

# 流動的空氣

## 學

生再次思考本單元起始的問題：怎樣的力量，驅動淡水和海水繞著地球運動？他們現在可以運用「密度」、「分子」和「洋流」等名詞，展現水的運動機制。接下來，學生要接受挑戰，運用水的密度知識，解釋空氣的密度。學生觀看一部拍攝於泰國的影集，介紹許多天燈（就是小型的熱氣球）冉冉上升的畫面。學生看完影集後，以密度與分子的概念，解釋看到的現象。最後，他們要想辦法解釋白天與晚上交替，海岸的風向變化的奧秘。學生的學習聚焦於以下的重要概念：

- 密度較大的空氣下沉、密度較小的上浮。當空氣上浮，密度大的空氣就取而代之，造成了氣流（也就是風）。
- 風是因為地球受熱不均勻造成的。

學生也學到：

- 氣流就是流動的空氣；換句話說，就是風。
- 較冷的空氣下沉，較溫暖的上浮。

### 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

流動的空氣	預計時間
上課後的想法	15 分鐘
發現空氣運動的原因	10 分鐘
了解移動空氣之謎	20 分鐘
<b>總計</b>	<b>45 分鐘</b>

## 你要準備以下項目

### 全班需要

- 投影設備 \*
- 連結網路的電腦或教學資源光碟 \*
- 1-9 小節的八張投影片
- 《泰國天燈嘉年華》影集

### 每兩個學生需要

- 1 套分子圖卡 (1-8 小節)

### 每個學生需要

- 調查筆記本：pp.3, 5-8, 33-55; 選擇利用 p.32
- (選擇利用) 影印包：寫作工具：修正後想法 (第一部份)

\* 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](https://mare.lawrencehallofscience.org/oss68) 或是資源光碟。
- 2. 預習影集：**本小節開始前，播放《泰國天燈嘉年華》影集 (36 秒)，讓學生熟悉本小節內容。
- 3. (選擇利用) 準備學習單給學生：**教師決定是否要實施嵌入式評量而給予額外的寫作鷹架。如果是，請從影印包影印以下資料——  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_ 寫作工具：修正後想法 (第一部份)，每人一張。

## 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 33 頁



(選擇利用) 學生學習單

上課後的想法

1. 播放小節標題的投影片 學生進入教室後，呈現小節標題。課程開始前，鼓勵學生彼此討論，並且預測今天將會調查怎樣的內容。



2. 介紹上課後的想法：第一部份 (寫作) 告

訴學生：待會要進行寫作並且畫張圖表，展現海水運動的知識，再進行課程。這是再次思考並且改進本單元起始寫作的機會。學生應該要先計畫，運用「密度」、「水分子」以及「洋流」等名詞，然後解釋為什麼水會這樣運動。

3. 重新審視課前想法 發下調查筆記本，讓學生翻開第 3 頁的「課前想法」。給他們幾分鐘時間，閱讀他們先前紀錄海水運動的想法。

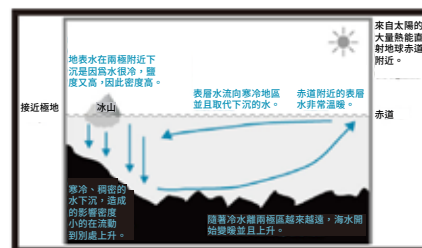
4. 審視重要概念 讓學生翻到第 5-8 頁「重要概念」，並且審視可以協助他們解釋海水運動的部份。

5. 播放投影片；提供圖表的指示 播放「修正後想法：第一部份」投影片，並且請學生

翻到調查筆記本第 33 頁，告訴學生：他們將解釋海水如何運動，並且以寫作與畫圖方式表達驅動海水運動的原因。以箭頭表示海水在哪裡下沉、哪裡上浮，還有任何想得到的運動方式。為了方便區別，也可以用紅筆和藍筆表示寒冷和溫暖的海流。他們應該標示箭頭，解釋海流運動的原理。



6. 學生畫圖並寫作 讓學生理解：會有十分鐘時間，完成書面寫作以及圖畫，發下色筆並讓學生開始動手。請教師在學生之間遊走，如果有學生需要提示，問問他們：「你覺得冷水往哪裡去？」或是「溫暖的水會怎樣？為什麼？」



(圖 1-10) 第一單元的評分標準 (介紹手冊的 82-84 頁)，提供良好的畫作回饋範例。

## 教師注意事項

### 每日書面反思

**這個單元到目前為止，洋流的哪個部份最有趣或最讓你驚奇？** 這個提示，在調查筆記本第 32 頁，鼓勵學生回想在完成書面評量前（描述海水如何繞著地球環流），學到關於洋流的內容。

### 教學常規

**課前想法／修正後想法** 讓學生回顧本單元課程之初的想法，讓他們體察理解改變的過程。這樣的體察，幫助學生保有新的想法，並且有意識地修正起始概念，讓新舊想法與科學理解愈來愈貼近。當學生完成 1-12 小節的「修正後想法」，就可以紀錄氣流的理解以及水如何在水循環中運動。

### 英文學習者

**寫作鷹架** 根據英文學習者的英語能力，他們有可能因為寫作能力而苦苦掙扎，教師可以提供影印包中的「寫作工具：修正後想法第一部份」。本頁的上半部，是生字庫；下半部則提供句型架構讓學生取用。有些英文學習者可能只需要生字庫，這時就可以把本頁剪半，提供上半頁即可。基礎英語能力或寫作能力有困難的英文學習者，則上下半頁都有幫助。諸如此類的寫作鷹架，讓英文學習者聚焦於他們想要表達的科學內容，而非拼字、背誦單字，或是理解句子的結構。

### 教學建議

**如何將海洋剖面圖當作嵌入式評量** 根據學生的經驗，教師可以提醒他們：可以運用側面圖（剖面圖）紀錄模型海洋的水如何運動。如果教師播放了《模型海洋動畫》，也有這樣的側面圖。但是，這是他們首次看到以這種樣貌出現的「海洋」，可能覺得新奇。教師可以展示調查筆記本，示範如何以箭頭畫出洋流，箭頭表示洋流運動的方向。

## 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？

## 發現空氣運動的原因

1. **播放投影片，介紹新的引導問題** 讓志願者大聲朗讀引導問題，並且告訴學生：本小節其他時間，都要探索這個問題。學生將利用先前學到關於分子、密度以及洋流的知識，理解空氣中的流動。



2. **空氣「空無一物」？** 告訴學生：有些人因為看不見空氣，就認為空氣是空無一物的。問問學生：「誰有證據，可以告訴人們『空氣是東西，會是物質』？」（吹著手掌，可以感受到空氣；移動的空氣可以讓樹枝、旗幟或頭髮產生移動。把空氣灌進氣球或皮球，可以看到空氣占有體積。呼吸的時候，會感覺空氣在身體進出）

3. **空氣是物質** 提醒學生：在 1-2 小節看到的熱能儲存庫模擬，顯示空氣是由分子組成。讓學生確定：空氣是物質，因為空氣占有空間且有質量。

4. **輪流發表：兩兩一組討論空氣運動** 告訴學生：利用分子卡、筆記本中的重要概念還有其他證據，和夥伴討論兩個關於空氣運動的問題。教師發下分子卡，一組一套。

- a. 問題一：給學生提示，思考什麼時候風朝著一個方向猛力吹拂。問問學生：「讓空氣移動的因素，可能是什麼？」
- b. 問題二：提示學生，想想是否見過馬路或藍球場上，或一片泥地上，閃動的輕煙緩緩升起的畫面？問問學生：「向夥伴解釋你看到的景象，這與空氣運動有怎樣的關聯？」

5. **播放《泰國天燈嘉年華》影集** 告訴學生：這部關於泰國節慶的影集，會出現很輕的天燈，每個天燈裡頭的蠟燭點燃後，施放到空中。播放影片，然後讓學生和夥伴討論天燈升起的原因。

6. **引導全班討論** 邀請學生分享為什麼天燈升起的想法。鼓勵學生運用「密度」這個名詞，如果有必要，再運用分子卡。為了刺激學生討論，教師可以提出以下兩個問題：

- 「天燈裡的空氣和外界的空氣，有怎樣的差異？」（因為蠟燭的關係，裡頭的空氣溫度比較高。）
- 「暖空氣與冷空氣的分子，有怎樣的差異？」（暖空氣的分子，分子間的距離較遠且運動速度較快。）

## 教師注意事項

### 評量

**嵌入式評量：修正後想法（第一部份）** 閱讀學生的回應，細看調查筆記本第 33 頁，判斷學生可否解釋海流的運動。最重要的概念是：溫度低、密度大的水在極區附近下沉，並且迫使密度較小的海水移往他處。寒冷、密度大的海水從「冷」區移開，會變成溫暖、密度小的海水，然後上升到表面。在「熱」區的溫暖海水，延著海面流到「冷」區，取代下沉的海水。學生也應該理解：低溫的海水，水分子間彼此較緊密、密度較大，因此下沉。課前想法／修正後的想法評分標準（介紹手冊第 82-84 頁的評量部份），將協助教師針對單元目標中的洋流密度與移動，評估學生的反應。

### 提供更多經驗

**強化：熱上升現象** 天氣熱的時候，會看到馬路上出現冉冉上升的熱氣。同樣的現象，也可以在教室複製：在強光前面（例如 LCD 投影機）擺一個盤子。把盤子加熱，並且播放一張空白的投影片。調整投影機的焦距或盤子到螢幕的距離，讓上升的熱氣可以投放到螢幕上。這樣一來，學生就會看到熱氣從盤子上升。因為熱氣形成非常薄的影子，因此可以投射在螢幕上。熱空氣分子（密度較小），被夾在兩層室溫的空氣分子（密度較大）。空氣層的密度不同，光線產生折射（彎曲），因為光線的交互作用相當輕微，因此形成了影子。如果所有空氣的溫度（密度）都相同，就不會看到影子了。

### 科學註記

**關於天燈** 天燈的材質很輕，包括米製成的紙，加上堅固的燈架。燈裡有根蠟燭，蠟燭點燃後會加熱裡頭的空氣。空氣加熱後，跟燈外的空氣相比，密度較低。天燈內的空氣密度變低，就會開始上升。一旦蠟燭熄滅，天燈裡外的空氣密度變得相同，就會落到地面。這個受歡迎的節慶，在滿月的夜晚或特殊場合舉行。泰國人相信，施放天燈會帶來好運，問題和憂慮會隨著天燈拋到九霄雲外。請注意：千萬提醒學生不可在家中自行嘗試，會引起火災。

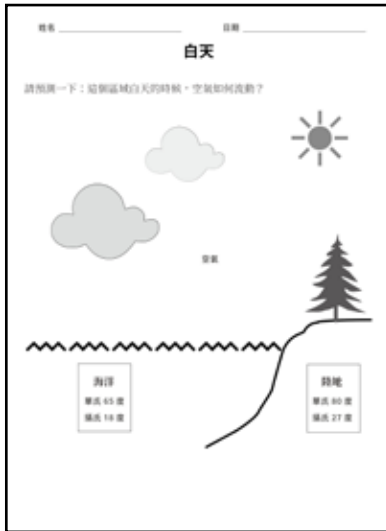
### 科學語言

#### 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 34 頁

### 了解移動空氣之謎

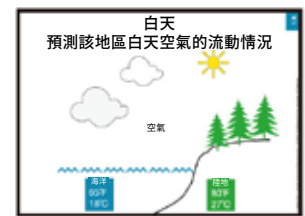
1. **介紹謎題** 提醒學生：風就是流動的空氣，也就是「氣流」。問問學生：「**你有沒有覺得好奇，怎樣的力量把風從這裡吹到那裡？**」學生目前應有能力回答這樣的問題。向學生解釋：待會給一個謎題，關於氣流的謎題。請學生運用本單元學到的知識，謎題就會解開。

2. **把重要概念當成線索** 請學生翻到調查筆記本第 5-8 頁「重要概念」，和學生一起朗讀以下兩個可以解謎的重要概念：

- 水可以當作是熱能儲存庫。水分子在增溫之前，要吸收大量熱能。水分子在釋放熱能並降溫之前，會儲存熱能一段相當長的時間。
- 海洋讓寒冷的空氣溫暖起來，也會讓溫暖的空氣降溫。海洋讓世界各地的氣溫變得更均勻。

3. **播放投影片，白天；請學生翻到對應的筆記本第 34 頁** 教師播放投影片的時候，請大聲朗讀提示：「**預測白天的時候，這個區域的空氣會如何移動。**」讓學生曉得，這個神祕地點是在靠海的岸邊。讓夥伴一起討論密度較大和較小的空氣，然後決定箭頭的畫法，想想風往哪裡吹去。提醒他們：注意海洋與陸地的溫差。

4. **帶領小組討論** 問問學生：「**請想想看，白天的時候，空氣如何流動？**」、「**你為什麼這樣認為呢？**」（陸地上方的空氣會上升；陸地上方的大氣會往海洋移動；海洋上方的大氣會因為冷卻而下沉；水上方的空氣，會從海洋離開並向陸地移動。）



邀請學生彼此運用提問、同意對方證據或提出更多證據，或者不同意對方觀點並舉出原因等方式，互相溝通討論。教師可以提出密度、溫度、分子等問題，如有必要也可以提醒學生關於水流的相關經驗。

## 教師注意事項

### 科學註記

**關於氣流和風** 用「氣流」與「風」來形容「流動的空氣」，其實很貼切。氣流，可以定義為一段時間內、大量氣體朝著特定方向移動；相同的，海流也是大量移動的水。水與空氣都是因為密度差異而移動。本單元的焦點，在協助學生於這兩個現象之間形成連結。有鑑於此，我們把移動的空氣稱為「氣流」，雖然以科學角度來看，「風」是比較正確的。

### 教學建議

**更多支持：解謎的暗示** 請教師把下列暗示寫在白板上，以幫助經驗較少的學生解謎：(1) 暖空氣上升、冷空氣沉降；(2) 空氣上升之際，密度較大的空氣流進來補充；(3) 和海水相較，空氣增溫與冷卻的時間更快速。

**更多支持：選擇性討論提示—白天的空氣** 根據學生的經驗，提出以下的問題有助於討論——

- **依照你的想法，陸地上的空氣或海面上的空氣，哪個比較溫暖？**  
（陸地上的空氣比較溫暖，因為陸地上空氣增溫的速度，大於海水以及海面上的空氣。）
- **如果陸地上方的空氣在白天變得較溫暖，空氣會如何流動呢？**  
（陸地上方的空氣會上升，因為靠近地面的空氣密度，比上方的空氣來得小。）
- **陸地上方的空氣上升，哪邊的空氣會來填充？**（較冷、密度較大的海洋空氣。）
- **海洋上方的空氣，在白天會怎麼移動？**（從海洋吹向陸地。）

教師也可以提出類似的問題，協助學生討論夜晚空氣的移動。

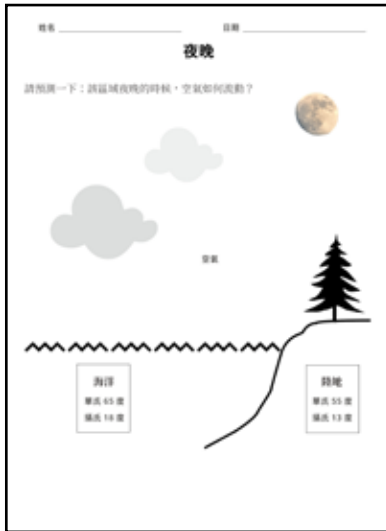
### 科學語言

#### 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？

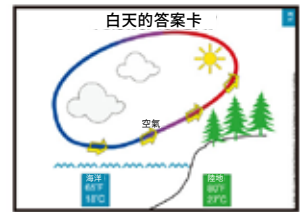


調查筆記本第 35 頁

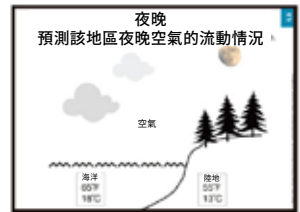


調查筆記本第 8 頁

5. 播放投影片，公布「白天」的解答。公布解答，解開白天空氣流動方向之謎。問問學生，是否有評論或問題。

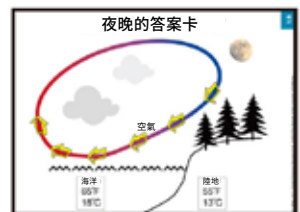


6. 播放投影片，晚上，讓學生翻到筆記本對應的第 35 頁。播放投影片的時候，高聲朗誦出提示：「預測一下，晚上的空氣如何流動？」請學生再次和夥伴討論，然後以有顏色的箭頭表示空氣移動的方向。



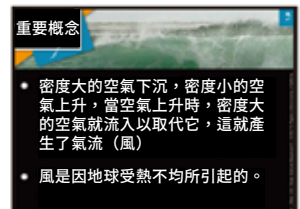
7. 引導全班討論 教師問問學生：「空氣到了晚上，會怎麼流動？你的想法是什麼？」（陸地上方的空氣，會冷卻而沉降；陸地上方的空氣會離開陸地而流向海洋；海面上方的空氣會上升；海洋上方的大氣會吹向陸地）一如既往，鼓勵學生彼此互相回應。

8. 播放投影片，公布「晚上」的解答 播放投影片並公布答案，請學生提出問題或發表見解。



9. 解開謎題 提醒學生：海洋就像熱能儲存庫，因此海面上方的空氣溫度變化，與陸地上方的空氣溫度變化相較，相對緩慢。海面上方與陸地上方的空氣密度差異（因為溫度差異導致），讓兩地的空氣往不同方向移動。白天的時候，空氣往陸地移動，晚上的時候相反；這樣一來，讓海岸的溫度更平均。

10. 播放投影片，學生記錄重要概念 播放重要概念投影片，讓學生朗讀並且抄寫在筆記本第 8 頁「重要概念」引導問題 8 下方的欄位。



## 教師注意事項

### 提供更多經驗

**強化：以快速圖形回答問題** 這個活動，強化了本單元涵蓋的重要概念。讓學生以團隊方式，快速地畫出圖像，回答海流的問題並且運用重要概念。教師問一個問題，然後給團隊 2-3 分鐘快速畫出有標示的圖以回答問題。接下來，給團隊選一個隨機問題，向全班展示圖畫並請他們解釋。以下是可能的問題——

- 加入熱能，如何影響空氣？如何影響水？
- 為什麼靠近海岸的區域，不會太冷也不會太熱？
- 極區附近冰冷的水，會有怎樣的現象？
- 下沉的水，水分子應該是什麼模樣？
- 氣流如何產生？

### 延伸：本小節的反思

- 如果有人認為，空氣和水沒有共通之處，你會怎麼應對？
- 關於氣流，你認為最有趣或最讓你驚訝的現象是什麼？
- 熱氣球上生的原理是什麼？請描述你的想法。

### 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？