

# 漂浮氣球的秘密

開始，學生目睹 4 個不同顏色的氣球，每個氣球裝著神秘物質，然後放進水盆。學生發現：有些浮著，有些下沉。學生為了解開氣球之謎，四個人一組，以不同溫度與顏度的水灌入氣球，測試氣球在水中沉或浮。本小節將介紹密度的概念，學生運用這樣的概念解決謎題。接下來的小節，學生還會有許多機會探索密度。學生的學習聚焦於以下的重要概念：

- 任何一種物質，例如水，分子較緊密，密度就變大；分子較稀疏，密度就變小。

學生也學到：

- 不管物質或溶液，分子排列緊密的程度，測量的結果就是密度。

漂浮氣球的秘密	預計時間
利用分子卡介紹密度	10 分鐘
介紹漂浮氣球之謎	10 分鐘
調查秘密	20 分鐘
討論小組結果以及神秘氣球	5 分鐘
<b>總計</b>	<b>45 分鐘</b>

## 單元目標

### 科學內容

- 海洋就是熱能儲存庫
- 密度以及洋流以及空氣的運動
- 水循環

### 科學應用

- 從證據提出解釋
- 利用模型

### 科學本質

- 科學解釋根基於證據
- 在蒐集新的證據方面，科技扮演重要角色

### 科學語言

- 利用科學字彙
- 參加以證據為基礎的討論

## 你要準備以下項目

### 全班需要

- 1 個透明塑膠水盆 (5 加侖)
- 水 \*
- 3 個盤子
- 1 袋冰塊 \*
- 1 滿匙的鹽
- 4 種不同顏色的麥克筆
- 紙膠帶
- 連結網路的電腦或教學資源光碟 \*
- 1-1 小節的 5 張投影片
- 4 個氣球，每個不同顏色 (老師示範用)
- 早餐用大小的碗 \*
- 電熱水壺或熱水
- 冰櫃或冰桶
- 2 張壁報紙
- 1 枝油性麥克筆
- 播放設備 \*
- 5 張 1-5 小節投影片
- (選擇利用) 影印包

### 每個組學生需要

- 2 套分子卡
- 1 個自助餐餐盤
- 1 個漏斗
- 1 個透明塑膠杯 (9 盎司)
- 3 個氣球 (同色)
- 3 張便利貼
- 2 個迴紋針 \*
- 1 個湯匙
- 1/4 杯 (4 匙) 鹽
- 1 個紙杯 (8 盎司)
- 1 個水箱 (1.5 加侖)
- 1 張資料單以及 1 張指引單

### 每個學生需要

- 調查筆記本：(選擇利用) 第 24 頁
- (選擇利用) 影印包：解開漂浮氣球之謎

\* 不包含於教材

## 準備上課了

### 本小節上課前一天的準備工作

1. **架設好投影設備或視聽設備：**架設完成並且進行測試，確保學生上課時能夠看到投影的資料。花幾分鐘檢視需要的教具以及補充資源，請參考 [mare.lawrencehallofscience.org/oss68](http://mare.lawrencehallofscience.org/oss68) 或是資源光碟。
2. **準備冰氣球：**將 4 個不同色的氣球放置一邊，以備教師展示用。把 4 個氣球的其中一個裝水，確保裡頭沒有空氣。用漏斗以及杯子灌水，直到氣球寬度達到 1 1/2 吋到 1 3/4 吋。把這個氣球放進碗中，然後放進冰庫將氣球凍住，直到展示時才取出。其他 3 個展示用氣球，保持同樣大小，也就是寬度 1 1/2 吋到 1 3/4 吋。
3. **製冰：**你需要一袋冰，或等量的冰塊。為了保持冰在教室維持低溫，把冰放進冰櫃。
4. **準備盤子：**每組都需要把下列器材放在盤子上 (參考第 54 頁圖 1-5)：
  - 1 根湯匙
  - 1 個漏斗
  - 3 個氣球 (以油性麥克筆標示 1、2、3)
  - 1/4 杯的鹽，放進 9 盎司的塑膠杯
  - 1 個紙杯
5. **影印學生學習單：**從影印包影印以下學習單。
  - 分子卡 (每兩個學生一張)；把 6 張卡剪開，用迴紋針把成套的卡固定住
  - 氣球調查資料學習單 (每組 1 張)
  - 氣球調查指南 (每組 1 張)；附上 3 張便利貼
6. **製作圖表：**利用麥克筆以及壁報紙，製作以下圖表：
  - 漂浮氣球謎題展示 (第 59 頁圖 1-6；只寫標題並且畫出沒有氣球的水箱)

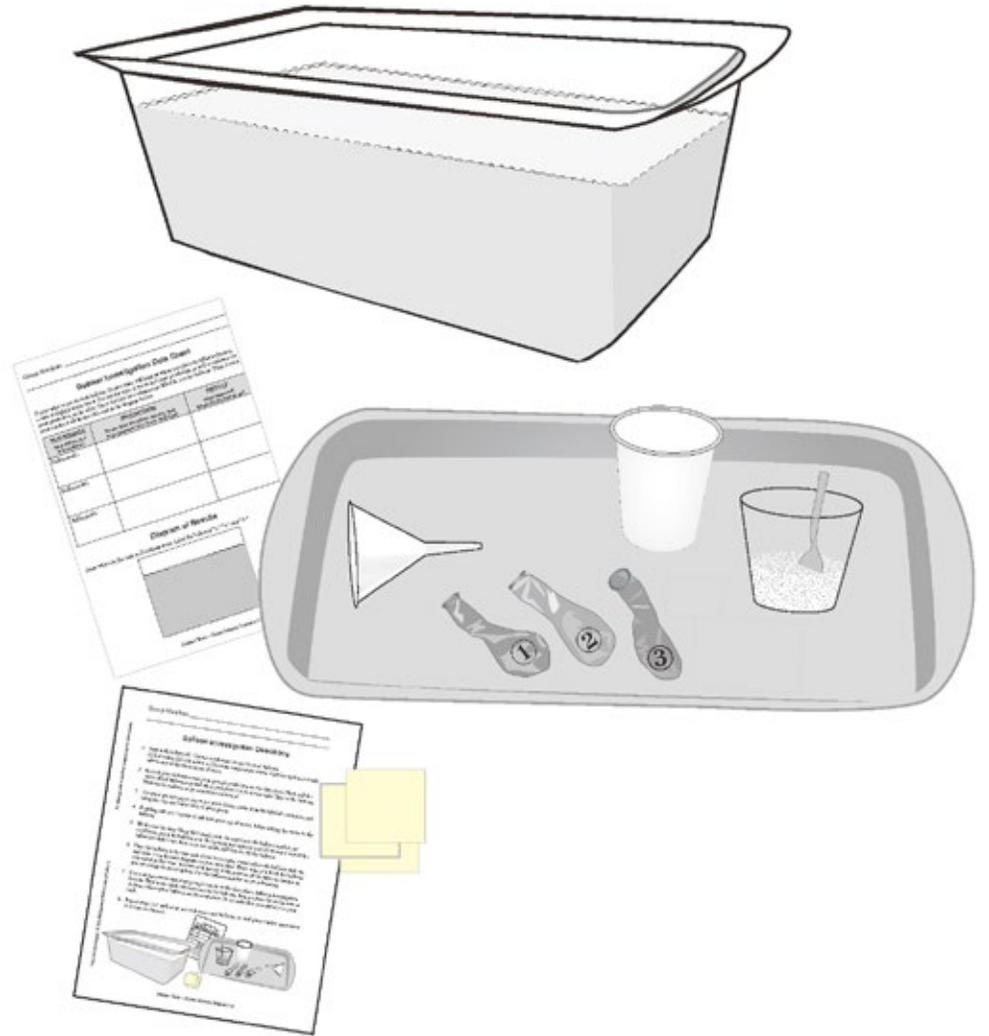
## 科學語言

### 科學字彙

吸收  
大氣  
氣候  
凝結／凝結作用  
海流  
密度  
蒸發／蒸發作用  
證據  
熱能  
熱能儲存庫  
物質  
模型  
分子  
降水  
水循環  
水蒸氣

### 科學論證

你的想法是什麼？  
你為什麼這樣想？  
你的證據是什麼？  
你同意嗎？為什麼？  
你不同意嗎？為什麼？  
我們有多大的把握？  
要怎麼辦，我們才能更有把握？



(圖 1-5) 把器材放進各別盤子，好方便配發給學生

## 準備上課了（接上頁）

\_\_氣球調查結果（參考第 63 頁圖 1-7；只寫標題並畫出沒有便利貼的水箱）。把圖表放在學生唾手可得、方便紀錄之處。

### 上課前的一點時間

**1. 設置好各水站** 利用盤子，設置好 3 個水站，每個水站都可以讓幾個學生立刻操作。標識每個盤子的水溫：

\_\_**冷水**：把水和冰放在一個盤子，冰的量要夠、讓水夠冷，但是水的量也要夠。

\_\_**熱水**：用很熱的自來水，或把水放進電熱壺加熱，把熱水放在另一個盤子。水摸起來很熱，但是不要熱到燙傷。

\_\_**室溫的水**：另一個盤子放自來水，讓水達到室溫，約攝氏 22 度。

**2. 測試水盆裝水** 把溫水（攝氏 34 度）放進 5 加侖水盆（教師展示用），並且標識「微溫的淡水」。把溫水（攝氏 34 度）加進學生的水箱，加到約 5 吋深（幾乎到滿水位）。

**3. 準備剩下的展示用氣球**：別讓學生發現氣球內灌什麼。利用漏斗（或滴管）把水站的水灌進去，如同學生的操作方式。確定每個氣球大小相同（寬度不要超過 1 1/2 吋到 1 3/4 吋）。注意：綁緊氣球，確定裡頭沒有空氣：

\_\_**冷水氣球**：從冷水站裝冷水；把氣球放進冷水盤，讓氣球維持低溫；

\_\_**熱水氣球**：從熱水站裝熱水；把氣球放進熱水盤，讓氣球維持高溫；

\_\_**鹽水氣球**：以杯子裝室溫水（攝氏 22 度），裝到 1/3。加 1 滿匙的鹽，水和鹽充分混合，灌進氣球。

**4. 集中 4 個教師展示用氣球** 本小節課程開始前，把冰氣球從冰庫取出，並且把其他 3 個氣球（冷水、熱水和鹽水氣球），與教師用展示 5 加侖水盆放在一起。

## 科學語言

### 科學字彙

吸收

大氣

氣候

凝結／凝結作用

海流

密度

蒸發／蒸發作用

證據

熱能

熱能儲存庫

物質

模型

分子

降水

水循環

水蒸氣

### 科學論證

你的想法是什麼？

你為什麼這樣想？

你的證據是什麼？

你同意嗎？為什麼？

你不同意嗎？為什麼？

我們有多大的把握？

要怎麼辦，我們才能更有把握？



## 教師注意事項

### 每日書面反思

#### 到目前為止，你從模擬以及活動，發現分子與熱能有什麼關係？

這個提示在調查筆記本第 24 頁，要學生思索觀察以及先前關於分子與熱能的活動。這樣的思索，讓學生做好準備，進入本小節更深入的密度主題。

### 科學註記

**關於非分子組成的物質** 有些物質，例如純金屬，是由單一、非鍵結的原子而非分子構成，因此以分子來描述這樣的物質，並不夠精確。在這個小節，若不要細究，也還可以接受；學生將在後續的學習接觸原子與分子。

### 教學常規

**分子卡** 在本小節的所有教學過程，學生都會用到分子卡。分子卡等於是視覺化的教具，讓學生可以討論密度。特定卡片來表示水分子或空氣分子的推論，比選了哪張卡片來得重要。以下的訊息，不需要在上課場合傳遞：最少分子的卡片，表示空氣分子；兩種分子的卡片，表示水溶液，例如鹽水。其他 3 張卡片，表示水分子在不同溫度的狀態。

### 教學方針

**為什麼我們要以這樣的方式呈現密度** 在本單元，學生投入關於分子距離的觀察與討論，學習密度的概念。這樣一來，等於鼓勵他們測試自己的想法，並且提供扎實的理論基礎以及應用理解的機會，讓他們學習這個通常都是困難的主題。如果學生的經驗夠多，教師也可以介紹密度的方程式，但是我們還是建議教師，學生有更多經驗浸淫在密度的課程後，再介紹方程式。

### 評量

**快速理解篩檢：兩兩分組討論分子卡** 學生兩兩討論分子卡、決定卡片代表水分子或空氣分子之際，請教師聆聽他們的理由。學生應該會提到兩個加熱的瓶子（水瓶／氣瓶），並應該提到同樣大小的瓶子之內，水的物質（分子）應該多過於空氣。

### 科學語言

#### 科學字彙

吸收  
大氣  
氣候  
凝結／凝結作用  
海流  
密度  
蒸發／蒸發作用  
證據  
熱能  
熱能儲存庫  
物質  
模型  
分子  
降水  
水循環  
水蒸氣

#### 科學論證

你的想法是什麼？  
你為什麼這樣想？  
你的證據是什麼？  
你同意嗎？為什麼？  
你不同意嗎？為什麼？  
我們有多大的把握？  
要怎麼辦，我們才能更有把握？

### 介紹漂浮氣球之謎

- 1. 介紹漂浮氣球的展示** 告訴學生：以 4 種不同的水，將氣球灌滿，再把氣球放進裝溫淡水的透明水箱，並且標識裝著的是淡水。提醒學生：「淡水」是沒有含鹽分的水。告訴學生：待會把 4 個氣球的狀態，以畫圖的方式紀錄在「神秘氣球展示」圖表上（圖 1-6）。
- 2. 把氣球放進水箱** 把氣球放進水箱，一次一個，請學生細心觀察。（別讓學生發現，教師從何處取來氣球，也別讓學生觸摸氣球，免得露餡）氣球放進去 30 秒後，以素描的方式畫出氣球最後在水箱的位置、讓標識出氣球的顏色，在圖表上紀錄結果。請學生仔細畫出氣球的位置，有可能兩個氣球都在水箱表面，但是一個浮出的高度稍微高些，這樣的差異都要反映在圖表上。
- 3. 再次審視氣球位置** 讓學生持續觀看水箱片刻，觀察任何的變化。（幾分鐘過後，冷水球會些微上浮）
- 4. 輪流發表** 讓學生進行輪流發表，根據氣球的沉浮以及在水箱的相對位置，與夥伴討論差異的原因。
- 5. 宣布下次的調查** 告訴學生：老師不會公布到底氣球裡頭裝了什麼；相反的，學生要進行同樣的觀察，然後蒐集證據。學生待會要作出和老師同樣的結果。

### 調查秘密

- 1. 解釋程序** 向學生解釋：4 個人一組，決定哪種液體裝進哪個氣球，並且預測在溫淡水中沉浮的狀況。他們有這些選擇：(1) 冷水；(2) 熱水；(3) 室溫的淡水。如果學生預測加鹽與教師展示有關，他們也可能把鹽加入任何一個氣球。

## 教師注意事項

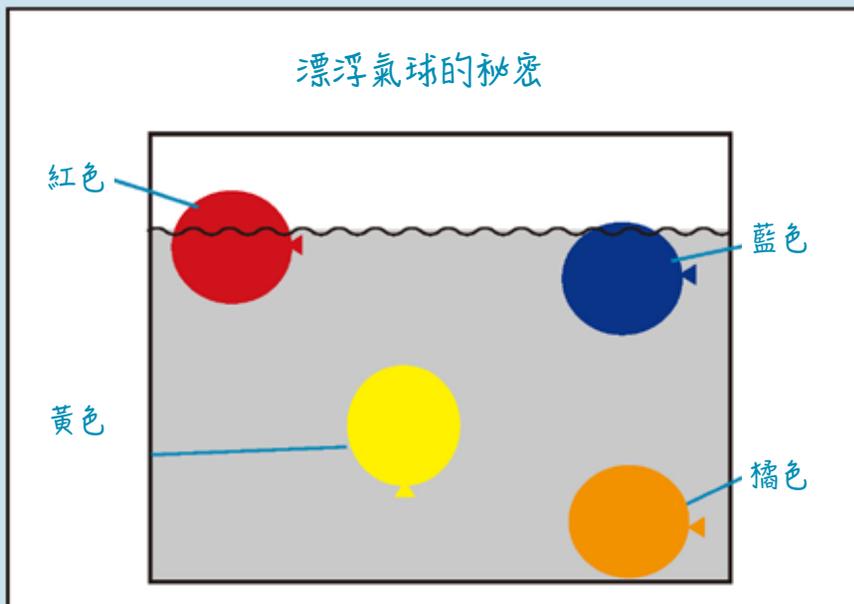
### 教學方針

**理解密度的期待** 這是本單元第一次正式用到「密度」這個名詞，根據學生的經驗，這可能也是學生第一次聽到概念的科學解釋。不過在此請老師安心，在這個階段不一定非得讓學生完全理解密度。在本單元後續課程，學生會調查密度的不同面向。學生將理解分子運動以及在不同密度下分子間的緊密程度。最後，學生會接觸密度讓大氣以及海流運動的介紹。

### 教學建議

**不要透露氣球的內容物** 不要告訴學生展示氣球的內容物，直到下個小節，這點很重要。也要小心，避免讓學生發現教師從何處取來氣球，也不要讓學生觸摸氣球。教師保守秘密，等於是鼓勵學生用自己的實驗證據，了解神秘氣球的內容物。

**有些教師這樣做：個別學生完成圖表** 教師也可以讓個別學生完成自己的圖表，也就是每個學生都有一張氣球調查資料學習單（收錄於影印包），而不是小組完成調查。



(圖 1-6) 學生比較圖表與結果的差異

### 科學語言

#### 科學字彙

吸收  
大氣  
氣候  
凝結／凝結作用  
海流  
密度  
蒸發／蒸發作用  
證據  
熱能  
熱能儲存庫  
物質  
模型  
分子  
降水  
水循環  
水蒸氣

#### 科學論證

你的想法是什麼？  
你為什麼這樣想？  
你的證據是什麼？  
你同意嗎？為什麼？  
你不同意嗎？為什麼？  
我們有多大的把握？  
要怎麼辦，我們才能更有把握？



學生學習單



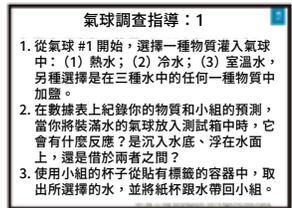
學生學習單

**2. 學生一次測試一種物質** 學生把溶液灌滿氣球並且把氣球放進水箱，小組觀察 30 秒，並且紀錄氣球沉下或浮起，還是在液面或箱底中間載浮載沉。接下來，小組再測試另外的液體。這個實驗的重點是，要測試氣球內的物質是否符合預測，而不是單單嘗試而已。如果氣球的行為和先前的展示氣球相同，證據可能透露出水箱中氣球的內容物。

**3. 指定水站** 向學生說明：冷水、熱水與室溫水的水站位置，並且告訴他們：如果想試試鹽水，可以用一匙鹽加入 1/3 杯的水，再把鹽水灌入氣球。請向學生強調：必須先混合鹽和水，再灌入氣球，而不是把鹽直接加入氣球。

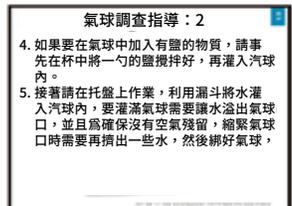
**4. 展示小組器材** 每組都有 1 張任務說明、1 個測試用水箱（裝了溫淡水）、1 根湯匙、1 個漏斗、3 個氣球，還有 1 杯鹽。請注意：別讓學生把雜質混入水箱中的水。

**5. 播放投影片；發下學生資料圖表與說明單**  
播放第一個氣球調查說明投影片，並且發下 1 張氣球調查資料學習單以及氣球調查說明給每組。教師解釋投影片之際，運用例子說明小組如何完成學習單：



- 如果小組決定在氣球內灌冷水，就要在「物質」這個欄位填寫「冷水」
- 接下來，在旁邊的「預測」欄位，寫下「漂浮」、「下沉」或「載浮載沉」，還要寫下推論來支持預測

**6. 播放投影片；示範灌氣球的程序** 向學生示範，如何使用盤子上的紙杯，從水站取得液體。學生取完水後，回到自己桌邊灌氣球。教師示範：如何利用杯子和漏斗灌水，下方的盤子則接住漏出的水。請向學生解釋：氣球內不可以有氣體，因為有了氣體，灌了哪種液體都會讓氣球浮起來。學生把液體灌到氣球頂端，然後擠掉一點水，確保氣球內部沒有氣體，然後綁起氣球。請向學生解釋：氣球內一定要「沒有」氣體，這點非常重要。提醒學生：他們一次只能測試一個氣球、灌一種溶液。



## 教師注意事項

### 英文學習者

**提升母語的運用** 鼓勵英文學習者運用母語，有助於學生接受科學內容並且在課堂上更自在。對於需要討論、複雜解釋以及推理的活動，特別是這個活動，運用母語尤其重要。可能的話，指定同樣母語的學生待在同一組，並且鼓勵他們以母語討論，共同解開氣球之謎。

### 科學註記

**關於神秘氣球的結果：別向學生透露訊息** 冰氣球在水面高高浮起，室溫鹽水氣球沉到底部，熱水氣球浮在表面（比冰氣球略低），而冷水氣球一開始下沉、待會增溫後上浮。冰氣球以及熱水氣球以水平方向浮，而冷水氣球以垂直方向浮，直到溫度上升才停止。學生仔細調查之際，教師或許想仔細瞧瞧水箱，當冷水氣球開始上浮、從垂直變到水平，請學生過來觀看。

**科學預測的重要** 科學家通常在觀察模型、在研究室或自然界進行觀察之前，會先預測。不過，他們也曉得從觀察當中，將得到更多證據，可能發現先前的預測是錯誤的。預測的目的，並非要猜對正確答案，而是要澄清想法：怎樣的方式可行？科學家藉著預測讓思路變得清晰。如果觀察結果與預測符合，可能表示證據是支持先前想法的；如果觀察結果與預測抵觸，表示可能要修正先前的想法。

**簡化變因** 在科學的領域，一次測試一項事情（變因），表示彰顯這項變因對實驗結果的效應，讓你更加篤定這項變因造成了這個結果。在實驗過程，如果只改變一個變因，這表示任何引發的效應，都與該變因有關係。

### 科學語言

#### 科學字彙

吸收  
大氣  
氣候  
凝結／凝結作用  
海流  
密度  
蒸發／蒸發作用  
證據  
熱能  
熱能儲存庫  
物質  
模型  
分子  
降水  
水循環  
水蒸氣

#### 科學論證

你的想法是什麼？  
你為什這樣想？  
你的證據是什麼？  
你同意嗎？為什麼？  
你不同意嗎？為什麼？  
我們有多大的把握？  
要怎麼辦，我們才能更有把握？

**7. 播放投影片；在兩個地點描述紀錄結果**

小組在測試水箱測試過氣球，並且觀察 30 秒後，就可以在「結果」欄位依照實際狀況記錄，並且針對狀況解釋。小組也要在資料學習單的測試水槽圖，另外畫出氣球位置。請提醒學生：看到實驗實際狀況後，不要更改起先的預測內容。不過，如果氣球的起始位置改變了，可以在圖畫上添加箭頭。

**氣球調查指導：3**

6. 將氣球放入測試罐中，30 秒後記錄氣球靜止的位置，並將其繪製在數據表的示意圖上。寫下你認為氣球以這種方式做出反應的原因。如果氣球的位置在您進行調查時發生變化，請用箭頭標示。別忘了將氣球編號也寫上。
7. 將氣球中的物質寫在便利貼紙上，也將氣球在水缸中 30 秒靜止的位置紀錄在便利貼紙上，最後將氣球調查的結果貼在課堂上，與同學分享及討論。
8. 重複 1 到 7 的步驟完成所有的物質氣球調查，或是直到該清理環境的時間結束。

**8. 介紹氣球調查結果圖表** 教師展示張貼的圖表（圖 1-7），並且告訴學生：完成氣球調查後，希望每組派出 1 人，在班級共同的圖表記錄各組結果。如何利用便利貼紀錄水的類型，教師也需要向學生描述。學生紀錄完後，把便利貼公布在班級圖表，展現氣球是否下沉、上浮，或者載浮載沉。在測試水箱觀察氣球 30 秒後，鼓勵學生把便利貼放在圖表，以呈現氣球的相對位置。如果氣球在調查過程改變位置，也可以記錄於圖表。

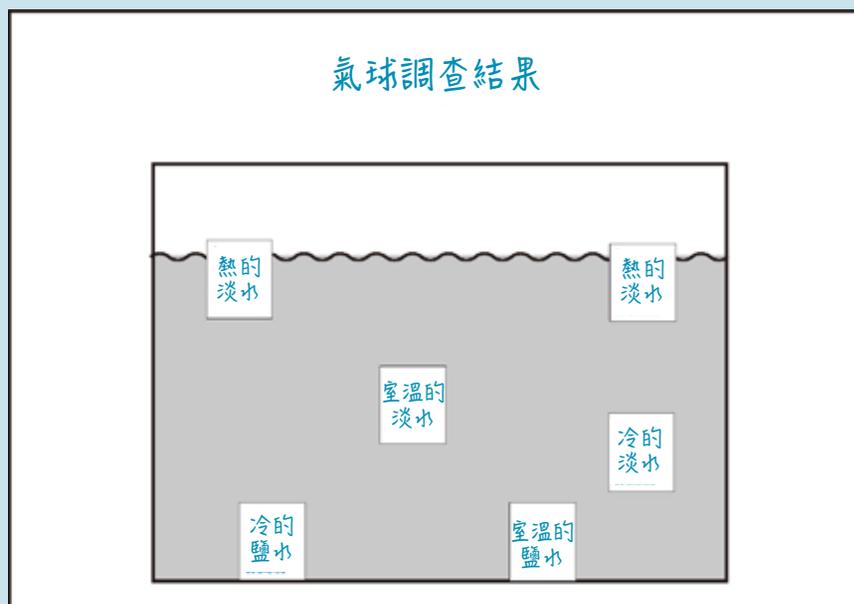
**9. 小組開始調查** 教師問學生，是否還有問題。教師也提醒讓學生注意：實驗的過程不須趕時間，因為待會每個人都必須分享結果，就算只完成一個氣球測試都無妨。教師告訴學生：待會有 12—15 分鐘可以操作，說完就讓學生開始動作。

**10. 教師四處遊走** 教師在教室內四處移動，鼓勵小組討論預測，並且在資料學習單紀錄推理的內容。教師也要提醒學生，在班級圖表紀錄結果。給學生 5 分鐘時間收拾用具，並且最後 1 分鐘時發出警告提醒。如果學生尚未在大張班級圖表紀錄結果，也請提醒他們。

**11. 終止活動** 本小節結束前 5 分鐘，或者每組至少完成並記錄一個氣球測試，讓活動結束。請各組派 1 人移動水箱與分盆的教具，移動到沒有學生的區域；令每組保存各自的數據學習單。

## 教師注意事項

室溫的鹽水



(圖 1-7) 氣球測試完成後，每組派出一人，把便利貼黏貼在氣球對應的位置，再把圖表張貼在教室內。這將是分享班級結果過程中，非常有力的視覺工具。

### 科學語言

#### 科學字彙

吸收  
大氣  
氣候  
凝結／凝結作用  
海流  
密度  
蒸發／蒸發作用  
證據  
熱能  
熱能儲存庫  
物質  
模型  
分子  
降水  
水循環  
水蒸氣

#### 科學論證

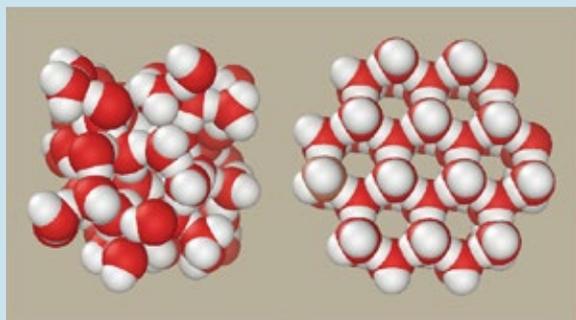
你的想法是什麼？  
你為什麼這樣想？  
你的證據是什麼？  
你同意嗎？為什麼？  
你不同意嗎？為什麼？  
我們有多大的把握？  
要怎麼辦，我們才能更有把握？



## 教師注意事項

### 科學註記

**關於水的獨特性質** 水是一種特別的物質，固態（冰）的時候，密度反而變小。這是因為水分子間的氫與氧原子的排列方式，形成固態時會讓彼此無法緊靠。水變成固態的過程，分子形成的晶格（lattice）構造，比原先的液態構造較為鬆散。



（圖 1-8）水分子的行為，跟你的想法恰好相反。水分子在液態時（左邊），排列比在固態時緊密。因為冰的水分子彼此距離較遠（右邊），因此密度反而比水小

### 提供更多經驗

**強化：畫圖呈現重要概念** 讓學生在本小節的開始，呈現重要概念。學生應該以標示或文字，解釋畫作內容。

**強化：替神秘氣球寫作** 可能的話，請每個學生寫下解釋，告訴大家一個神秘氣球的內容物，並且呈現支持想法的證據。給每個學生影印一張解決漂浮氣球之謎的學習單（收錄於影印包），讓學生在課堂上完成，並請他們與組員討論證據。這樣的過程很有助益，也可以把學習單當作回家功課。

### 延伸：反思小節的提示

- 氣球在水中的沉浮，與密度有什麼關係？
- 畫一張圖，並以文字預測，氣球的內容物在室溫的水裡，會下沉還是浮起——冷鹽水；室溫鹽水；冷水；熱鹽水
- 畫一張圖，比較以下內容物的分子會怎樣分布——冷鹽水；室溫鹽水；冷水；熱鹽水（這個提示，非常適用於進度超前的學生）

### 科學語言

#### 科學字彙

吸收  
大氣  
氣候  
凝結／凝結作用  
海流  
密度  
蒸發／蒸發作用  
證據  
熱能  
熱能儲存庫  
物質  
模型  
分子  
降水  
水循環  
水蒸氣

#### 科學論證

你的想法是什麼？  
你為什麼這樣想？  
你的證據是什麼？  
你同意嗎？為什麼？  
你不同意嗎？為什麼？  
我們有多大的把握？  
要怎麼辦，我們才能更有把握？