

# 5

## 溫度與熱

### 5-1 溫度與溫度計

### 5-2 熱量

### 5-3 比熱

### 5-4 熱對物質的影響

### 5-5 熱的傳播方式

「過火」是臺灣民間的民俗活動，是一種赤腳走過燒紅的木炭堆及石頭堆的儀式。過火前會「摔鹽米」，也就是撒含水分的粗鹽及泡過水的米在炭火堆上。在宗教的信念中，「鹽」、「米」分別代表著「雷電」和「火石」，具有驅逐惡煞的功能，因此廣泛應用於各種除煞的儀式中。信徒們相信藉由這樣的儀式可以強化神明的神威，同時替自身消災解禍。

**探究提問** 粗鹽是種很容易受潮的物質，想想看為什麼大師撒鹽後，就可以走在炭火上？



天啊！大師踩過炭火竟然沒事！？





## 5-1 溫度與溫度計

科學 tell me why

同樣摸一個人的額頭，有人感覺溫度高，有人感覺溫度低，為什麼會有這樣的情形？如果想要確實知道是否有發燒，你會怎麼做？



圖5-1 生活中常見的溫度計

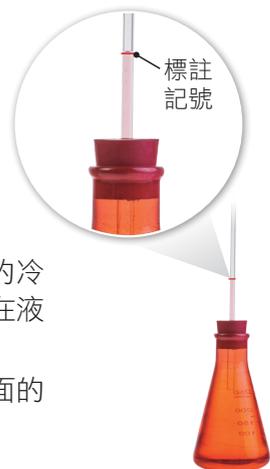
**溫度**是我們用來描述物體冷熱程度的物理量，日常生活中，人體可以直接接收冷熱不同的刺激，例如：吃冰時會感到很冰涼，喝熱水時會感到燙嘴。感受雖然直接，但容易出現誤差，所以會使用溫度計來作為測量的工具，如實驗室中常用酒精溫度計及電子溫度計測量液體溫度；生病時，使用耳溫槍和額溫槍了解體溫；在機場或是進行檢疫工作時，利用熱顯像儀，快速得知溫度（圖5-1）。究竟傳統溫度計是利用什麼原理製成的呢？

### 探討活動

#### 5-1 自製溫度計測量溫度



1. 在錐形瓶中裝滿染色的水，將裝有玻璃管的橡皮塞，塞緊錐形瓶，使水位上升至玻璃管中，並在液面處做一記號（如圖）。
2. 將錐形瓶分別放入 $60^{\circ}\text{C}$ 的熱水及 $10^{\circ}\text{C}$ 的冷水中一段時間，觀察水面的變化現象並在液面處標註記號。
3. 將錐形瓶放入未知溫度的水中，觀察液面的變化並推測其溫度區間。



#### 想一想

1. 將錐形瓶放入未知溫度的水後，玻璃管內的水面升降至哪個區域之間呢？

.....

.....

2. 藉由水面的位置，是否能夠推算出未知溫度的區間？

.....

.....

#### 探究提問

用觸覺或視覺來決定冷熱程度，可能會出現什麼問題？

觀察利用**熱脹冷縮**原理製成的簡易溫度計，我們可以藉由液面升降的變化，粗略得知溫度的變化（圖5-2）。



▲ 圖5-2 溫度變化時自製溫度計液面的變化

## 1 溫標的制定

西元1714年德國物理學家華倫海特（Daniel Fahrenheit, 1686~1736），訂定出歷史上第一個溫標——**華氏溫標**，單位為 $^{\circ}\text{F}$ ，使溫度測量有了統一的標準。

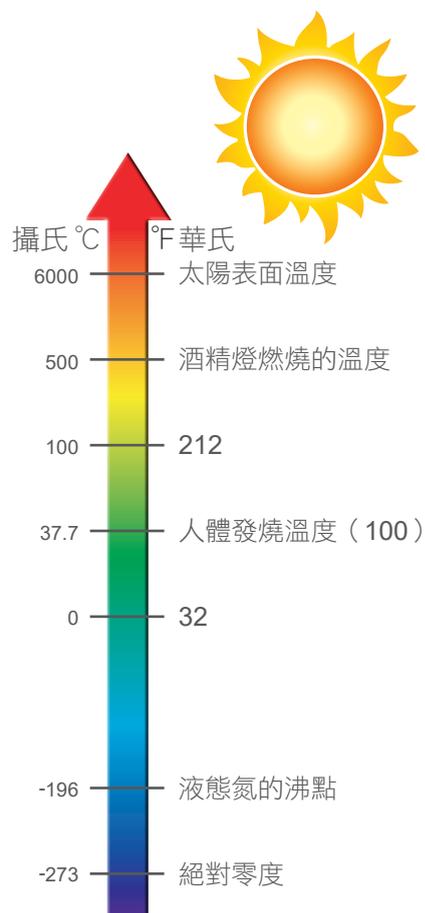
西元1742年，攝氏（Anders Celsius, 1701~1744）以水的結冰與沸騰狀態作為參考，訂出兩個固定點，將兩點中間平均畫分出100個等分的刻度，每1等分為1度，創立了**攝氏溫標**，單位為 $^{\circ}\text{C}$ 。

溫標上刻度所對應的數字大小，即代表溫度高低，如此便可以清楚的表示，並量化出物體冷熱的程度。使用華氏與攝氏這兩種不同的溫標所測得的溫度數值也不一樣，兩者之間可以換算（圖5-3）。

**學習Check**

我能了解熱脹冷縮的觀念

我能了解常用的溫標之間的關係



▲ 圖5-3 常見的溫度數值

## 5-2 熱量

科學 tell me why

站在大太陽下會感受到炎熱難耐，而手中的冰棒也很容易就融化，想想看這是什麼因素造成？



在瓦斯爐上煮開水，能使水的溫度逐漸上升，爐火為一種**熱源**，隨著熱源作用在物體的時間愈久，物體的溫度就會上升得愈高，這是為什麼呢？

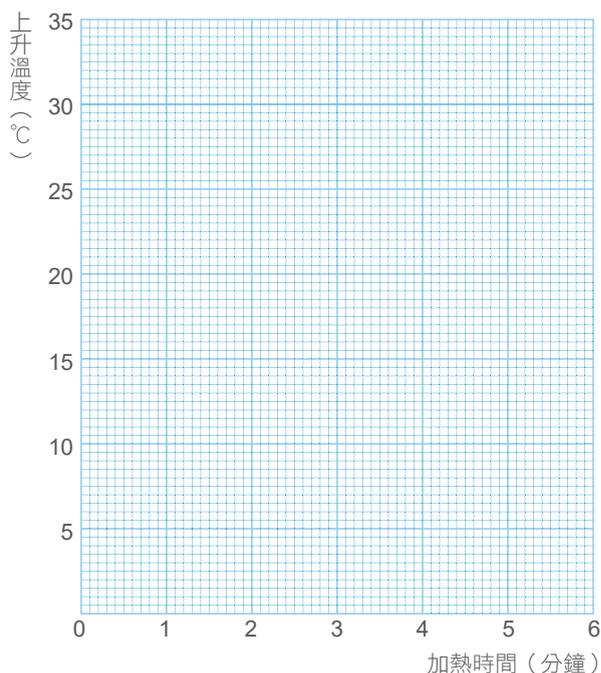
### 探討活動

#### 5-2 影響水溫上升的因素



- 將100公克的水倒入250mL的燒杯裡，利用溫度計測得水的初溫 $T_0$ 。
- 將燒杯置於陶瓷纖維網上加熱，每間隔1分鐘記錄水溫（ $T$ ）一次，連續記錄五次，同時計算出水每分鐘的上升溫度（ $T - T_0$ ），填入表中。
- 以上升溫度為縱軸，加熱時間為橫軸，將表格中的數據點在方格紙上，並繪製一條與每個數據點間的距離最小且通過原點的斜直線。
- 另取一個燒杯，加入初溫 $T_0$ 相同的水200公克，並重複步驟 2. 及 3.。

加熱時間	100 公克		200 公克	
	溫度（ $T$ ）	上升溫度（ $T - T_0$ ）	溫度（ $T$ ）	上升溫度（ $T - T_0$ ）
0分鐘				
1分鐘				
2分鐘				
3分鐘				
4分鐘				
5分鐘				



#### 想一想

加熱100公克和200公克的水，當上升溫度相同時，可以發現什麼關係？

從探討活動5-2的結果圖，我們可以發現加熱時間愈長，溫度上升愈多，且圖形為一條通過原點的斜直線，可以從圖中得知，加熱時間與上升溫度成正比。

- 5 其中我們以水量多寡為操作變因，上升溫度為主要控制變因下，200公克的水要加熱到與100公克的水有相同的上升溫度，所需時間約為兩倍，可知加熱時間與水量成正比。

## 1 熱量

- 10 水溫的上升是由於熱源提供了**熱量**，會傳入水中，若加熱時間愈久，傳入水中的熱量愈多。對穩定熱源而言，提供的熱量與加熱時間成正比（ $\propto$ ）。若以H代表水升溫所需的熱量、m代表質量、 $\Delta T$ 代表溫度變化，則三者
- 15 關係可表示為：

$$H \text{ 正比於 } m \times \Delta T \quad (\text{式5-1})$$

## 2 熱量的單位

- 科學家將1公克的水，溫度上升 $1^{\circ}\text{C}$ 所需的熱量，定義為1**卡**（cal），1000卡等於1**千卡**（kcal），千卡又稱為**大卡**，兩者皆為熱量的常用單位。

隨堂筆記

相同水量時

加熱時間  $\propto$  \_\_\_\_\_

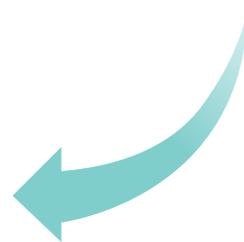


相同上升溫度時

加熱時間  $\propto$  \_\_\_\_\_



熱量  $\propto$  \_\_\_\_\_



## 探究提問

阿翰和琳琳在咖啡店，各點一杯熱美式及冰美式咖啡，若他們在桌上將兩杯熱、冰咖啡放置一段時間後，溫度將會如何變化？請分析熱咖啡、冰咖啡及空氣之間熱量流動的關係。

## 3 熱量的流動

將一杯熱水和冷水混合，若在混合的過程中，沒有熱量散失，也沒有吸收外界熱量，此時我們就能確定熱水放出的熱量必然全部被冷水吸收，最後使兩者溫度相等。

- 5 熱量除了可藉由熱源提供外，也可利用接觸高溫物體來得到。不同溫度的物體在接觸後，熱量會自高溫處流向低溫處，最後兩物體溫度會相同，且不再改變，即達到**熱平衡狀態**（圖5-4）。

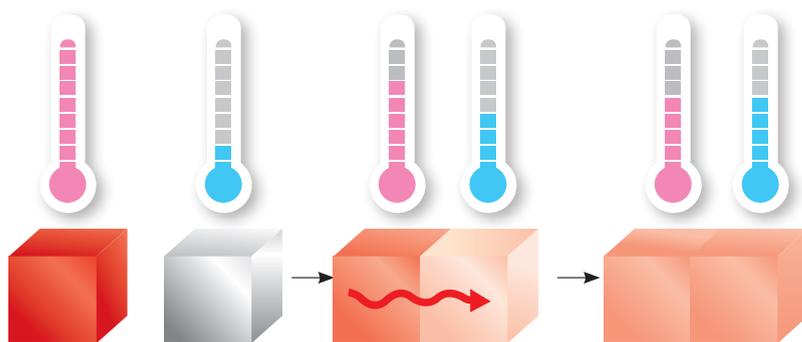
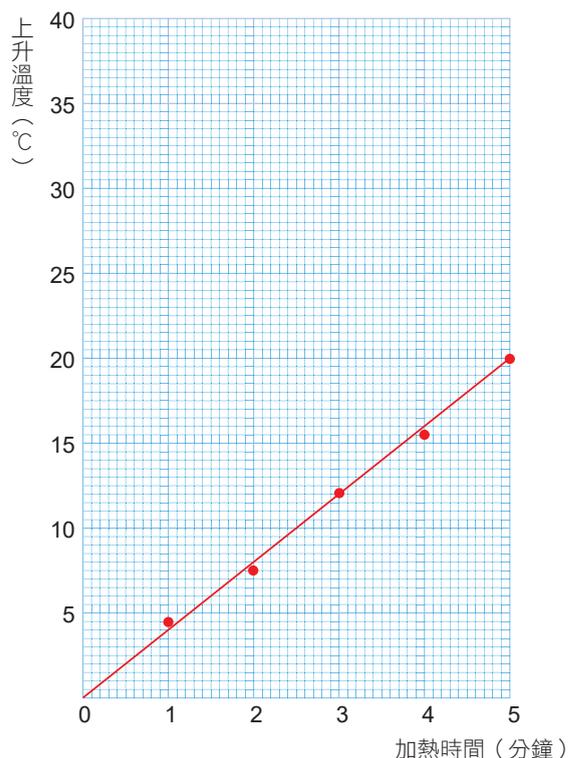


圖5-4 熱平衡狀態示意圖

## 例題 5-1

右圖為加熱100公克水的上升溫度對加熱時間的關係圖，若以相同條件，分別加熱50公克及200公克的水，請畫出50公克、200公克的關係圖，並說明原因。



## 5-3 比熱

### 科學 tell me why

逛夜市時，可以發現糖炒栗子攤位中的大鍋子裡，除了栗子之外，還放了大量的小黑砂，為什麼需要放大量的小黑砂跟栗子一起炒呢？



在烈日曝曬的海邊沙灘上，燙得讓人忍不住踮起腳尖，若快步飛奔到海水中，頓時感覺海水冰涼許多。想想看，在同樣的烈日照射下，沙和水吸收的熱量一樣嗎？兩者的溫度一樣嗎？讓我們藉由以下的實驗，了解是什麼因素，造成上述情形的溫度差異。

### 實驗 5-1 物體受熱後溫度上升的比較



**目的** 加熱相同質量的水和甘油，比較其溫度上升的差異，了解物質種類與溫度變化的關係。

#### 器材

- |             |             |         |
|-------------|-------------|---------|
| ① 水50公克     | ④ 鐵架（附鐵環）1組 | ⑦ 溫度計1支 |
| ② 甘油50公克    | ⑤ 陶瓷纖維網1個   |         |
| ③ 100mL燒杯2個 | ⑥ 酒精燈1個     |         |

#### 步驟

- 將50公克的水倒入100mL的燒杯裡，利用溫度計測量並記錄水的初溫 $T_0$ 。

⚠ 量測溫度時，溫度計不可碰到杯底。



- 2** 將燒杯置於陶瓷纖維網上加熱，每間隔30秒記錄水溫( $T$ )一次，連續記錄五次。



- 3** 取另一燒杯加入相同初溫 $T_0$ 的甘油50公克，並重複步驟**2**。



- 4** 將水和甘油每30秒所量測的溫度，及計算各自的上升溫度( $T - T_0$ )填入表格中。

- 5** 以上升溫度( $T - T_0$ )為縱軸，加熱時間為橫軸，將水和甘油的上升溫度與加熱時間的關係，分別以不同顏色繪製成兩條直線於同一張方格紙上。

⚠ 甘油與水在方格紙上的數據點及直線以不同的顏色表示。

⚠ 斜直線要通過原點，且讓斜直線和每個數據點間的距離最小。

### 問題與討論

1. 在此實驗中，控制變因、操作變因及應變變因各為何？

控制變因	操作變因	應變變因

2. 分析方格紙上所描繪的數據，討論在相同加熱時間下，水與甘油的溫度，何者上升較多？
3. 藉由描繪的兩條直線判斷，欲使水與甘油上升到相同溫度時，何者所需加熱時間較少？甘油和水兩者加熱時間的比值為何？

### 探究提問

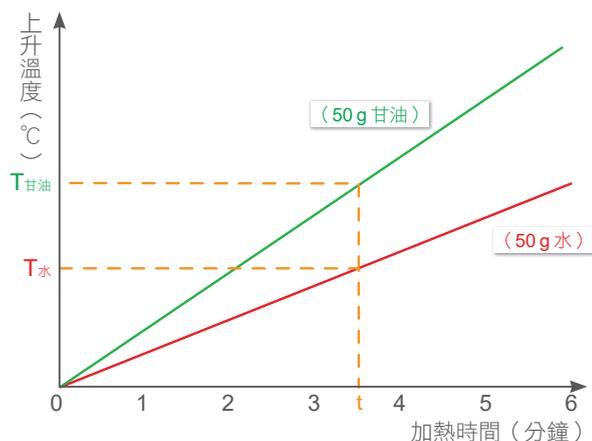
若有50公克的玻璃及鐵塊，皆以相同熱源加熱一樣的時間，請問何者溫度上升較多？

相關實驗重點，請見 P176

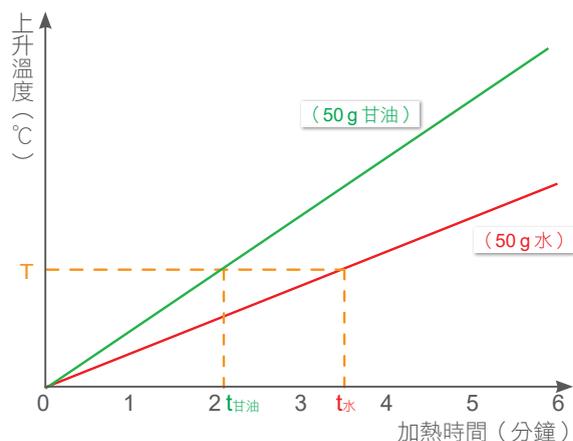


## 1 比熱

由實驗5-1的結果發現，甘油的溫度上升得比水快（圖5-5），表示甘油的溫度比較容易改變；若要使兩者上升相同的溫度，則甘油所需的加熱時間（即所需的熱量）較少（圖5-6）。



▲ 圖5-5 加熱時間相同，甘油上升的溫度會比水高



▲ 圖5-6 上升相同的溫度，甘油所需的加熱時間較少

- 5 藉此可以推論，在相同的加熱時間下，同質量的不同物質，溫度的變化程度會不同，而用來描述物質溫度改變難易程度的物理量稱為**比熱**，以 $S$ 表示，其定義為：1公克的某物質上升 $1^{\circ}\text{C}$ 要吸收的熱量，常用的單位為卡/公克 $\cdot^{\circ}\text{C}$ 。

10 相同質量下，要使比熱愈大的物質改變相同溫度，就要給予更多的熱量。因1公克的水上升 $1^{\circ}\text{C}$ 需1卡，水的比熱就為1卡/公克 $\cdot^{\circ}\text{C}$ ，得知水的比熱後，我們便能依據實驗結果，先計算出水每分鐘共吸收多少熱量，藉此推得，1公克甘油上升 $1^{\circ}\text{C}$ 需要0.58卡的熱量，即甘油的比熱為0.58卡/公克 $\cdot^{\circ}\text{C}$ 。

15 綜合這些結果，我們可知物體溫度升高所需之熱量，不只與質量大小和溫度上升多少有關，還與物體的比熱有關，因此可以將熱量（ $H$ ）、質量（ $m$ ）、比熱（ $S$ ）和溫度變化（ $\Delta T$ ）組成下列的公式：

$$\text{熱量} = \text{物質的質量} \times \text{比熱} \times \text{溫度變化}$$

$$H = m \times S \times \Delta T \quad (\text{式5-2})$$

比熱與密度一樣，皆可代表物質的特性，相同狀態下，同一種純物質會有相同的比熱，常見物質的比熱如表5-1所示。比熱愈小的物質，溫度愈容易升高及下降；反之，比熱愈大，溫度愈難升降。

■表5-1 常見物質的比熱

物質	銅	鐵	鋁	冰	酒精	甘油	水
比熱 (卡/公克·°C)	0.093	0.113	0.217	0.55	0.57	0.58	1.0

a 利用冰水冰鎮飲料



b 利用熱水可保溫菜餚



▲圖5-7 比熱大的水適合用來冷卻及保溫

- 5 由於水的比熱較其他物質大，溫度不易升降，所以我們常利用水作為冷卻或保溫之用（圖5-7）；在太陽的照射下，沙灘的溫度比海水容易上升，讓人感覺到沙灘較燙；而當夜晚時，沙灘的溫度下降較快，反而讓人感覺海水較溫暖。臨海地區較沙漠地區日夜溫差小，也是因為水
- 10 的比熱大，可調節氣溫的關係。

#### 隨堂筆記

物體的熱量變化(H)和質量(m)、比熱(S)、溫度變化(ΔT)均有關係，現有甲、乙兩物體相互比較，當固定其中兩個變因時，另兩者大小關係為何？（填入>、<）

$$H = m \times S \times \Delta T$$

- ① 當H與ΔT相同時，若 $m_{甲} > m_{乙}$ ，則 $S_{甲}$  \_\_\_\_\_  $S_{乙}$ 。
- ② 當m與ΔT相同時，若 $S_{甲} < S_{乙}$ ，則 $H_{甲}$  \_\_\_\_\_  $H_{乙}$ 。
- ③ 當H與S相同時，若 $m_{甲} > m_{乙}$ ，則 $\Delta T_{甲}$  \_\_\_\_\_  $\Delta T_{乙}$ 。
- ④ 當m與S相同時，若 $H_{甲} < H_{乙}$ ，則 $\Delta T_{甲}$  \_\_\_\_\_  $\Delta T_{乙}$ 。

## 5-4 熱對物質的影響

科學 tell me why

相同體積的水倒入不同形狀的製冰盒中，結冰後卻無法將兩種不同形狀冰棒裝入彼此的盒子中，請問該如何解釋此現象呢？



### 1 熱對物質體積的影響

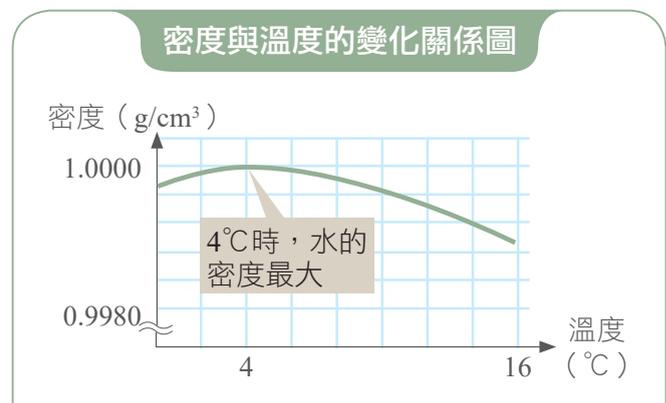
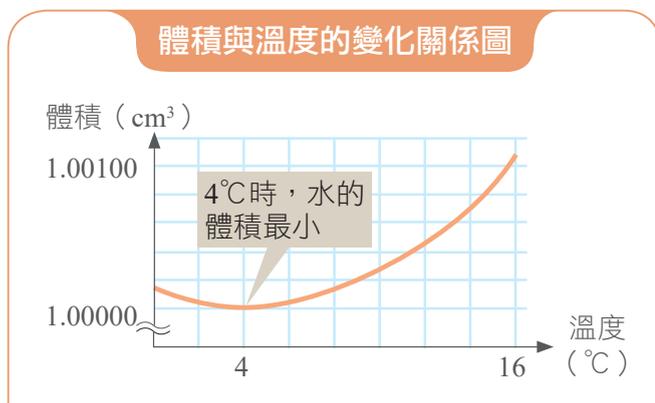
在探討活動5-1自製溫度計時，我們知道大部分的物質具有熱脹冷縮的現象，而物質體積隨溫度改變的情形，以氣體最為明顯、液體次之、固體最不明顯。生活中利用這個特性，可以使凹陷的乒乓球恢復原狀（圖5-8）；鐵軌銜接處的空隙、水泥橋面上設計伸縮縫等（圖5-9），都是熱脹冷縮原理的應用。

大多物質都有此特性，但也有少數例外的情形，如水溫低於 $4^{\circ}\text{C}$ 時，體積反而會隨溫度下降而膨脹（圖5-10）。



▲ 圖5-8 乒乓球殼受熱體積膨脹，可使凹陷處恢復原狀

▲ 圖5-9 橋梁的伸縮縫



▲ 圖5-10 1公克純水在不同溫度下，體積與密度的變化關係圖

## 探究提問

想想看，當水的溫度上升時，可以推論水吸收了熱量，相反來說，水吸收了熱量，溫度就一定會上升嗎？

## 學習Check

- 我能了解熱對物質體積的影響
- 我能了解熱對物質狀態的影響

## 2 熱對物質狀態的影響

在2-1節中，我們介紹過物質的三態變化，此變化與熱量的吸收和釋放有何關係呢？一般來說，物質由固態變成液態（熔化）、液態變成氣態（汽化）時，皆需吸收熱量；相反的，物質由氣態變成液態（凝結）、液態變成固態（凝固）時，則放出熱量。

以水的三態變化為例（圖5-11），冰塊在室溫下會熔化成水，是因為冰塊吸收了熱量，而將水加熱會汽化變為水蒸氣。可以得知，吸、放熱量可以改變物質狀態。

圖5-11 水的加熱時間，溫度與狀態的變化

- a 常壓下，加熱低於 $0^{\circ}\text{C}$ 的冰塊時，溫度會開始上升，但物質的狀態不會改變。若持續給予熱量，溫度會繼續上升。

- b 當冰塊溫度上升至 $0^{\circ}\text{C}$ 時會開始熔化，過程中持續吸收熱量，但溫度維持不變，此時的溫度稱為**熔點**。



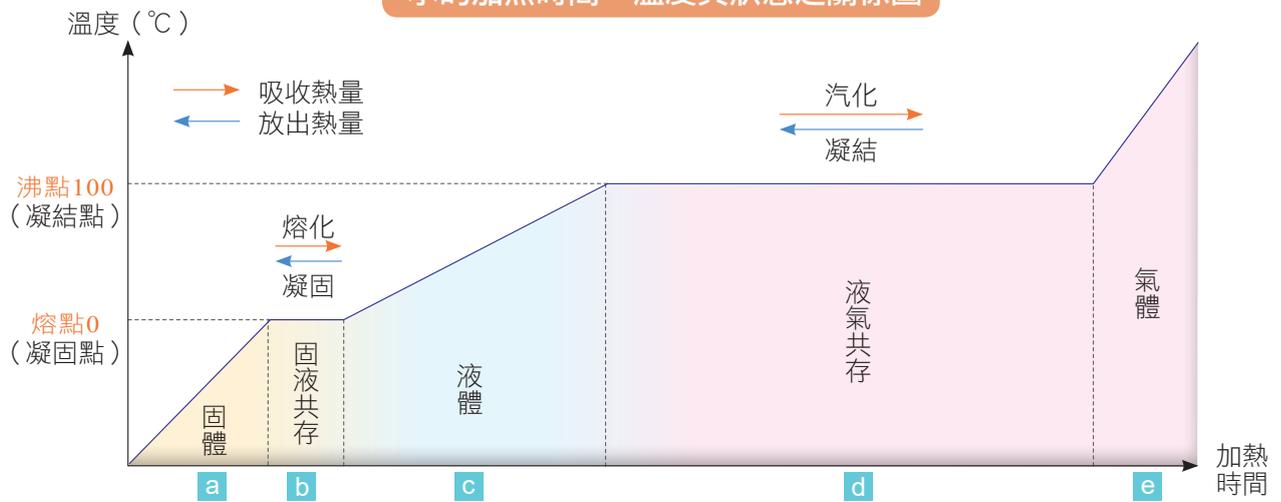
- a 水完全結成冰後，若冰塊持續放熱，溫度會繼續下降。



- b 水逐漸凝固成冰，過程中持續放出熱量，但溫度維持在 $0^{\circ}\text{C}$ ，此時的溫度稱為**凝固點**，又稱**冰點**。

同一物質的熔點與凝固點相同

水的加熱時間、溫度與狀態之關係圖



**c** 冰塊完全融化成水後，溫度自熔點開始逐漸上升。

**d** 當溫度上升至 $100^{\circ}\text{C}$ 時會開始大量汽化成水蒸氣，但溫度維持不變，此時的溫度稱為**沸點**。



**e** 水完全汽化成水蒸氣後，若持續給予熱量，溫度會繼續上升。

**e** 高於 $100^{\circ}\text{C}$ 的水蒸氣遇冷時，溫度會開始下降，但狀態保持不變。

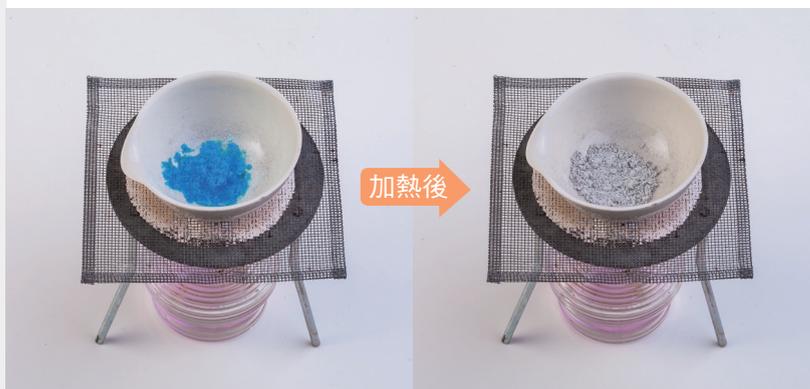
**c** 水蒸氣完全凝結成水後，溫度自沸點開始逐漸下降。

**d** 水蒸氣遇冷逐漸凝結成水，過程中持續放出熱量，但溫度維持在 $100^{\circ}\text{C}$ ，此時的溫度稱為**凝結點**。  
同一物質的沸點與凝結點相同

### 延伸補充

#### 熱與化學變化

含水硫酸銅晶體原為藍色，但加熱後則變成白色的無水硫酸銅粉末，這是因為晶體內的水分子受熱後，逐漸成為水蒸氣而產生的變化，此過程有吸收熱量，稱為吸熱反應。若將無水硫酸銅粉末倒入水中，便會形成硫酸銅溶液，此過程會使水溫上升，稱為放熱反應。



#### 例題 5-2

有關水的三態變化的敘述，下列何者正確？

- (A) 水完全汽化成水蒸氣後，持續加熱溫度不會持續上升
- (B) 水凝固成冰的過程中持續放出熱量，但溫度保持不變
- (C) 水凝固成冰的溫度稱為凝結點
- (D) 當水開始汽化成水蒸氣時，此時的溫度稱為熔點

## 5-5 熱的傳播方式

科學 tell me why

吃火鍋時，將金屬湯匙放在鍋中一段時間後，想拿湯匙舀湯卻不小心被燙到，這是為什麼？有什麼樣的方式可以避免被燙到呢？



從冰箱裡拿出冰涼的飲料，手會感到冰冷；煮水餃時，可以看到水餃在滾燙的熱水中翻滾；朝會在大太陽下升旗時，會讓大家汗流浹背，這些都是熱量從一處傳至另一處的現象，稱為熱的傳播。接下來，藉由以下的活動，來了解熱的傳播方式。

### 探討活動

#### 5-3 熱的傳播方式



1. 用薄白布緊包住錢幣，再以點燃的線香放在白布上，觀察白布是否會被點燃？再將線香移開並打開白布，以手觸摸錢幣，請說出你有什麼感覺？



2. 準備兩根相同的試管，均加入七分滿的水，並撒入少量撕碎的色紙。使用規格相同的酒精燈，在同一時間不同位置加熱，觀察水變化的現象。

在試管底部加熱



在試管上方加熱



3. 用兩塊相同材質的黑布與白布，分別包住兩支溫度計的底端，將兩支溫度計置於鐵架上，並將點燃的酒精燈放置於中央，觀察3分鐘後兩者的溫度變化。



#### 想一想

若步驟 3. 改將大量冰塊置於兩支溫度計中央，哪一支溫度計的溫度下降較快？

由上述活動可發現，利用不同的方式，都可以將熱源的熱傳到另一處，依其傳播的特性，可將熱的傳播方式分為傳導、對流、輻射三種：

## 5 熱傳導

將點燃的線香放在緊包錢幣的薄白布上，線香無法燒破白布，但觸摸錢幣，卻可感受到溫度很高。這是因為錢幣傳導能力較好，迅速將熱傳遞走，使得溫度不足以燒破白布（圖5-12）。這種透過接觸，將熱在物體間傳遞的方式，稱為傳導。

不同物質有不同的傳導效果，依對熱的傳導能力，可將物質分為熱的良導體與熱的不良導體。絕大部分的金屬都是熱的良導體，其中以銀的傳導性最佳、銅次之。在烤肉時，將肉用金屬棒串起來，就是因為金屬是熱的良導體，容易將熱傳到食物的內部，加速食物熟透；而家中鍋子常用金屬材質，但把手會使用塑膠或木頭材質，以避免燙手（圖5-13）；雙層玻璃杯的設計，是利用空氣對熱的傳導效果不佳，而有絕佳的隔熱效果，來防止手被杯內的熱飲燙傷（圖5-14）。



▲ 圖5-12 傳導能力好的錢幣可以迅速將熱傳遞走



▲ 圖5-13 使用塑膠材質作為把手的鍋具，能避免燙傷



▲ 圖5-14 使用雙層玻璃杯較不易燙手

## 熱對流

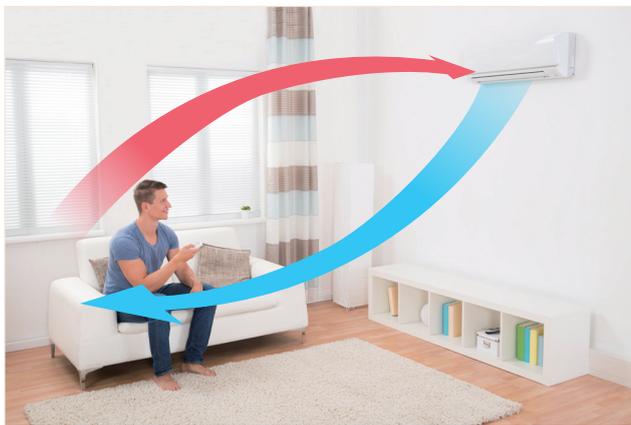
在試管底部加熱時，雖然比較晚看到沸騰的現象，但整根試管內的水幾乎同時沸騰。這是因為下方的水受熱後溫度上升，體積膨脹、密度變小而上浮；上方溫度較低的水，則因密度相對較大而下沉，藉由此相對流動的方式，使得熱可以均勻傳遞到整根試管內（圖 5-15a）。

當在試管上方加熱時，會比較快看到沸騰的現象，但摸試管底部，卻不太能感受到溫度有上升。這是因為上方受到加熱的水量較少，水溫上升迅速，很快就達到沸騰，但因為熱水不容易將熱量傳送到底部。所以，即使上方水沸騰時，底部水溫仍變化不大（圖 5-15b）。

這種在液體或氣體內，經由物質的流動來傳送熱的方式，稱為**對流**。例如：冷氣機會裝設在高處（圖 5-16），而電暖器會裝在接近地面（圖 5-17），有助於冷空氣下降，熱空氣上升，促成室內形成熱對流；在燒開水時，加熱壺的底部，就能使整壺水沸騰。



▲ 圖5-15 不同加熱位置所形成的熱對流現象



▲ 圖5-16 將冷氣機安裝於室內高處，可使冷氣因熱對流下降，均勻散布在室內

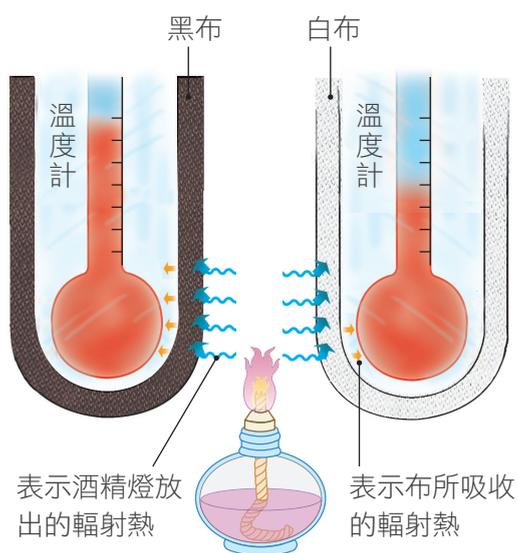


▲ 圖5-17 將暖氣機安裝於室內低處，可使暖氣因熱對流上升，均勻散布在室內



## 熱輻射

在大晴天舉行朝會時，同學們都可以感受到太陽的熱，傳到人的身體。這種不需經由介質，即可將熱直接傳送到四周的方式，稱為**輻射**，而且物體表面會不斷的輻射出熱能，同時也吸收周遭的熱能。



▲ 圖5-18 吸收熱輻射的示意圖

輻射能力除了與溫度有關外，也和物體表面的性質有關。一般而言，顏色較深及表面粗糙的物體比較容易吸收及發出輻射；反之，顏色淺及表面光滑的物體較不易吸收及發出輻射。在探討活動5-3中，比較兩種包有不同顏色布料的溫度計，可以明顯看到包黑布的溫度上升較快（圖5-18）。

生活中可以看到熱輻射的應用，例如：太陽能熱水器的集熱板多為深色，以增加太陽輻射的吸收（圖5-19）；儲油槽和油罐車表面會漆成淺色，避免因吸收輻射熱而使溫度過高（圖5-20）。



▲ 圖5-19 太陽能熱水器的集熱板多為深色



▲ 圖5-20 儲油槽和油罐車多為淺色

## 例題 5-3

請判斷下列常見現象的主要熱傳播方式，以代號填寫在該現象前方的空格中。

(A)熱傳導

(B)熱對流

(C)熱輻射

- ( ) 在嚴寒冬天夜裡，穿著淺色的衣服體溫較不易下降。
- ( ) 夏天坐在鐵製椅子上，臀部感受到熱。
- ( ) 窯烤地瓜時，將熱燙的灰燼包裹住地瓜以傳遞熱量。
- ( ) 火災現場容易產生風。
- ( ) 太陽傳熱至地球。



## 理化 In my life



❶ 想想看，為什麼棉被愈蓬鬆，保暖效果愈好？

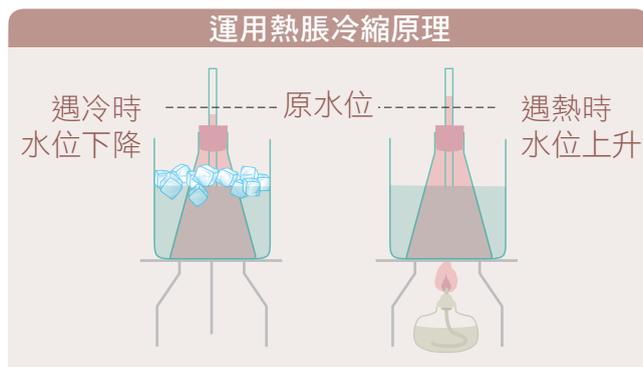
❷ 冬天時從衣櫃中拿出被壓扁的羽絨衣，應該要進行什麼步驟，才能讓羽絨衣的保暖效果較好？

## 溫度 (T)

| 溫度 | 描述物體冷熱程度的物理量

| 溫度計 | 用於得知溫度變化

| 溫標 | 攝氏與華氏



溫標	可換算	
	攝氏 °C	華氏 °F
水的狀態		
結冰時	0	32
沸騰時	100	212

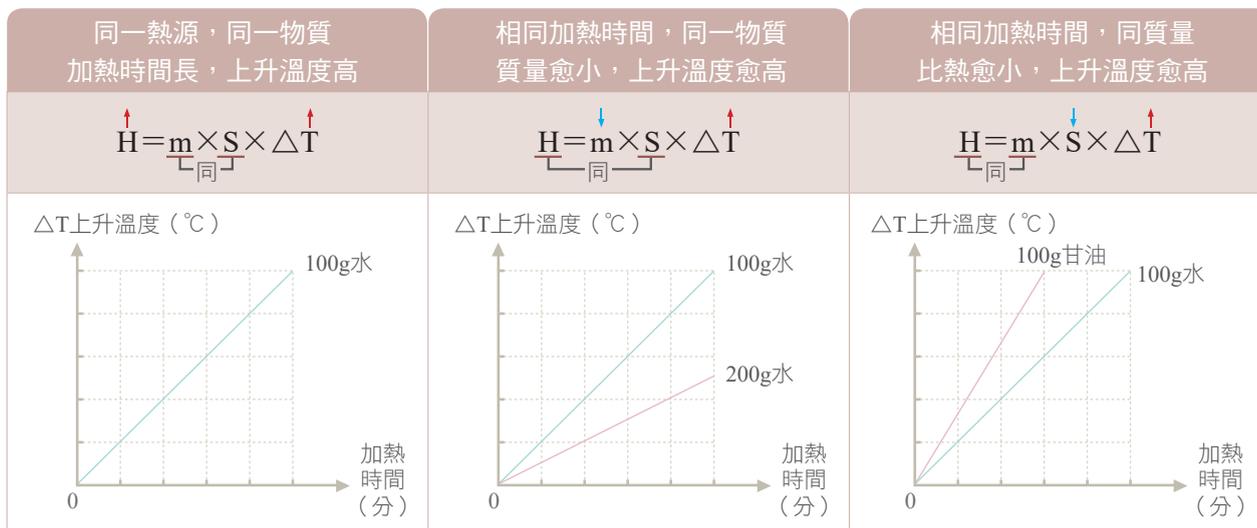
## 熱量 (H)

| 熱量單位 | 1卡 (cal) : 1公克的水，溫度上升1°C所需的熱量

| 比熱 (S) | 描述物質溫度改變難易程度的物理量。比熱愈小，溫度易升降；比熱愈大，溫度難升降

| 熱量 (H) 與質量 (m)、加熱時間 (正比於溫度變化 $\Delta T$ )、比熱 (S) 有關 |

$$H = m \times S \times \Delta T$$



| 熱平衡 | 熱量由高溫流到低溫處，最後兩物體溫度相同

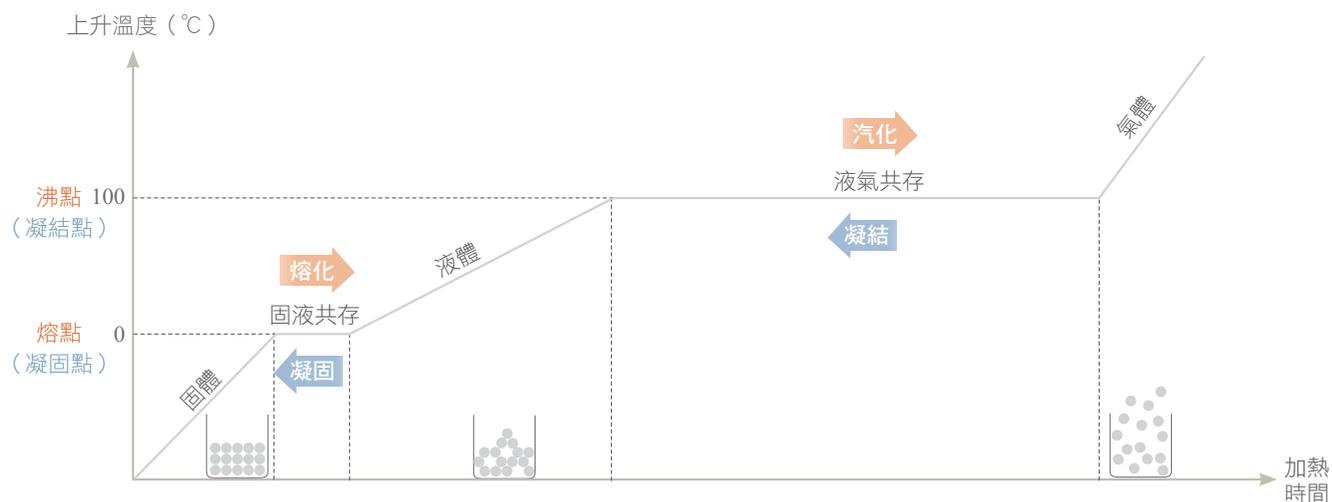
## 熱對物質的影響

### | 熱對物質體積的影響 |

多數物質熱脹冷縮，體積隨溫度改變程度：氣體 > 液體 > 固體

應用：凹陷乒乓球泡熱水恢復原狀、橋面預留伸縮縫

### | 熱對物質狀態的影響 |



## 熱的傳播

方式	熱傳導	熱對流	熱輻射
定義	透過接觸，使熱在物體間傳遞	在液體或氣體內，物質經流動傳送熱	不需介質傳播熱的方式
說明	<ul style="list-style-type: none"> <li>良導體：多數金屬</li> <li>不良導體：非金屬固體、大部分液體與氣體</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高溫處：體積膨脹、密度變小→上浮</li> <li>低溫處：密度較大→下沉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>深色物體：吸收、釋放能量快</li> <li>淺色物體：吸收、釋放能量慢</li> </ul>
應用	<ul style="list-style-type: none"> <li>鍋具為金屬材質</li> <li>把手為塑膠材質</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>低處放暖氣機</li> <li>高處放冷氣機</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>深色太陽能集熱板</li> <li>淺色油罐車</li> </ul>

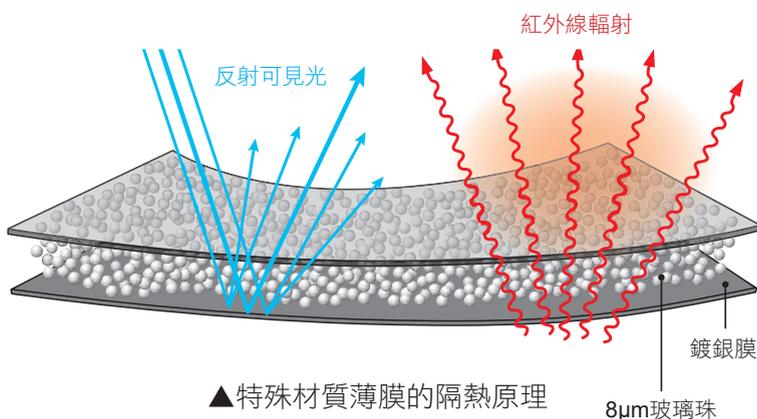
## 常溫結冰可能嗎？

我們知道熱量的傳播會由溫度高往溫度低的方向傳遞，而傳播方式有傳導、對流、輻射。傳導與對流需要透過介質，因此若想在常溫（25°C）、無隔絕的情況下讓水自然結冰是無法達成的；而輻射不需透過介質且不受環境溫度限制，所以科學家嘗試以輻射的方式讓物體溫度大幅下降，甚至讓水在常溫常壓下結冰。

物體溫度只要高於絕對零度（-273°C）就會輻射放熱，因輻射放熱而使物體本身降溫的現象稱為輻射冷卻；然而，物體也會從環境中吸收輻射熱而達到熱平衡，且物體吸熱與放熱的能力相當，即愈會放熱的物體也愈會吸熱，反之亦然。例如：黑色的物體容易放熱、吸熱，而白色物體則相反。物體主要是透過紅外線形式放熱，也正是大氣層吸熱的波長範圍。由於宇宙溫度大約為-270°C，若能將物體放出的熱直接送到宇宙中，並讓物體盡可能減少熱的吸收，勢必能讓物體的溫度下降更多。

科學家發現大氣層不會吸收某些輻射，這些輻射可在宇宙及地表之間自由進出，如同大氣層對這些輻射開了一扇窗，不會被大氣層阻擋，因此也可稱這些波長區段為「大氣窗區」。

藉由這個特性，西元2014年史丹佛大學電機工程教授范善輝團隊使用半導體製程的鍍膜技術，研發出一種幾乎可以反射所有可見光的薄膜，且讓紅外線在薄膜內來回跳動，以輻射出更多紅外線，可使鍍膜物體的表面溫度下降多達5°C，但因製作成本太高而無法大規模量產。在這之後，科羅拉多大學的材料學家尹曉波團隊則採用一種可量產的透明塑料，在其中加入8 $\mu\text{m}$ 大小的玻璃珠，以大幅增加位於大氣窗區的紅外線輻射量，再壓製成微米級厚度的薄膜，並在其一側鍍銀反射所有的可見光，使得包覆這種塑膠薄膜的物體即使在大太陽底下，也不會吸收太多熱。同時將物體內部的熱，透過這個薄膜持續散熱出去，能使物體降溫的理論值達40°C以上，也就是說，在常溫下的水可降到-15°C，足以讓水結冰。這種塑料薄膜最大的優勢，是不用耗電或水等其他能源便可持續發揮功用，未來在建築、航空、航太等領域更有應用空間。



請同學們依上述內容，回答下列問題：

- ( ) 1. 下列對熱的傳播何者敘述錯誤？
- (A) 熱傳播有傳導、對流、輻射，其中以接觸式的熱交換只有傳導與對流
  - (B) 熱輻射是透過紅外線進行熱交換，所以不需要介質就可以進行熱傳播
  - (C) 無論是高溫或低溫的物品，都會釋放熱量，但溫度較室溫愈低的物品，放熱效率愈佳
  - (D) 不同物品有不同的吸、放熱效率，但吸熱和放熱效率總是相等。例如：黑色容易吸熱也容易放熱，白色則完全相反。
- ( ) 2. 科學家透過奈米科技製作了一種降溫材料，這種降溫材料是運用什麼原理，讓平均氣溫為二十幾°C的地區，能在常溫的環境中降溫至零下，讓水自然結成冰？
- (A) 降溫材料可以使冷熱空氣分離，透過冷空氣使水結冰
  - (B) 降溫材料可以使容器的熱傳導能力增加，將熱導出容器
  - (C) 降溫材料可以有效反射太陽光，並可以輻射出大量的熱以此降溫
  - (D) 降溫材料可以有效吸收熱，以此達到溫度降低的功用
- ( ) 3. 炎炎夏日，大家分享了自己在戶外與室內的穿搭祕訣及心得，若在只考慮熱輻射的情況下，請問誰的搭配分析最合理？
- (A) 鈞鈞：因為黑色會吸熱，所以白天在戶外穿能把身體的熱帶走
  - (B) 阿星：因為白色不容易吸熱，所以白天在戶外穿比較不容易吸收太多陽光
  - (C) 小韜：室內因為沒有陽光，所以要搭配深色衣服吸收熱能保持溫暖
  - (D) 阿澤：室內要穿著淺色衣服，避免吸收日光燈的光