. 將甘藍葉撕成小碎片狀
2. 將撕好的小碎葉放在碗中，並在碗中加入水淹過碎葉
3. 請大人協助以高功率微波加熱碗中的溶液約兩分鐘，或是讓溶液剛好有點冒煙的程度
4. 讓碗在微波爐裡靜置 10 分鐘直到冷卻才可以觸摸
5. 將碗拿出來，並用濾網將甘藍碎葉片過濾掉，將溶液倒入第二的碗
6. 自製酸鹼顏色指示劑完成! 我們可以將它冷藏在冰箱中保存好幾天，記得要將碗蓋起來或是封起來不然味道可能會充滿整個冰箱!

## 實驗 24: In the Pink

p.20

(酸性測試)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 錐形瓶✓
- 滴管✓
- 實驗 24 製成的酸鹼顏色指示劑
- 白醋

操作:

1. 將 50ml 的自製酸鹼指示劑倒入錐形瓶
2. 使用滴管抽滿一管的醋
3. 慢慢將醋滴入錐形瓶，觀察瓶內顏色的變化
4. 滴入更多的醋，觀察顏色是否變得更多了呢?

實驗遊戲重點解說:

在實驗 23 中我們製成的甘藍葉酸鹼指示劑溶液，溶液中的紅/紫色來自於葉紫中的花青素。當指示劑碰到酸性溶液例如醋的時候，就會變成粉紅色。當碰到的酸性溶液酸度越強，粉紅色就會變得更明顯!

## 實驗 25: Basic Blue

p.21

(鹼性測試)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 錐形瓶✓
- 實驗 24 製成的酸鹼顏色指示劑
- 小蘇打

- 量匙

操作:

1. 將 50ml 的自製酸鹼指示劑倒入錐形瓶
2. 加入 1/4 茶匙(1ml)的小蘇打，並攪拌均勻，觀察瓶中變化
3. 加入更多的小蘇打，觀察顏色是否變得更多了呢?

實驗遊戲重點解說:

我們自製甘藍酸鹼指示劑溶液中的花青素，碰到鹼性溶液例如小蘇打溶液的時候，就會變成藍/綠色。由於甘藍葉製成的酸鹼指示劑碰到酸性與鹼性溶液會變成不同顏色，我們可以稱作為通用指示劑或廣範試劑。

## 實驗 26: Science Magic!

p.21

(來展示個變色的魔術吧!)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 實驗 24 製成的酸鹼顏色指示劑
- 白醋
- 小蘇打
- 量匙

準備:

1. 推進幫浦到底，保持所有容器淨空，關閉所有閥門
2. 將 C3、C4 容器內的機管至於上方
3. 在 C1 容器加入 30ml 的醋
4. 在 C3 內加入半滿的自製甘藍酸鹼指示劑後，將上蓋旋緊
5. 在 C4 容器中加入 1 匙(15ml)的水，與半茶匙(2ml)的小蘇打後，將上蓋旋緊

操作:

1. 打開 V1 閥門，拉起幫浦使醋注入幫浦瓶
2. 關閉 V1 閥門，並開啟 V3 閥門
3. 慢慢地推進幫浦，使醋注入 C3 容器
4. 觀察 C3 與 C4 容器內的變化

實驗遊戲重點解說:

本來在 C1 中的醋屬於酸性溶液，注入 C3 後將 C3 中原本的自製甘藍酸鹼指示劑變成粉紅色。而 C4 中的鹼性小蘇打溶液，則將酸性表現的顏色反轉成呈現鹼性的紫色!

## 實驗 27: Super Fizz

p.22

(用本實驗組呈現經典實驗: 製造氣泡/二氧化碳)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 錐形瓶
- 白醋
- 小蘇打
- 水與食物染色劑(黃與藍)

操作:

1. 推進幫浦到底，保持所有容器淨空，關閉所有閥門
2. 在錐形瓶中加入 30ml 的水，與一茶匙(5ml)的小蘇打攪拌均勻，攪拌後可能有點混濁沒關係
3. 將步驟 2 製成的小蘇打溶液加入 C2 容器，並加入一滴黃色染色劑
4. 在 C1 容器中加入 30ml 的醋，並加入一滴藍色染色劑
5. 打開 V1 閥門，拉起幫浦將醋抽入幫浦瓶內
6. 關閉 V1 閥門，並開啟 V3 閥門
7. 慢慢地推進幫浦，觀察接下來的變化

實驗遊戲重點解說:

本來在 C1 中的醋屬於酸性溶液，小蘇打(碳酸氫鈉)則是鹼性物質。當兩者混合後就會產生化學變化，而變化後產出的一項產物為二氧化碳! 二氧化碳氣體從中和後的溶液冒出就形成了氣泡!

## 實驗 28: Limewater Indicator Solution

p.23

(製作另一種指示劑)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 成人在旁的協助✓
- 一茶匙(5ml)的氫氧化鈣✓
- 2L 附瓶蓋的空寶特瓶(須清洗過)
- 水
- 紙

操作:

1. 將紙捲成漏斗狀，漏斗的窄邊開口需略小於寶特瓶口
2. 利用紙漏斗將一茶匙的氫氧化鈣倒入寶特瓶後，將氫氧化鈣瓶旋蓋上，並將雙手清洗乾淨
3. 在寶特瓶內裝約 9 分滿的水
4. 將寶特瓶蓋旋蓋上後，搖晃寶特瓶以溶解瓶內的氫氧化鈣，溶解後瓶內溶液會呈現混濁狀
5. 將寶特瓶放置在實驗遊戲座旁，隔夜後溶液就會變清，留下一些沉澱物在底部! 石灰水製作完

成!

**實驗遊戲重點解說:**

製作過程中，碰觸完氫氧化鈣後記得要清洗雙手，撒落的粉末也要記得清潔乾淨！而製作好的石灰水瓶，記得要貼上請勿食用的標示避免危險！

石灰水要放置在密封的瓶中，如果接觸到空氣中的二氧化碳石灰水就會變得混濁。實驗遊戲結束後，可直接倒入水槽。至於石灰水是酸性溶液還是鹼性溶液呢？不妨使用先前製作的甘藍指示劑來測試一下吧！

**實驗 29: CO2 Detector**

p.24

(偵測人體呼吸吐出來的二氧化碳)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 成人在旁的協助✓
- 錐形瓶
- 實驗 28 製作出來的石灰水
- 飲料吸管

操作:

1. 在錐形瓶中倒入石灰水
2. 在成人的協助下，一邊觀察瓶內，一邊使用飲料吸管向瓶內的石灰水重複吹氣約 60 秒
3. 石灰水將變得混濁

**實驗遊戲重點解說:**

我們人體呼出的氣體內含有二氧化碳成分，當呼出的二氧化碳透過吸管進入石灰水中產生化學反應，進而生成水與碳酸鈣(一種常見於骨骼、蛋殼、粉筆、石灰石中的成分)。由於碳酸鈣形貌通常是固體，因此我們會在液體中看到碳酸鈣像是混濁的沉澱物。

**實驗 30: Second Fizz**

p.24

(辨識氣體)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 成人在旁的協助✓
- 實驗遊戲座✓
- 白醋
- 小蘇打
- 實驗 28 製作出來的石灰水

**準備:**

1. 推進幫浦到底，保持所有容器淨空，關閉所有閥門
2. 將 C3、C4 容器內的吸管拉至上方
3. 在 C1 容器內加入 30ml 的醋
4. 在 C3 容器內加入半茶匙(2.5ml)的小蘇打
5. 將 50ml 的石灰水(實驗 28)加入 C5 容器 (A 圖)

**操作:**

1. 打開 V1 閥門，拉起幫浦將醋抽進幫浦瓶內。
2. 關閉 V1 閥門，並開啟 V3 閥門
3. 慢慢地推進幫浦將醋注入 C3 容器。觀察容器內產生的嘶嘶氣泡聲!  
(此時嘗試不要讓溶液溢流至 C4，一點點泡沫或溶液流過去沒關係)
4. 當氣泡慢慢擴散到 C5 容器時，裡面的石灰水會漸漸變的混濁
5. 我們也可以進一步使用石蕊試紙或是先前製作的甘藍指示劑來測試混濁石灰水的酸鹼程度

**實驗遊戲重點解說:**

由於我們可以看到 C5 內的石灰水變混濁了，可以證實醋與小蘇打結合化學反應產生的氣體為二氧化碳!

**實驗 31: Bread Bubbles**

p.25

(麵包泡泡)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 成人在旁的協助✓
- 實驗遊戲座✓
- 錐形瓶
- 糖
- 乾酵母(確認保存日期)
- 實驗 28 製作出來的石灰水
- 水
- 量匙

**操作:**

1. 推進幫浦到底，保持所有容器淨空，關閉所有閥門
2. 保持 C3、C4 容器內的吸管置於上方
3. 在 C5 容器內加入 50ml 的石灰水
4. 在錐形瓶內加入 20ml 的溫水
5. 在錐形瓶內加入各半茶匙(2.5ml)的乾酵母以及糖
6. 搖晃錐形瓶溶解瓶內物質 (此時可以聞到麵包的味道)

7. 將錐形瓶內的溶液加入 C3 容器
8. 乾酵母會開始擴散，接著看到 C5 內的容器有氣泡產生
9. 將實驗座靜置一段時間約 20-30 分鐘，再回來觀察石灰水是否變的混濁了!

**實驗遊戲重點解說:**

乾酵母是一種單細胞的生物，會分解糖進而產生二氧化碳以及酒精。在製作麵包的過程中加入乾酵母，產生的氣體就會跑進麵團中的小氣孔而使得麵包膨脹!

## 實驗 32: Cooling Things Down

p.26

(冷卻實驗)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 燒杯✓
- 醋
- 小蘇打
- 碗
- 溫度計(選用)

操作:

1. 在燒杯中倒入約 25ml 的醋
2. 在碗的上方，用手拿著燒杯將醋倒在另一隻手上，記住醋的溫度
3. 將碗裡的醋重新倒回燒杯
4. 用手拿著燒杯，移到水槽上方，在燒杯中加入約一茶匙(5ml)的小蘇打
5. 等待醋與小蘇打混和一下子後，再次將醋倒在手上。感覺一下這回醋的溫度是否有不同? 有沒有感覺降溫了呢?  
(如果有準備溫度計，可以在兩次將醋倒在手上之前，先用溫度計紀錄醋的溫度)

**實驗遊戲重點解說:**

當小蘇打與醋混和後，分子間的化學反應會吸收熱能，這種過程稱為吸熱反應! 如果你以前有用過醋冷包或是爆冰包等類似的快速冷卻包，冷卻包運作原理是相同的!

## 實驗 33: Heating Things Up

p.26

(加熱實驗)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 成人在旁的協助✓
- 實驗遊戲座✓
- 燒杯✓
- 氯化鈣✓

- 酚紅劑✓
- 水
- 滴管
- 溫度計(選用)

操作:

1. 在燒杯中加入 10ml 的水
2. 在燒杯中將一茶匙(5ml)的氯化鈣加入水中(記得使用完要將氯化鈣瓶旋蓋好)
3. 將燒杯放在手掌心上搖晃混和杯中溶液，並感受一下杯中溶液的溫度是否有上升?
4. 在燒杯中加入一管的酚紅劑，杯中溶液將會變成粉紅色，代表氯化鈣溶液為鹼性溶液
5. 將實驗遊戲座 C3 容器的上蓋打開，並將此杯溶液加入 C3 容器中後旋回上蓋，準備進行下一個實驗遊戲  
(如果有準備溫度計，則可在加入氯化鈣的前後用溫度計紀錄溫度)

實驗遊戲重點解說:

當氯化鈣溶解在水裡的時候，分子間的化學反應會釋放熱能，此種過程我們稱為放熱反應!

## 實驗 34: Color-Changing Fizz!

p.27

(變色遊戲)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 成人在旁的協助✓
- 實驗遊戲座(實驗 32 製成的溶液倒入 C3 容器)✓
- 小蘇打
- 石灰水(實驗 28 製成)

準備: (圖 A)

1. 關閉所有閥門
2. 將 C4 容器內的吸管拉至上方
3. 將 C3 容器內左方的吸管放置下方，右邊的吸管拉置上方
4. 在 C4 容器中加入一茶匙(2.5ml)的小蘇打
5. 在 C5 容器內加入 50ml 的石灰水

操作:

1. 打開 V1 閥門，拉起幫浦使幫浦瓶注入空氣
2. 關閉 V1 閥門，並開啟 V3 閥門
3. 用非常慢的速度推進幫浦，將 C3 中的溶液推注進 C4。
4. 觀察 C4、C5 容器、以及通往 C5 容器的吸管有何變化!  
(注意: 不要將 C5 容器中的溶液抽回! 石灰水會讓吸管內部覆蓋上一層白色的粉層)

**實驗遊戲重點解說:**

在本實驗遊戲中，C4 容器中的溶液產生氣泡並變成橘色!

氯化鈣與小蘇打都屬於鹼性，但當兩者混和產生化學反應，產生的溶液就不是鹼性的了! 氯化鈣與小蘇打混和後產生的二氧化碳氣體經過吸管進入 C5 容器，使得石灰水變混濁! 而由於石灰水為鹼性溶液，遇到酚紅劑會呈現粉紅色!

(實驗後記得將容器與吸管清洗乾淨，如果發現容器或吸管上有覆蓋一層白粉層，請成人協助用醋加洗清洗乾淨)

**實驗 35: Go with the Flow**

p.28

(擴散作用)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 紅/藍食物染色劑
- 水

**準備:**

1. 關閉所有閥門，推進幫浦，所有容器保持淨空
2. 在 C1 容器中加入 100ml 冷水
3. 在 C2 容器中加入 100ml 熱水

**操作:**

1. 在 C1、C2 容器中各加入一滴紅色染色劑
2. 觀察染色劑在容器中的變化，在兩個容器中的變化是否有不一樣呢?
3. 在 C1、C2 容器中再各加入一滴藍色染色劑，再次觀察染色劑在容器中的變化，在兩個容器中的變化是否有不一樣呢?

**實驗遊戲重點解說:**

擴散作用指的是氣體或液體從高分子密度的空間流動到低分子密度的空間。當我們滴下染色劑進入水後，原先高密度的染色劑會在水中擴散，直到水中染色劑的分子平均散布在水中。當在溫度越高的環境中，分子移動擴散的速度會越快，因此我們可以從實驗遊戲中觀察到在 C1、C2 容器中加入染色劑後，C2 溶液(熱水)中的顏色會擴散的比 C1 溶液(冷水)還要快!

**實驗 36: Color Mixer**

p.28

(將三種顏色變成六種顏色)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 紅/黃/藍食物染色劑
- 水

**準備:**

1. 關閉所有閥門，推進幫浦，所有容器保持淨空
2. 在 C1、C2 容器中各加入 30ml 的水

**操作:**

1. 在 C1 容器中加入一滴紅色染色劑
2. 在 C2 容器中加入一滴黃色染色劑
3. 打開 V2 閥門，並拉起幫浦將溶液抽進幫浦瓶
4. 關閉 V2 閥門，並打開 V1 閥門
5. 慢慢地推進幫浦將溶液注入 C1，觀察顏色的變化
6. 將所有容器與吸管清洗乾淨
7. 使用紅色與藍色染色劑，並重複步驟 1-6
8. 將所有容器與吸管清洗乾淨
9. 使用黃色與藍色染色劑，並重複步驟 1-6
10. 獲得另外三種新顏色!

**實驗遊戲重點解說:**

您可能有看過這個色彩環! 由紅色、橘色、黃色、綠色、藍色、紫色，和彩虹一樣的色彩順序所組成!其中紅色、黃色、藍色稱為三原色，所有的色彩都來自這三種原色，而透過混和色彩我們可以得到更多新的不同顏色! 在此實驗遊戲中我們透過混和兩種原色，就可得到一種新的顏色!

## 實驗 37: Foaming Pink Volcano

p.29

(超好玩的火山噴發遊戲)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 實驗遊戲座✓
- 酚紅劑✓
- 滴管✓
- 水
- 白醋
- 小蘇打
- 紅色染色劑
- 洗碗精(液體)
- 大碗(放在 C5 容器下接住濺出的泡沫溶液)

**準備:**

1. 關閉所有閥門，推進幫浦，所有容器保持淨空
2. 將 C3、C4 容器內的吸管放置在下方
3. 在 C1 容器中加入 30ml 的醋，並加入 3 滴染色劑
4. 在 C2 容器中加入 30ml 的水，並加入 5 滴酚紅劑
5. 在 C5 容器中加入一匙(15ml)的小蘇打，兩滴洗碗精、以及 2 茶匙(10ml)的水
6. 將大碗放置在 C5 容器正下方(圖 A)

**操作:**

1. 打開 V2 閥門，並拉起幫浦將溶液抽進幫浦瓶
2. 關閉 V2 閥門，並打開 V3 閥門
3. 慢慢地推進幫浦，觀察 C5 容器內溶液顏色的變化(圖 B)
4. 關閉 V3 閥門，並打開 V1 閥門
5. 拉起幫浦將溶液抽進幫浦瓶
6. 關閉 V1 閥門，並打開 V3 閥門
7. 慢慢地推進幫浦，觀察 C5 容器的變化(圖 C)

**實驗遊戲重點解說:**

在 C5 容器中的小蘇打與洗碗精都是鹼性，所以當我們第一次推進幫浦將酚紅劑注入 C5 後溶液會變成粉紅色! 而醋為酸性(當我們第二次推進幫浦注入醋時，此時的酚紅劑溶液遇到酸性物質要變回黃色，但由於我們有加紅色染色劑因此看不出來)，醋遇到小蘇打會產生發泡的化學反應，又因為我們事先在 C5 加入了洗碗精，讓整個冒泡的過程更加明顯，猶如火山爆發一般!

**實驗 38: Supersaturated Saltwater**

p.30

(製作過飽和鹽水以及觀察鹽結晶形成)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 成人在旁的協助✓
- 培養皿✓
- 一匙(15ml)的鹽
- 可微波的小碗
- 湯匙或攪拌棒
- 水
- 微波爐

**操作:**

1. 在小碗中加入 60ml 的水
2. 在成人的協助下，將碗裡的水以高功率微波加熱 30-45 秒
3. 完成後請成人幫忙將碗拿出來(注意! 碗很燙!)

4. 將鹽分批加入水中，一次一點地加入並持續攪拌，盡可能讓鹽溶解在水中(整個過程可能需要好幾分鐘，如果有一點點的鹽殘留未溶解沒關係)
5. 將碗靜置 15 分鐘等待冷卻後，會得到清澈的溶液以及一點點鹽沉澱在底部)
6. 在培養皿中加入碗裡清澈的溶液後，將培養皿靜置一天，就能觀察到鹽結晶形成!

**實驗遊戲重點解說:**

結晶，是指分子依固定、重複幾何形狀凝結成的固體，呈現顆粒狀的物質像是鹽、明礬、瀉鹽、糖都是由非常微小的結晶所組成! 當我們將這些物質(溶質)放入水中溶解，到一定程度我們會發現無法再溶解了，此時的溶液我們稱為飽和溶液! 在高溫的溶液中可以承受更多的溶質，而當溶液冷卻後這些超過原先溫度承受量的物質，還保持著溶解的狀態，此時的溶液我們稱為過飽和溶液。當過了一段時間溶液中水份蒸發後，溶液就無法再承受這麼多的物質，這些多出來的物質分子間就會依照固定的形狀彼此相連結，慢慢凝結成固體，這個過程我們稱作為結晶化!

## 實驗 39: Crystal Splinters

p.30

(使用瀉鹽製作水晶)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 成人在旁的協助✓
- 培養皿✓
- 4 匙(60ml)的硫酸鎂(瀉鹽)
- 可微波的小碗
- 湯匙或攪拌棒
- 水
- 微波爐

操作:

1. 在小碗中加入 60ml 的水
2. 在成人的協助下，將碗裡的水以高功率微波加熱 30-45 秒
3. 完成後請成人幫忙將碗拿出來(注意! 碗很燙!)
4. 將瀉鹽全部加入水中並持續攪拌直到溶解，整個過程可能需要幾分鐘
5. 將碗靜置 15 分鐘等待冷卻
6. 將碗裡的瀉鹽溶液倒入一些到培養皿中，放置在一旁，將剩下的溶液倒掉或是倒入其他淺盤製作更多的水晶
7. 將培養皿靜置一天，就能觀察到水晶慢慢開始生長! (瀉鹽晶體呈現長條狀)

**實驗遊戲重點解說:**

在結晶中分子會依固定、重複的幾何形狀結合，就像很多相同大小的小盒子在各個方向堆疊在一起! 像是鑽石、紅寶石、祖母綠、冰花，這些都是結晶，而每一種結晶內部的分子都有各自獨特的形體呈現。

## 實驗 40: Awesome Alum

p.31

(使用明礬粉製作水晶)

我們會需要用到: (✓代表遊戲組內附器材)

- 成人在旁的協助✓
- 培養皿✓
- 1 匙(15ml)的明礬粉
- 可微波的小碗
- 湯匙或攪拌棒
- 水
- 微波爐

操作:

1. 在小碗中加入 70ml 的水
2. 在成人的協助下，將碗裡的水以高功率微波加熱 45 秒
3. 完成後請成人幫忙將碗拿出來(注意! 碗很燙!)
4. 將明礬粉全部加入水中並持續攪拌直到溶解，整個過程可能需要幾分鐘
5. 將碗靜置 15 分鐘等待冷卻
6. 將碗裡的明礬溶液倒入一些到培養皿中
7. 將培養皿放置在一個不會被干擾的位置 (可被陽光曬到、溫度較高的位置尤佳)
8. 靜待幾個小時過後，就能觀察到水晶慢慢開始形成! (明礬結晶為八角形外觀)

實驗遊戲重點解說:

在不同的成分與環境中，結晶的過程與結果也會跟著改變! 我們可以嘗試改用蒸餾水、瓶裝礦泉水等，試試是否會有不一樣的結晶結果，也可以嘗試將改變加入溶質的量，加入多一點或少一點，觀察結晶體的變化(例如我們在實驗 40 中加入更多量的明礬粉，會得到更小的結晶體)。另外我們也可以嘗試將明礬粉換成含碘食鹽或是糖進行製作結晶的遊戲。