

海洋就是熱能的儲存庫

這 個小節，將用氣球做出戲劇效果的展示，複習水是熱能儲存庫的概念。學生運用「主動閱讀」來閱讀、註解或討論相關文章。學生運用所學，解決兩個城市的平均溫度之謎。學生的學習，將聚焦在以下重要概念：

- 海洋覆蓋地球表面 70% 的表面積，且海洋對地球的溫度有巨大的衝擊。

學生也學到：

- 海岸附近的平均溫度，受到海洋的調節。

海洋就是熱能的儲存庫	預計時間
複習熱儲存庫：氣球展示	10 分鐘
學生閱讀：《海洋是巨大的熱儲存庫》(The Ocean: A Giant Heat Reservoir)	20 分鐘
解決兩個城市平均溫度之謎	10 分鐘
再次檢視氣球展示	5 分鐘
總計	45 分鐘

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

- ☐ 6 個氣球
- ☐ 1 個打火機 *
- ☐ 投影設備 *
- ☐ 連結網路的電腦或教學資源光碟 *
- ☐ 1-3 小節的 7 張投影片
- ☐ 水／空氣溫度資料圖表（1-2 小節）
- ☐ 膠帶
- ☐ 文件提示機 * 或是空白壁報紙
- ☐ （選擇利用）影集摘要：《氣候變遷的海洋》
- ☐ （選擇利用）影印包

* 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，確保學生上課當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 或是資源光碟。
- 2. 準備好氣球：**將 3 個氣球充氣一半，並且綁緊。另外 3 個氣球裝水（一樣裝到半滿，跟充氣的氣球一樣大），同樣綁緊。氣球和水球各一，當作練習氣球展示之用，其他 2 組留下當作班級展示。
- 3. 練習氣球展示：**用 1 組當練習用，以熟悉上課程序——一手拿著氣球，另一手拿著打火機。打火機的火焰接觸氣球正下方，而非氣球側邊。氣球很快就破掉。同樣的步驟處理水球（火焰接觸 30 秒），但是水球沒有破。欣賞《氣候變遷的海洋》（約在開始後 1 分鐘處，只有 13 秒）。
- 4. 貼上 1-2 小節的圖表：**確定前小節「水／空氣溫度資料圖表」張貼在學生可見之處。
- 5. 準備投影「主動閱讀練習」：**如果有文件提示機，從影印包影印「主動閱讀練習」學習單，並且準備後續投影。如果沒有提示機，也可以把學習單投射到空白壁報紙，並且在投影的區域示範書寫。

科學語言

科學字彙

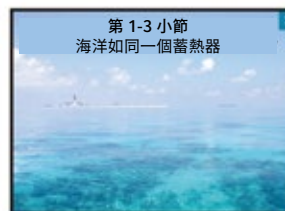
吸收
大氣
氣候
凝結／凝結作用
海流
密度
蒸發／蒸發作用
證據
熱能
熱能儲存庫
物質
模型
分子
降水
水循環
水蒸氣

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？

複習熱儲存庫：氣球展示

1. **放映本小節標題的投影片** 學生進入教室後，放映本小節標題的投影片。課程開始前，鼓勵學生彼此討論並且預測待會將探索的內容。



2. **複習 1-2 小節的調查內容** 讓學生聚焦在 1-2 小節「水與空氣溫度資料圖表」，複習「水溫和氣溫相較，升高和降低的速度都慢許多」的證據。把調查筆記本發下去，找一個學生大聲朗讀出第 5 頁的重要概念。
3. **介紹氣球展示** 告訴學生：待會將氣球與水球加熱，在觀察展示的時候，需要思考重要概念。
4. **加熱氣球** 向學生展示充氣的氣球，並且向他們描述：待會以打火機的火焰，直接加熱氣球。讓學生預測加熱後的變化，並且讓全班簡短討論想法。接下來，把火焰直接放在氣球底部。（氣球很快就會破掉）
5. **加熱水球** 向學生展示加水的水球，並且向他們描述：待會以打火機火焰直接加熱氣球。讓學生預測加熱後的變化，並且讓全班簡短討論想法並提供證據。接下來，把火焰直接放在氣球底部加熱 30 秒或更久。（氣球不會破掉）
6. **輪流發表並討論結果** 問問學生：「為什麼氣球破掉、水球就不會破掉？」並把學生的回應寫在白板上。挑戰學生，讓他們應用前一小節的證據。讓學生兩兩分組，討論幾分鐘，讓學生分享想法並提出問題。這時避免肯定或批評學生的想法，也不要回答問題。
7. **輪流發表並討論地球** 問問學生：「氣球和水球的活動，如何和地球的現象相似呢？」並請把這個問題寫在白板上。讓學生兩兩分組討論幾分鐘，讓他們分享想法並提出問題。這時避免肯定或批評學生的想法，也不要回答問題。告訴學生：將來會在一篇文章找到更多證據，可以支持想法並且回答問題。學生有機會尋求更多證據後，整個班級一起分享解釋，並且再進行一次氣球活動。

教師注意事項

每日書面反思

為什麼水被稱作「熱能儲存庫」？請以證據支持你的答案 這則提示，出現在調查筆記本第 13 頁，讓學生思考前小節學到關於水作為熱能儲存庫的概念，並讓學生審視熱能加到分子後所發生的變化。這樣一來，提示也觸及這樣的概念：水的物質比同樣體積的空氣多，因此只要溫度上升一點點，就得吸收大量的熱能。

教學常規

小節標題投影片 整套系列的教學活動裡，許多小節的開始，都會在學生進入教室之初放映標題投影片。這樣提供學生參與的機會，讓他們與夥伴討論課程的樣貌，當作是課程的引導活動。如果不方便放映投影片，也可以寫在白板上。

輪流發表 追蹤小組討論，並且確定他們彼此密切傾聽。你可能需要示範主動傾聽的技巧，也需要確定他們每人都有發言的機會。起初給予教學指示，在整個單元教學裡，學生都能與對方流暢地分享想法。

教學建議

沒有回答的問題，要如何處理？ 在討論過程，可能沒學生可以回答問題，甚至老師也沒辦法。這是個好機會，讓學生了解：不曉得答案，也可以處之泰然。教師可以順勢問學生：「**如何找出答案？**」教師可能想把問題成圖表，張貼在教室周圍。如果問題得到解決，就把答案寫進圖表。你也可以招募志願者，研究這些問題。

科學註記

為什麼氣球會破，水球不會破？ 目前還不要與學生分享解釋；他們會逐漸累積證據，並且自行想辦法應用證據。火焰接觸氣球時，球內的空氣瞬間增溫，這是因為空氣增溫前不需要吸收大量的熱能。這樣一來，熱能直接加熱橡膠，氣球就破了。而水增溫前要吸收大量熱能，因為水讓橡膠維持冷卻，因此水球不會破掉。

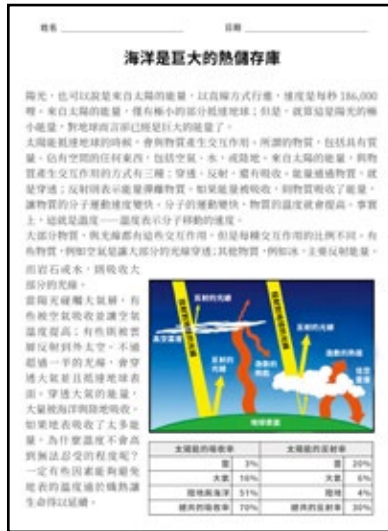
科學語言

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？



調查筆記本第 14 頁

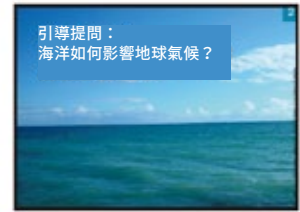


調查筆記本第 15 頁

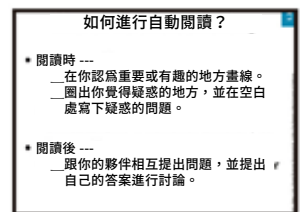
學生閱讀：《海洋是巨大的熱儲存庫》

1. **播放投影片、介紹引導問題** 教師大聲朗讀引導問題，並且告訴學生：接下來幾個小節，將探究這個問題。

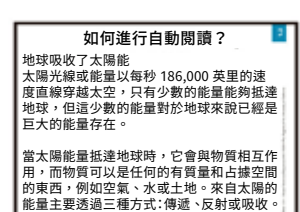
2. **介紹主動閱讀** 告訴學生：他們將要閱讀一篇文章，文章將會協助他們理解氣球與水球的活動，還有活動與海洋的關聯。請這樣告訴學生：「科學家利用閱讀來蒐集證據，並且了解其他科學家的想法。科學家閱讀的時候，會主動思考閱讀的內容，也主動思考正在理解的內容。」學生將採用主動閱讀的技能，這項技能可以協助他們以科學家的方式閱讀，並且從文章裡得到最大的效益。



3. **播放投影片：如何主動閱讀** 向學生解釋：他們將要找出覺得有趣或重要的要點，或者讓人困惑的內容。最重要的是，要在空白處針對要點提出問題。學生也可以寫下問題，不一定要針對困惑的內容，也可以是對文本的疑問。學生完成閱讀後，可以和其他完成閱讀的同學組隊，彼此協助對方回答問題。



4. **練習主動閱讀** 運用文件提示機投射「練習主動閱讀」學習單（從影印包取得），或把相同的標題投射到壁報紙。利用文章的摘要，示範主動閱讀。給學生 1 分鐘時間閱讀一處段落，接著請自願者提出要點。請自願者針對文本提出問題，並且在空白處寫下問題。接著，投射「如何主動閱讀」投影片。當學生閱讀並且解釋文章的時候，留下投影片讓他們參考。



5. **提供閱讀的指引** 發下調查筆記本，請學生翻到第 14-16 頁，標題是《海洋是巨大的熱儲存庫》。告訴學生：有 15 分鐘閱讀，至少主動閱讀兩頁、紀錄問題，並與夥伴討論。提醒學生：他們也在尋找證據，這些證據可以用來回答白板上的兩個問題「為什麼氣球破掉、水球就不會破掉？」以及「氣球和水球的活動，如何和地球的現象相似呢？」

教師注意事項

科學註記

海洋如何影響地球氣候 在本小節，學生學到：海洋就像巨大的熱能儲存庫，調節著地球的氣候。在往後小節，學生將學到更多海洋、大氣與陸地的交互作用，這些作用影響著這全球的天氣與氣候。

水分子與氫鍵 水溫升高前，會吸收大量熱能，這是因為水分子的形狀以及鄰近水分子之間的氫鍵。和大部分物質相較，要打斷液態水的氫鍵，需要耗費更多能量。這樣一來，水分子要開始更快速活動之前，需要吸收更多能量。水分子的形狀以及氧原子與氫原子之間有彈性的鍵結，受熱之際就會在原處震盪而不會彼此脫離，因此不會互相碰撞；分子要互相碰撞，才會提高溫度。

教學常規

主動閱讀 主動閱讀（active reading），就是讓學生藉由找出重要訊息、提出疑問以及傳遞讓人困擾的字句等等過程，更密切地審視說明文。大部份的學生，都沒有深入審視說明文的經驗——也就是提出重大問題並且嘗試解答的經驗。可預期的是，學生探究這樣的文體，需要練習以及鼓勵，十分值得學生投入努力。當教師引領學生投入其中，需要提供提問的範例，以協助學生理解完整的過程。

英文學習者

閱讀鷹架 英文學習者閱讀科學文本，往往面臨挑戰。根據班上英文學習者的程度，教師可以用小組方式和學生晤談，幫助他們閱讀文本。讓學生閱讀第一段並且解釋，然後停下來讓以小組方式討論。首先，協助學生總結段落，澄清不懂的單字。接下來，一起針對一個或兩個句子，畫下重點。討論任何學生提出的問題。持續閱讀，每個段落都依樣畫葫蘆。

教學建議

額外挑戰 文本第 3 頁較有挑戰性，如果學生只讀前兩頁，也是可以的。時間許可，閱讀速度快的學生可以讀第 3 頁；或者教師也可以指定這樣的學生讀完第 3 頁。

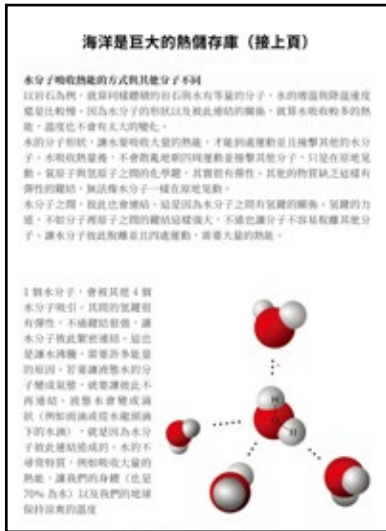
科學語言

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？



調查筆記本第 16 頁

6. 大聲朗讀示範問句；小組討論 教師在學生當中來回走動，檢視學生提出的問題，並且大聲讀出符合話題的問題。繼續在學生當中走動，大聲讀出問題讓他們參考、讚賞好的問題，鼓勵他們提出更多的問題。約 12 分鐘過後，就算學生還沒讀完文章，開始讓他們討論問題。

7. 討論學生的問題 當學生完成閱讀而且大部分組別討論過問題，再請同學分享問題。邀請其他學生回答問題，找出尚未回答的問題。

8. 討論氣球活動的提示 提醒學生白板上的兩個問題：(1) 為什麼氣球破掉、水球就不會破掉？(2) 氣球和水球的活動，如何和地球的現象相似呢？全班討論，找出學生從文章找出的新證據，回答這兩個問題。

解決兩個城市平均溫度之謎

1. 放映投影片：英國的倫敦以及俄羅斯的佛羅尼斯（Voronezh） 告訴學生他們將運用所學，解決投影片的兩個城市之謎。在地圖上，指出英國倫敦還有俄羅斯佛羅尼斯的位置。告訴學生：這兩個城市的緯度相同（也就是與赤道的距離相同）；而且，兩個城市的海拔（與海平面的高度）也相同。學生指出：兩個城市最大的差異，就是其中之一（倫敦）被海洋包圍。



2. 放映影片：倫敦與佛羅尼斯的溫度之謎

如果學生不熟悉攝氏刻度，請提醒他們：攝氏零度相當寒冷（相當於華氏 32 度），而攝氏 38 度很熱（相當於華氏 100 度）。問學生：「哪個城市在冬天較冷？」（佛羅尼斯）、「哪個城市在夏天較熱？」（佛羅尼斯）、「你還注意到什麼？」



3. 輪流發表：解決溫度之謎 問問學生：「倫敦不像佛羅尼斯這麼冷或這麼熱，認為原因是什麼？」鼓勵學生運用證據來支持論點。邀請學生互問問題、彼此回應；學生同意對方言論，並加上支持的論點；也可以不同意對方言論，並且解釋原因。

教師注意事項

科學註記

關於天氣與氣候 倫敦以及佛羅尼斯的資料，其實是夏季與冬季的平均溫度，並不是特定一天的溫度。這樣的溫度，表示幾個月以來的普遍天氣狀況，稱為「氣候」。氣候的測量，提供特定某天的溫度（或其他狀況）。天氣（每天都在改變）以及氣候（某段時間的趨勢）的最大分野，並非學生現階段最需要了解的；到了第三單元，提到氣候變遷之際，會有更詳盡的介紹。教師根據學生的經驗，也可能會花點時間區別天氣與氣候。

提供更多經驗

準備：找出倫敦與佛羅尼斯的位置、所在緯度以及赤道 根據學生的經驗，教師可能想要確定英國倫敦以及俄羅斯佛羅尼斯，在地球儀或 Google Earth 的位置。提醒學生這兩處的緯度以及赤道的位置，也有助於學習。教師或許會想安排簡短的討論，讓學生曉得：若對城市的氣候感興趣，注意兩個城市所在的海拔與緯度，是相當重要的。

準備：攝氏與華氏 教師可能想放映投影片或運用壁報紙，展示華氏與攝氏的不同。另外，根據學生的經驗，聚焦在夏天與冬天平均溫度的差異以及溫度計算，可能會有些許幫助。

強化：水是熱能儲存庫的證據 請學生參考 1-2 小節的科學證據圖表，指出他們已經蒐集到三種證據。讓他們回想，並且列出各項證據，證明水是熱能的儲存庫：

- 我們調查得到的證據。（學生從水瓶／氣瓶以及氣球活動，得到溫度的資料）
- 其他人調查得到的證據。（科學知識）（水分子模擬；熱儲存庫的文章；重要概念）
- 透過推理、思考以及討論得到的證據。（學生透過思考與推理，理解到為什麼裝個空氣與水的瓶子與氣球，會如此的不同）

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？

調査筆記本第 6 頁

重要概念



地球表面覆蓋超過 70% 的海水，而海水對地表溫度有著巨大的影響。

教師注意事項

教學方針

重新操作氣球活動 學生喜歡氣球實驗，並且相當投入，可以在本小節最後再操作一次。一方面當作學生根據文章搜尋證據的獎勵，另一方面讓他們運用推理來解釋氣球活動的結果，並且將推理運用於海洋。這也給學生機會，讓他們以嶄新方式根據所學，思索氣球實驗的現象。

提供更多經驗

強化：根據倫敦與佛羅尼斯的溫度差異，寫下解釋 調查筆記本第17頁的標題是「解釋倫敦與佛羅尼斯的差異」，這個活動是選擇性質，學生根據兩地的氣溫差異，寫下自己的想法以及想法的證據。這個活動可以當作回家作業，或是額外利用課堂時間進行。如果教師決定執行這個活動，學生的書面成果可以當作是否了解「水是熱能儲存庫」以及能否運用證據支持論述的快速評量。

強化：展示重要概念 教師可以讓學生畫張圖當成回家作業。請學生在圖畫中呈現標題或有標示的圖表。可能的話，挑幾張圖畫張貼於教室。

延伸：氣球活動的額外探索 學生再次體驗氣球實驗，若有學生提出疑問：氣球裝熱水呢？這樣的質疑可以引發下個額外探索活動，探索水溫不同的效應。許多教師發現：學生面對這樣的問題與探索，會相當的投入。

延伸：本小節的反思

- 如果有人說：地球有了海洋，因此溫度變得較為溫暖。你會如何回應他呢？你同意還是不同意？請提出證據支持你的回應。
- 在美國領土，哪個區域的氣候最溫和（不太冷，也不太熱）？請提出證據支持你的回應。你如何決定回應的對或錯呢？

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？