

少年愛科學·科學出少年

# 科學少年

Young Scientist

科學閱讀素養特輯 No. 5

## 解答本



# 理化篇



# 化學七十二變 水也「來硬的」？

高中化學教師 高銓躍

## 一、主題導覽

《科學少年》化學七十二變〈水也「來硬的」？〉

關鍵字：1.硬水 2.暫時硬度 3.永久硬度 4.離子交換 5.肥皂

2013年10月29日，中時電子報刊登一則新聞：「宜蘭市進士、建業里，以及壯圍鄉民眾為基本的用水問題困擾，自來水煮沸後出現大量積垢、白色懸浮物，還會附著在熱水瓶的內壁上，紛紛抱怨最近食安問題頻繁，沒想到連自來水也會有狀況。」經當地議員反應後，自來水公司表示：「該區淨水廠的水也是好水，但水太硬，民眾無法接受。」看到這報導，你是不是一頭霧水：「水不都是軟的嗎？怎麼會有太硬的水呢？」

### 什麼是「硬水」？有何不同？

原來看起來透明清澈的水，其實溶有許多肉眼看不見的礦物質。當雨水落下後，流經地表，便會溶解些許岩石中的物質，其中主要為鈣離子和鎂離子。因碳酸鈣、碳酸鎂對水的溶解會隨溫度上升而下降，所以當水中的鈣、鎂離子濃度過高時，加熱後便容易形水垢的沉澱，難以清潔，英文上稱hard water，直譯便稱為「硬水」，這便是新聞報導中「大量積垢、白色懸浮物」出現的原因。

在工業上以鍋爐加熱水，或以冷卻塔等設備處理水時，若水中鈣、鎂離子濃度過高，便容易產生沉澱、產生水垢，還可能造成設備故障，因此需經常對水的硬度加以監測。而在硬水中利用肥皂洗滌衣物，則會使得肥皂的清潔效果下降，並易生成皂垢，皂垢提供病黴菌孳生所需的養分，加上臺灣潮濕氣候，黴菌更是容易生長，若再經由洗衣過程附著在衣物上，接觸後恐引發皮膚過敏發癢的症狀。

### 常喝硬水容易結石？

事實上，在臺灣出現各種尿路結石者，結石的成分大多以草酸鈣或草酸鈣加磷酸鈣為主；而硬水中的成份，主要則為碳酸鈣，並非尿路結石的主要成份，因此一般人並不會因為常喝硬水而得到尿路結石的；然而，若是已經得到尿路結石的患者，最好將硬水過濾後再飲用，且比一般人更需要大量喝水，並且定時到泌尿科追蹤檢查或吃藥預防，以減少結石生成。

若與牛奶相比，普通牛奶的鈣濃度約1000~1500ppm，而一般所謂的硬水，是指鈣濃度超過100ppm，即使未經煮沸排除鈣鹽，其鈣濃度與牛奶中的含量相比，實在是小巫見大巫，因此一般人並不需擔心結石的問題。

### 喝純水更健康？

從醫學或生理學的觀點而言，硬度成份中之鈣及鎂物質對人體健康均十分重要。例

回聲來定位捕捉獵物。

當然，這過程還牽涉到回聲的反射定律，在飛行時（移動中）發出的超音波及回聲之間頻率微小差異——都卜勒效應(Doppler effect)，蝙蝠可以如此正確判斷飛行中昆蟲的位置、方向、甚至是體型，可見蝙蝠的中樞神經系統是如何的精密。

（註：當聲源與觀察者間彼此有相對運動時，以致觀察者所聽到的頻率與聲源所發出的原始頻率有所不同，稱之為都卜勒效應。）

除了蝙蝠的獵食外，人類對超音波的應用也是很廣泛的，例如：漁夫利用聲納儀追蹤魚群的位置、海軍利用雷達來偵測敵軍動向或躲避魚雷攻擊、勘測海底地形、檢測物體的瑕疵……等。

蝙蝠提供仿生學一個研究的方向及應用。仿生學主要是觀察、研究和模擬自然界生物各種各樣的特殊本領，瞭解生物的結構和功能原理，來研製新的機械和新的技術，並進而應用在人類生活之中。試想如果將超聲波回聲定位用在失去視力的人身上，將可讓失去視力的人，重新「看見」世界。

## 二、相關教材連結

《科學少年》雙月刊「動物的好本領」單元〈用耳朵看世界：蝙蝠〉文中提到蝙蝠用回聲來定位、聲波的傳播與反射、超音波等內容，其實可配合國中自然與生活科技授課或學習時使用，可增加授課內容的深度及豐富度喔！以下是可配合的單元請參考使用。

- |       |            |               |
|-------|------------|---------------|
| 1.南一版 | 自然與生活科技二上： | 3-2 聲波的產生與傳播  |
|       |            | 3-3 聲波的反射     |
|       | 自然與生活科技三上： | 6-2 板塊構造運動    |
| 2.翰林版 | 自然與生活科技二上： | 3-2 聲音的形成     |
|       |            | 3-4 聲波的應用     |
|       | 自然與生活科技三上： | 6-2 板塊運動      |
| 3.康軒版 | 自然與生活科技二上： | 3-3 聲波的產生與傳播  |
|       |            | 3-4 聲波的反射與超聲波 |
|       | 自然與生活科技三上： | 5-3 板塊運動      |

## 三、挑戰閱讀王（奪得 10 個以上的🏆，閱讀王就是你！）

凡走過必留下痕跡，看完〈用耳朵看世界：蝙蝠〉後，邀你一起來挑戰下列的幾個問題，加油！

- ( 2 ) 1. 蝙蝠可以在黑夜之中來去自如，引起科學家們研究的興趣，1975 年瑞士的醫生喬瑞納(Charles Jurine)做了什麼樣的步驟，後來大膽提出「蝙蝠是用耳朵在看東西」的假設呢？

飲用，並不需要特別購買保特瓶裝水，更別提來路不明的飲用水。若下次發現家中水壺出現惱人難以清除的水垢，也無需過度擔心，教你個清除的小祕訣：加一包檸檬酸粉進去，浸泡一晚後，輕輕一刷，便可輕鬆去除水垢了唷！

## 二、相關教材連結

《科學少年》化學七十二變〈水也「來硬的」？〉文中對硬水的介紹，可以配合國中自然與生活科技課程的學習，以增加授課內容的深度及廣度。也適合資優班學生作為科學導讀的教材。以下彙整各版本教科書中是可配合教學使用的單元請參考使用。

- 1.南一版 自然與生活科技二上： 2-2 水溶液  
自然與生活科技二下： 3-4 酸鹼中和  
自然與生活科技二下： 5-4 肥皂與清潔劑
- 2.翰林版 自然與生活科技二上： 2-2 水溶液  
自然與生活科技二下： 3-4 酸鹼反應  
自然與生活科技二下： 5-4 有機物在生活中的應用
- 3.康軒版 自然與生活科技二上： 2-2 水溶液  
自然與生活科技二下： 3-4 酸與鹼的反應  
自然與生活科技二下： 5-3 肥皂與清潔劑

## 三、挑戰閱讀王(奪得 10 個以上的👉，閱讀王就是你！)

看完化學七十二變〈水也「來硬的」？〉後，邀你一起來挑戰下列的幾個問題，加油！

- ( 1 ) 1. 有關硬水的描述，何者**錯誤**？  
(這一題答對可得到 2 個👉哦！)  
(1)對人體有害 (2)水中含有較多的鈣、鎂離子 (3)加熱後容易形成水垢  
(4)容易使熱水器管路阻塞
- ( 3 ) 2. 新聞報導中，宜蘭居民將自來水加煮沸後所產生的水垢，依據文中資訊判斷，最有可能是哪種鹽類？  
(這一題答對可得到 2 個👉哦！)  
(1)碳酸鈉 (2)碳酸氫鈉 (3)碳酸鈣 (4)硫酸鈉
- ( 2 ) 3. 利用加熱法可以降低水的硬度，原因是？  
(這一題答對可得到 3 個👉哦！)  
(1)碳酸鈣、碳酸鎂對水的溶解度隨溫度上升而上升 (2)碳酸鈣、碳酸鎂對水的溶解度隨溫度上升而下降 (3)硫酸鈣、硫酸鎂會和鈉離子反應，產生硫酸鈉的沉澱 (4)硫酸鈣、硫酸鎂會和碳酸根反應，產生碳酸鈣、碳酸鎂的沉澱
- ( 4 ) 4. 市面上的 RO 逆滲透飲水機將硬水軟化後，水中鈣離子和鈉離子濃度各自如何變化？  
(這一題答對可得到 3 個👉哦！)  
(1)鈣離子：上升；鈉離子：下降 (2)鈣離子：下降；鈉離子：下降 (3)鈣離子：上升；鈉離子：上升 (4)鈣離子：下降；鈉離子：上升

#### 四、延伸思考

1. 做過洋菜凍、愛玉之類的甜點嗎？你可知道為什麼不能用 RO 逆滲透水來製作嗎？
2. 除了煮沸法和離子交換法外，還有什麼可以降低水硬度的方法呢？
3. 肥皂在硬水中為何容易失去清潔效果？其去汙原理為何呢？

# 實驗遊樂園 磁力砲彈發射！

國中理化教師 蕭虹

## 一、主題導覽

《科學少年》實驗遊樂園〈磁力砲彈發射！〉

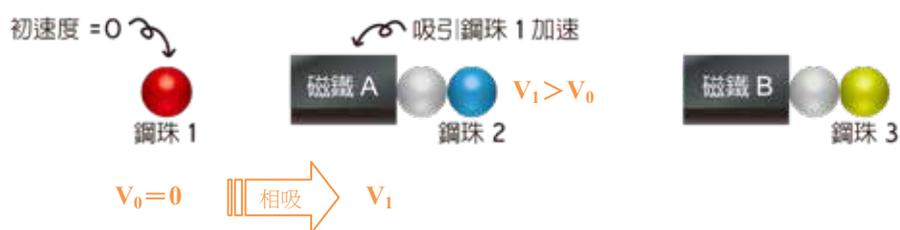
關鍵字：1.牛頓擺 2.彈性碰撞 3.能量轉換 4.動量守恆

只要在「磁力槍」一側輕輕放下一顆小鋼珠，接著就會見到鋼珠很快由另一側射出，是一個有趣的科學玩具。實驗遊樂園就是透過瞭解其中的科學原理，再經由「體驗」與「動手做」的主動參與，引發學生對科學的興趣和科學探究的學習。

### 磁力槍加速原理大解密

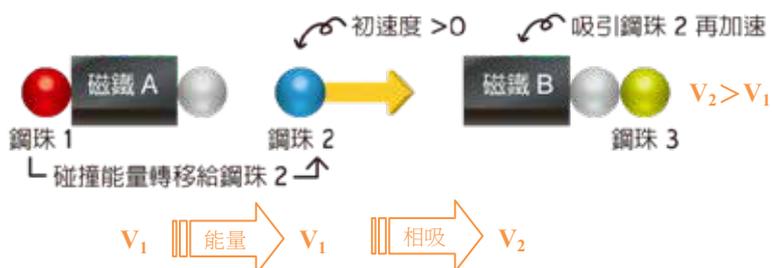
磁力槍又稱高斯槍，是利用磁力及力學能守恆原理的磁力加速器。

Step1：在軌道左端的鋼珠1( $V_0=0$ )，受到磁鐵A吸引會加速衝向磁鐵A( $V_1$ )。



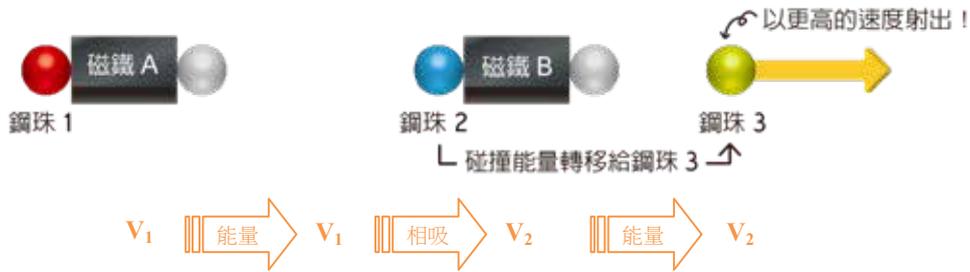
圖一 磁力槍——第一次相吸磁力

Step2：鋼珠1( $V_1$ )撞擊磁鐵A後停止，並將能量轉移給吸附在磁鐵A右端的鋼珠2使其射出( $V_1$ )。被第一個鋼珠1撞擊而射出的鋼珠2( $V_1$ )，受到第二個磁鐵B吸引再度加速( $V_2$ )。



圖二 磁力槍——第一次能量轉移＋第二次相吸磁力

Step3：鋼珠2( $V_2$ )撞擊第二個磁鐵B後停止，並將能量轉移給吸附在磁鐵B右端的鋼珠3( $V_2$ )使其射出。重覆多次以上過程，軌道最右端的鋼珠即以高速射出。



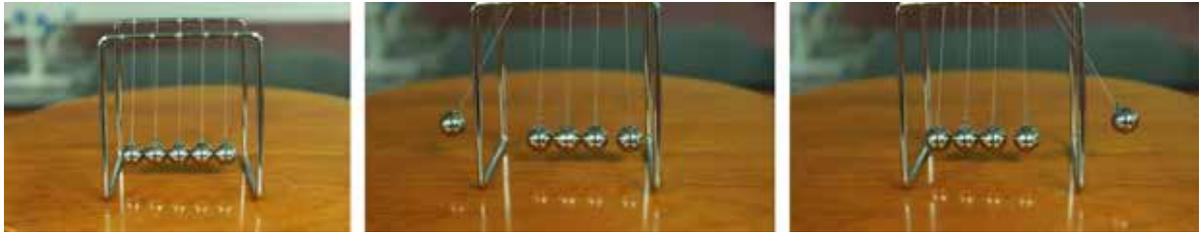
圖三 磁力槍——第二次能量轉移

Step1~3：磁力及動量守恆定律之關係

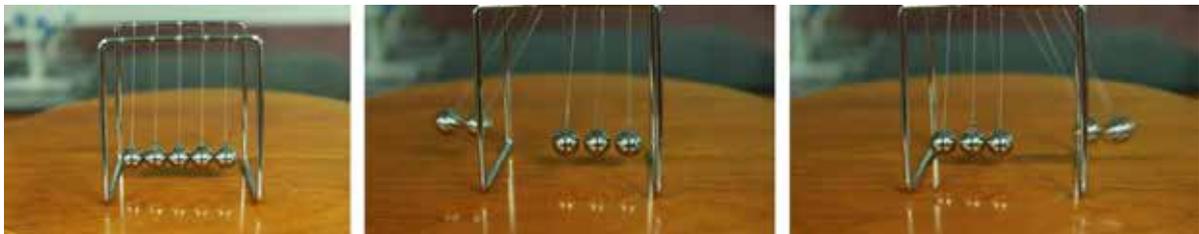
外力因素		速度變化	速度關係	
Step1	磁鐵吸引力 A	$F_1 = ma_1$	$V_0 = 0 \rightarrow V_1$	$V_1 > V_0$
Step2	動量守恆定律	$E_{k1} = 1/2(mV_1^2)$	$V_1 \rightarrow V_1$	$V_1 = V_1$
	磁鐵吸引力 B	$F_2 = ma_2$	$V_1 \rightarrow V_2$	$V_2 > V_1$
Step3	動量守恆定律	$E_{k2} = 1/2(mv_2^2)$	$V_2 \rightarrow V_2$	$V_2 = V_2$

### 牛頓擺(Newton'sCradle)

「牛頓擺」可以解釋彈性碰撞與動量守恆，在沒有外力作用的時候，整個系統撞擊前後的動量是保持定值的。



若鋼珠撞擊其他四個鋼珠的時候，動量完全傳遞給最右側的鋼珠，將只有一顆鋼珠會以相同速度彈起。



若提起兩顆鋼珠放手撞擊其他三個鋼珠的時候，動量完全傳遞到右側的鋼珠，所以另一側就會有兩顆鋼珠會以相同速度彈起。

「牛頓擺」依據動量守恆定律，幾顆鋼珠撞擊後，另一側就會有幾顆鋼珠被推送出來，當這些鋼珠旁邊沒有可以傳遞能量的物質時，會再返回撞擊回來；如此保持碰撞，直到摩擦力與空氣阻力使其停止下來。當左邊提高而放下的鋼珠數與右邊彈起的鋼珠數一樣多時，有均勻的撞擊力量，能量傳遞效果好。大小不一的鋼珠所組成的牛頓擺，能量傳遞效果差。材質都一樣的球，比較容易擺動成功，越堅硬的材質，能量傳遞果越好。牛頓擺裝置中，如果有一個非鋼體的球，會起不規律的振動，很容易把能量耗損掉，因



此碰撞次數會大幅減少。

### 牛頓擺＋磁力加速器裝置

在牛頓擺中放一顆磁鐵，當最左側鋼珠鬆手時，落下的過程中，除了重力位能轉變成動能之外，還受到強力磁鐵吸引加速，使得能量比原先還大，類似磁力加速器效果，因此讓最右側的鋼珠會彈得比原先位置還要高。

## 二、相關教材連結

利用日常生活中隨手可得的材料，設計製作簡易的實驗玩具，不僅可連結「磁力及力學能守恆」等原理，更可寓教於樂，使學生於快樂中學習科學原理。

- 1.南一版 自然與生活科技三上： 3-2 位能與動能  
自然與生活科技三下： 2-1 磁鐵與磁場
- 2.翰林版 自然與生活科技三上： 3-4 能量守恆定律  
自然與生活科技三下： 2-1 磁鐵、磁力線、磁場
- 3.康軒版 自然與生活科技三上： 3-2 動能、位能、能量守恆  
自然與生活科技三下： 2-1 磁鐵與磁場

\*相關聯的主題內容：

1. 由「力」的觀點看到交互作用所引發物體運動的改變。改用「能」的觀點，則看到「能」的轉換。
2. 認識「能」有不同形態，而且能的形態可以轉換。
3. 知道對物體施力作功，也是一種能量的轉換。
4. 察覺磁鐵會吸引含鐵的物體，且能隔空或透過紙、木片、玻璃來吸引鐵釘。
5. 察覺磁鐵具有兩極，同性極相斥，異性極相吸。

### 三、挑戰閱讀王（奪得 10 個以上的👉，閱讀王就是你！）

看完實驗遊樂園〈磁力砲彈發射！〉後，一起來挑戰下列的幾個問題，加油！

- ( 4 ) 1. 在〈磁力砲彈發射！〉中的牛頓擺，下列哪一項是牛頓擺的擺動因素？  
（這一題答對可得到 2 個 👉 哦！）  
(1)鋼珠重量一樣 (2)鋼珠大小一樣 (3)鋼珠擺動大小 (4)動量守恆定律
- ( 1 ) 2. 含有 5 顆鋼珠的牛頓擺，若將其中一顆鋼珠換成不同質量的鋼珠，下列哪一項是牛頓擺的狀況？  
（這一題答對可得到 2 個 👉 哦！）  
(1)擺動不穩 (2)擺得更快 (3)擺得更高 (4)擺都不動
- ( 1 ) 3. 含有 5 顆鋼珠的牛頓擺，若將其中一顆改成材質不同的珠子（大小相近，但材質不同），下列那一項是牛頓擺的狀況？  
（這一題答對可得到 2 個 👉 哦！）  
(1)擺動不穩 (2)擺得更快 (3)擺得更高 (4)擺都不動
- ( 3 ) 4. 在〈磁力砲彈發射！〉中的磁力槍，下列哪一項是磁力槍磁力加速原理？  
（這一題答對可得到 2 個 👉 哦！）  
(1)彈性原理 (2)位能原理 (3)磁力及動量守恆原理 (4)磁力原理
- ( 2 ) 5. 在「磁力槍」一側輕輕放下一顆小鋼珠( $V_0=0$ )，接著就會見到另一顆鋼珠很快由另一側射出( $V$ )的敘述，下列何者正確？  
（這一題答對可得到 2 個 👉 哦！）  
(1) $V_0=V$  (2) $V_0<V$  (3) $V_0>V$  (4)不一定

### 四、延伸思考

能由科學遊戲中對科學產生興趣，培養學生靈活思考、應用日常生活科技和解決問題的能力，進而提昇學生創意思考的能力。

1. 應用牛頓擺的設計，使用硬幣來代替鋼珠。把五個大小重量相同的十元硬幣放在光滑的平面上排成一直線。如下圖所示：



- 再在這一排十元硬幣的右方放一枚相同的十元硬幣，然後用手把這一枚十元硬幣彈向一排十元硬幣會有什麼現象？
2. 假設在牛頓擺的鋼珠其中有一顆鋼珠高度略低於（或略高於）其他四顆，這樣牛頓擺是否會遵守動量守恆？

## 一、主題導覽

《科學少年》新聞放大鏡〈八仙粉塵暴燃事件〉

關鍵字：1.粉塵 2.爆炸 3.暴燃 4.反應速率 5.顆粒大小

2015年6月27日，臺灣發生了繼1999年921大地震以來，傷亡人數最多的意外。在台北市八里區八仙樂園游泳池內，由「玩色創意國際有限公司」與「瑞博國際整合行銷有限公司」所舉辦的「Color Play Asia——彩色派對」活動中，玉米澱粉及食用色素所製作之色粉發生暴燃，造成了490人受傷，其中更有超過170人性命垂危，並已有多人死亡。

究竟什麼是什麼原因造成如此嚴重的傷亡？讓我們一起來探討，避免此類的悲劇再次的發生。

### 什麼是爆炸？

爆炸是指氣體在短時間內，體積高速率地脹大，劇烈膨脹的氣體對周圍環境產生壓力，進而造成傷害。例如：燃燒反應快速進行，大量的熱能釋放，使得氣體體積急劇膨脹，而後伴隨著熱、光及爆音的發生，即是爆炸常見的過程。此次的八仙粉塵暴燃事件，因為事發地點在戶外，燃燒生成的二氧化碳直接擴散到大氣中，沒有氣體累積壓力後衝破密閉空間而產生的衝擊波，因此從新聞影片畫面中，只看到火焰快速蔓延，而沒有爆炸聲產生。新聞大多稱此事件為「塵爆」，但其實嚴格來說，是粉塵「快速燃燒」而非「爆炸」，稱為「暴燃」會更加貼切。

### 彩色粉末為何會發生暴燃？

此次活動用的彩色粉末，主要成份是玉米粉。一般情況下，玉米粉只會緩慢的燃燒，並產生二氧化碳。為何此次事件會造成如此嚴重的傷亡呢？

一般而言，影響一個化學反應快慢的因素有下列幾項：

- 1.物質的活性：例如鐵比銅更活潑，在空氣中更容易與氧氣結合而氧化，因此雖然青銅器時代比鐵器時代更古早，卻比鐵器遺留下更多的古物。
- 2.濃度：濃度愈高，可以使得分子相互碰撞的頻率變大，因而加速反應的進行。例如：線香在純氧中燃燒得更旺盛。
- 3.溫度：溫度提升，會使得分子運動的速度加快，也使得分子所具有的能量更大，不僅增加分子相互碰撞的頻率，也使得每次碰撞時，可能發生反應的機率提升。例如：食物在夏天較容易腐敗，而放在冰箱中可以保存較久的時間。
- 4.顆粒大小：顆粒愈大，可接觸的總表面積愈小，分子的碰撞機率較低，反應速率會

較慢；反之，顆粒愈小，可接觸的總表面積愈大，分子的碰撞機率較高，反應速率會較快。當將物體的每一邊切成兩等份，總表面積便會增加為2倍。例如：火媒棒比木棒更容易燃燒。

5. 催化劑：會改變反應的路徑，使得反應速率改變。例如：雙氧水加入二氧化錳會加速分解。

## 粉塵的危險性

當玉米粉大量散布在空氣中，並被點火燃燒時，因接觸總表面積大增，便會快速地劇烈燃燒。而燃燒產生的熱量又促使周圍的粉末燃燒，如此連鎖反應下，便釀成重大災情。

事實上，不論是煤粉、鋁粉、紙粉、糖粉、甚至是胡椒粉，或此次的玉米粉，當它們飄浮在空氣中，各粒子和空氣接觸的表面積大增，此時如果有火源存在，甚至摩擦產生靜電，便容易引起劇烈燃燒，甚至爆炸。

農產品工廠在磨粉，乾燥、篩選過程中易產生粉塵，在歐美較乾燥的地區，容易因摩擦而產生靜電，粉塵暴燃事件頻傳；臺灣因氣候較為濕熱，空氣中水份較高，較不容易產生粉塵燃燒、爆炸，也因此缺少對此類事件的警覺性，才會使得本次事件如此嚴重。事實上，早在2013年臺灣開始流行彩色路跑時，就有化學老師曾在媒體上說明此活動的危險性，只可惜不論民眾或是政府，對於此警訊並未曾注意。

## 不幸中的大幸

國外的粉塵暴燃事件，絕大多數都是發生在密閉空間，氣體累積強大的壓力後炸開，產生的傷亡人數往往十分可觀。例如2008年，美國喬治亞州溫特沃斯港皇家糖業公司的一間糖廠發生粉塵暴燃，造成14人死亡。1942年中國本溪湖煤礦爆炸，當時煤塵爆炸造成1549人死亡，被視為世界上最嚴重的礦難。也因此粉塵暴燃，在國外早已被例為公安檢查重點項目之一。

不幸中的大幸，八仙事件是發生在戶外，若是發生在夜店、餐廳、KTV或其他密閉空間，現場除了遭火噬外，還可能因為氣體爆炸的力量，使得房屋損毀，那麼造成的傷亡將會更加的嚴重。

## 預防粉塵危機的策略

所謂痛定思痛，對於此次事件，除了沉重的心情外，更應該清楚知道如何避免此類事件再次發生。

1. 減少粉塵飛揚：不論是在密閉空間或是開放空間，都應該避免粉塵大量飛揚在空氣中。此事件後，行政院長即下令，在未確定彩色玉米粉安全前，禁止舉辦類似活動。而在生活中，若有需要攪拌粉末，也盡量以濕式混拌取代乾式混拌。

2. 粉塵作業場所應禁火，並盡量遠離可能產生火源或靜電的場所，例如，香菸、切割、電焊、電氣火花、機械火花……等等。
3. 增加空氣中的濕度：有文獻指出，當空氣中濕度超過50%時，便不容易發生塵爆。因此活動過程中若加以噴撒霧化水氣，便可降低塵爆的發生機率。
4. 降低氧氣濃度：加入不活潑氣體，或降低氧氣濃度可有效減少塵爆機率。有文獻指出，以聚乙烯和聚丙烯為例，只要氧氣濃度低於11%時，即使用高能量之火源也無法引爆。
5. 添加無活性粉塵：並非所有的粉塵遇熱都會燃燒爆炸，如小蘇打粉並不具可燃性，因此即使加熱也不會燃燒、爆炸。有研究指出，若加入60%的無活性粉塵時，可有效抑制爆炸。
6. 最後，政府機關也應該更謹慎地審核活動內容是否安全，並嚴格執行安全規範，才能避免此類悲劇再次發生。

## 二、 相關教材連結

《科學少年》新聞放大鏡〈八仙粉塵暴燃事件〉文中對粉塵危機的介紹，可以配合國中自然與生活科技課程的學習，以增加授課內容的深度及廣度。也適合資優班學生作為科學導讀的教材。以下彙整各版本教科書中是可配合教學使用的單元請參考使用。

1. 南一版 自然與生活科技二上： 6-5 物質變化的粒子觀點  
 自然與生活科技二下： 2-1 元素的活性大小  
 自然與生活科技二下： 2-2 氧化還原  
 自然與生活科技二下： 4-1 元素的活性大小  
 自然與生活科技二下： 4-2 肥皂與清潔劑  
 自然與生活科技二下： 4-3 催化劑對反應速率的影響
2. 翰林版 自然與生活科技二上： 6-5 分子與化學式  
 自然與生活科技二下： 2-1 氧化反應  
 自然與生活科技二下： 4-1 反應速率
3. 康軒版 自然與生活科技二上： 6-5 分子  
 自然與生活科技二下： 2-1 氧化反應  
 自然與生活科技二下： 4-1 反應速率

## 三、 挑戰閱讀王（奪得 10 個以上的👑，閱讀王就是你！）

看完新聞放大鏡〈八仙粉塵暴燃事件〉後，邀你一起來挑戰下列的幾個問題，加油！

- ( 1 ) 1. 將鉀金屬粒投入水中，會引起燃燒；將鐵金屬投入卻無反應，主要原因為何？  
 （這一題答對可得到 2 個👑哦！）
- (1)鉀的活性比鐵大 (2)鐵的密度比鉀大 (3)鉀的接觸面積比鐵大 (4)鐵的

硬度比鉀大

- ( 2 ) 2. 2005 年 6 月，高雄發生一起因家中瓦斯外洩，屋主回家後發現，急忙將窗戶打開，不料卻因此產生氣爆，不僅將窗戶全震裂，屋主也受到嚴重的灼傷。屋內發生瓦斯漏氣時，下列何種作法能避免氣爆的發生呢？

( 這一題答對可得到 3 個👍哦！ )

(1)迅速打開門窗讓瓦斯快點排出 (2)緩慢的開啟門窗避免靜電引起火花

(3)打開抽風或抽油煙機，將瓦斯快速排除 (4)拔除電器插座，以免發生危險

- ( 4 ) 3. 下列何者**不是**避免粉塵暴燃或氣爆的方法？

( 這一題答對可得到 3 個👍哦！ )

(1)工廠加裝抽氣裝置，使粉塵量不至於累積 (2)增加空氣中的濕度 (3)添加一定比例的不可燃燒物質 (4)保持環境乾燥

- ( 4 ) 4. 中國人祭拜神明時，常會點香、燃燒金紙，這不僅是表現出人們的一種信仰，在許多細節中，更表現出古人對科學的體認與智慧。以下何者與其他三項的原理**並不相同**？

( 這一題答對可得到 2 個👍哦！ )

(1)金紙投入金爐前會先摺過 (2)點香時會將香稍微散開點燃 (3)將燃燒的金紙攪拌後，會燒得更旺盛 (4)將金紙放在燃燒旺盛的金爐口，金紙會自動

被吸進去

#### 四、 延伸思考

1. 進入實驗室時，若要使用酒精燈，老師總會要求先檢查酒精燈中的酒精含量，不可少於 1/2，原因為何？
2. 白磷為質軟的臘狀固體，常因含少許雜質而呈淡黃色，故又稱黃磷，熔點 44.1°C，燃點約為 35°C，放在空氣中即可發生自燃，為了安全起見，在實驗室中該如何保存呢？
3. 當察覺家中瓦斯外洩時，應該採取的措施為何？
4. 曾有學生惡作劇，將乾冰放到寶特瓶中後，將瓶蓋蓋緊，結果卻引起寶特瓶炸開，瓶蓋飛出而傷人的意外，原因為何呢？

## 一、主題導覽

《科學少年》實驗遊樂園〈創意滿點指南針〉

關鍵字：1.地磁 2.磁化 3.電磁鐵 4.居禮點

指南針（又稱指北針、羅盤），是中國古代定方向的工具，屬於四大發明之一。古代多用在祭祀、占卜、軍事方面，像是北宋初年製造的指南魚，幫助軍隊夜間行進；北宋末期（西元11世紀末或12世紀初），船舶航海開始用使用指南針來導航，而現在航海羅盤不僅用在航海，還用於航空的導航，其外觀設計、構造比指南針更為多樣化及精密，且還有防磁、防震、防干擾及自動調節的功能，可使轉盤維持水平。

地球是一個大磁體，吸引著磁化後的磁針，依「異名極相吸，同名極相斥」磁針指向地磁南北極，磁針所指的磁北極是地磁的S極，而地磁南北極，和地理上所訂的南北極有些差距，兩個位置間約有11度的夾角，稱為磁偏角。

所謂的磁化，就是使原來沒有磁性的物體獲得磁性，最簡單的方法，就是用磁鐵沿相同方向摩擦鋼針幾下，鋼針就能獲得磁性。但不是每種金屬都能被磁化，只有鐵、鈷、鎳及部分含這三種金屬的合金才能被磁化，可以先用磁鐵來測試，吸得住就代表能夠被磁化。除了用磁鐵摩擦外，另一種方法是以電磁場來製作磁鐵，首先將導線繞成螺旋狀加以通電，然後將鋼針放入螺旋中，一段時間就能將鋼針磁化。英國漢學家李約瑟，指出有另外製造磁鐵的方法，雖然磁性不強，但擁有不需準備天然磁鐵的優勢，就是將保持南北方向的鐵片燒紅，達到高於 $760^{\circ}\text{C}$ （鐵的居禮點）以上時，快速讓鐵片降溫，在降溫過程中，鐵就會慢慢被地磁磁化成為磁鐵。居禮點(Curie point)或居禮溫度，是指當具有磁性的礦物超過這個溫度時，礦物磁性就完全消失；當礦物冷卻到這個溫度時，開始具有磁性，且凍結在岩石內的溫度。

國中理化介紹鐵的氧化物，如鐵鏽 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ （三氧化二鐵）不會被磁鐵吸引，非磁性物質。天然磁石 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ （四氧化三鐵）為磁片、磁條上所使用的成分，是一種常用的磁性材料。

目前靠磁力的指南針分為兩類：一類是傳統的指南針，磁針N極受到地磁吸引指向北方，但指出的北方與真正地理北方有一點點差距；二是電子指南針，製造採用精密技術，修正了磁偏角的問題，現已大量用於衛星定位(GPS)的裝置中。

使用指南針時，要先確定使用的是指北針或指南針，若是指北針，便將有顏色的箭頭或箭頭朝向北方0度（指南針則是朝向南方180度），此時你的0度位置就是面對北方、東方在90度方向、南方在180度方向、西方在270度方向。

操作指南針時要注意下列：

1. 指針要能自由轉動，且盤面與接觸面要保持平行。
2. 在測量時，遠離磁性物體、手機、及電器產品等，避免影響方位。

**若是沒有指南針，還有什麼方式可以找到北方呢？**

白天可根據太陽的方位，來尋找北方

1. 透過太陽東升西落的規則來找方向，右方為東，左邊為西，則面對的方向就是北方。
2. 如果人位在北回歸線以北，正午影子最短的時候，太陽所在的方向就是南方，相對的方向是北方
3. 你是位在北回歸線以北，還有一種方法是利用手錶的時針與太陽來找方向，將時針對準太陽的方向，將 12 點和時針形成的夾角的角平分線反向延長，就能找到北方。

夜晚可根據北極星的方位，來尋找北方（北極星在北方天空幾乎不動）

1. 春季和夏季，可利用北斗七星（大熊座），因 7 顆星亮度很高，從杓口天樞、天璇這 2 顆星的距離，向杓口延伸直線約 5 倍處，可找到北極星。
2. 秋季和冬季，大北斗星已沒入地平線，利用仙后座的 M or W 形狀，兩邊斜邊延伸後的交點，再與 M 中央那一點連線距離，同大北斗七星畫法，可在附近找到。
3. 冬季星空，從獵戶座腰帶中間那一顆，向獵人頭延伸，穿過一顆亮星（五車二），就會找到北極星。
4. 夏季星空，利用夏季大三角，以織女和天津四的連線當底邊，再反方向畫出相對的三角形，與牛郎相對的那一顆星就是北極星了！

（用 1、2 的方法最易找到，3、4 的方法適合佐證）

## 二、相關教材連結

《科學少年》的〈創意滿點指南針〉文中提到：地磁、磁化、地理南北極、地磁南北極、磁鐵、摩擦力、電磁鐵、北回歸線、北極星、北斗七星、仙后座等內容，可配合國中自然與生活科技授課或學習使用，增加授課內容深度及廣度！以下是可配合的單元請參考使用。

- 1.南一版 自然與生活科技二下： 6-2 摩擦力  
自然與生活科技三上： 7-1 北極星、星空  
自然與生活科技三上： 7-2 晝夜與四季  
自然與生活科技三下： 2-1 磁鐵與磁場  
自然與生活科技三下： 2-2 電流磁效應
- 2.翰林版 自然與生活科技二下： 6-2 摩擦力  
自然與生活科技三上： 5-1 浩瀚的宇宙  
自然與生活科技三上： 5-2 太陽系

- 自然與生活科技三上： 5-3 晝夜與四季  
 自然與生活科技三下： 2-1 磁鐵與磁場  
 自然與生活科技三下： 2-2 電流磁效應
- 3.康軒版 自然與生活科技二下： 6-2 摩擦力  
 自然與生活科技三上： 7-1 我們的宇宙  
 自然與生活科技三下： 2-1 磁鐵與磁場  
 自然與生活科技三下： 2-2 電流磁效應

### 三、挑戰閱讀王（奪得 12 個以上的👉，閱讀王就是你！）

看過〈創意滿點指南針〉後，邀你一起來挑戰下列問題：加油！

- (13) 1. 為什麼讓針磁化，需將磁鐵在縫衣針上摩擦數次，要讓磁鐵與鋼針沿同一方向摩擦，而不要來回摩擦？（複選）  
 （這一題答對可得到 2 個👉喔！）  
 (1)來回摩擦，磁鐵分子隨意排列，鋼針不易磁化 (2)來回摩擦，磁鐵分子排列變整齊，鋼針被磁化了 (3)同一方向摩擦，磁鐵分子排列變整齊，鋼針被磁化了 (4)同一方向摩擦，磁鐵分子隨意排列，鋼針不易磁化
- (2) 2. 磁鐵與電線內層的紅棕色金屬銅線沿同一方向摩擦，銅線能夠被磁化嗎？  
 （這一題答對可得到 2 個👉喔！）  
 (1)能磁化 (2)不能磁化 (3)螺旋型的能磁化 (4)直線型的能磁化
- (123) 3. 關於自製漂漂指南針的實驗步驟，下列敘述哪些合理？（複選）  
 （這一題答對可得到 3 個👉喔！）  
 (1)將磁化後的鋼針浮在水面上不易成功，但若把針放在水面上的衛生紙上，當衛生紙沈入水中後，針即可浮在水面 (2)能順利漂浮後，移動磁針，磁針會指向南北極 (3)兩組漂漂指南針放在同一個水面上時，彼此會相互吸引、互相影響
4. 簡答：將鐵釘（片）磁化的方法？  
 （這一題答對可得到 3 個👉喔！）  
 (1) 將鐵釘（片）物體燒到紅熾狀態，放在南北方向上自然冷卻。  
 (2) 用磁鐵的南極或北極，沿鐵釘（片）物體向一個方向摩擦幾次。  
 (3) 在鐵釘（片）上繞上絕緣導線，通入直流電一段時間後，取下即可。  
 (4) 使鐵釘（片）與磁鐵吸引，一段時間後物體將具有磁性。
5. 試著以星座找出北極星，繪出星座與北極星之相對位置：  
 (1)以大熊座尋找北極星（全對可得 2 個👉喔！）  
 將杓口兩顆星，向前延伸五倍，可找到北極星

(2)以獵戶座尋找北極星（全對可得1個👉喔！）

腰帶中間那一顆，向獵戶座頭部延伸，可找到北極星

(3)以夏季大三角尋找北極星（全對可得1個👉喔！）

固定織女和天津四的連線，將牛郎星的位置鏡像後，相對位置即為北極星

#### 四、延伸思考

1. 利用（圖書館、網路），找出：居禮點的由來？及不同磁性物質的居禮溫度？
2. 現代人製作了各種電子指南針，又稱電子羅盤也叫數位羅盤，美國的蘋果手機中就有這個軟體。利用 Google 搜尋找出更多相關資訊，瞭解此軟體的原理及用途？

## 一、主題導覽

《科學少年》化學七十二變〈今天鎂不鎂？〉

關鍵字：1.碳酸鎂 2.制酸劑 3.葉綠素 4.銅葉綠素

2015年四月，知名胃腸藥爆發使用工業用碳酸鎂製藥，而同樣在2015年四月，有不肖廠商在胡椒粉中加入工業用碳酸鎂。兩起事件皆引起消費者對於藥物、食品安全的意識。究竟碳酸鎂是什麼？為什麼要添加碳酸鎂？另外，鎂又是什麼呢？而消費者又應該注意些什麼呢？

### 胃藥的作用

一般常見的胃藥有幾種作用方式：

1. 中和胃酸，也就是所謂的「制酸劑」，通常為鋁、鎂、鈣等金屬化合物。但制酸劑的作用時效短暫，約 1~3 小時，胃中的藥排空後，胃酸仍又會出現。
2. 抑制胃酸分泌，如組織胺受體阻斷劑，或是最新的氫離子幫浦阻斷劑等。
3. 胃黏膜的保護劑。
4. 抗痙攣劑，可以解決平滑肌因緊張焦慮引起的蠕動異常，或胃痙攣收縮過速的問題。

一般我們在藥局可以買到的胃藥，就是制酸劑，或是少量的組織胺受體阻斷劑。

### 碳酸鎂的制酸作用

碳酸鎂是含鎂元素的白色粉末化合物，可與胃液中的鹽酸反應，因此常被製成胃藥，反應如下：



鈣和鎂同為鹼土金屬，其化合物碳酸鈣也具有相似的性質，因此也可用來做制酸劑，但因易有酸反彈的副作用，目前較少使用。另外，氫氧化鋁、氫氧化鎂等，也同樣具有中和酸性的作用，目前多使用鎂、鋁鹽混合為胃藥成份。

然而，為何不使用如氫氧化鈉之類的強鹼來當胃藥的主要成份呢？那是因為若使用具腐蝕性的強鹼當胃藥，會在吞食的過程腐蝕口腔、咽喉、食道等，且與胃酸反應過程會產生大量的熱，而造成嚴重的傷害。

### 碳酸鎂的其他功能

除了中和胃酸的作用，碳酸鎂還具「賦形劑」功用，因此在胡椒粉、椒鹽粉、咖哩粉……等調味料中適度添加，有助於防潮、維持食品、藥品保持乾燥、避免粉末結塊的作用，這便是在胃藥中或胡椒粉中會添加碳酸鎂的原因。另外，碳酸鎂也具有抗便秘

的作用，在醫學上也可做便秘藥。

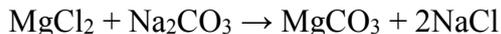
從上面的描述可知，此事件引起社會恐慌的，並不是在「碳酸鎂」本身，而是因為「工業級」的碳酸鎂。

### 工業級和食品級的差別

工業上通常是由菱鎂礦來製造碳酸鎂。將菱鎂礦磨細後，經煨燒以去除結晶水，便是工業級碳酸鎂，具有易吸水的特性，且成本便宜，常用來當作體操選手、攀岩者或各種運動競賽中作為吸水的防滑粉。菱鎂礦的主要成份就是碳酸鎂，但其中會混有碳酸亞鐵，也容易含Mn、Ca、Ni、Si等雜質；若混入方鉛礦，則會有含鉛的疑慮，因此並不能用來添加在食品或藥品中。

食品級的碳酸鎂通常是利用製鹽後的鹵水（含有高濃度的氯化鎂），與碳酸鈉反應，得到高純度的碳酸鎂，便可去除有害雜質的疑慮，但成本則增加許多，也因此不肖商人才會將工業用碳酸鎂加入藥物或食品中。

反應如下：



### 鎂對人體的作用

鎂元素是人體體內第二重要的礦物質元素（僅次於鈉），具有許多功能，例如：

1. 是數百種生理反應的重要催化劑，如細胞的呼吸作用、胺基酸的活化……等。
2. 建構骨骼，避免骨質疏鬆。
3. 維持人體離子濃度，使肌肉正常收縮。
4. 維持生物膜電位。

而醫學上也發現，人體長期鎂攝取不足，可能會增加糖尿病等慢性疾病的風險。因此在飲食上，可以多攝取紫菜（有鎂元素的寶庫之稱）及綠葉蔬菜，以增加鎂元素的攝取。

### 鎂與綠葉蔬菜

葉綠素是全世界分佈最廣的自然色素，擁有超過一百種的變異結構，存在於藍綠菌、藻類和綠色植物中，使其可以行光合作用，將光能轉換成化學能，合成葡萄糖並釋出氧氣。

葉綠素的化學結構與人體內的血紅素相似，但血紅素的中心金屬離子為 $\text{Fe}^{2+}$ ，葉綠素的中心金屬離子則為 $\text{Mg}^{2+}$ 。



圖片來源：  
Two Wings/ Creative Commons

## 脫鎂葉綠素

葉綠素經加熱或在酸性環境中，其中的鎂離子會被氫離子( $H^+$ )取代，稱為脫鎂葉綠素，顏色會呈褐色。在水污染的地方，容易造成浮游植物細胞破碎死亡，而原本細胞體內所含的葉綠素也跟著被破壞，轉變成脫鎂葉綠素。因此，脫鎂葉綠素的含量比例，可以作為水質的指標之一。

當用銅離子( $Cu^{2+}$ )來取代氫離子，顏色又變為綠色，便稱為銅葉綠素。此種色素穩定，在光照下不退色，也不為酸所破壞，因此可用於植物標本的保存、食品著色劑、化妝品色素……等。

銅葉綠素有兩類，一類是以銅離子取代鎂離子；另一類則是除了以銅離子取代鎂離子外，還會以鈉離子取代葉綠素的側基結構，便成為水溶性的「銅葉綠素鈉」。在臺灣的法規中，此兩種銅葉綠素皆可以使用在特定的食品和化妝品中，如：口香糖、膠囊狀、錠狀食品……等。

而然2013年，某知名廠商便是為了使劣質油品呈現如橄欖油的顏色，違法在油品中添加了銅葉綠素，掀起了一波食用油風暴，為此臺灣還發明了銅葉綠素的檢驗法，獲得歐盟認可。這是因為銅葉綠素中含有銅元素，攝取過量容易造成代謝不易，對肝腎產生危害。口香糖等食品一般人並非每天食用，添加銅葉綠素較無攝取過量之疑慮；而食用油卻是每天皆會食用，因此有攝取過量之疑慮。在一般人的主食，如蔬菜麵、菠菜麵中加入銅葉綠素，以增加色澤，也是違法的。



圖片來源：  
Nat Aggiato /Creative Commons

不論是鎂元素或鎂的化合物，在生活中都有許多用途，對人體而言也都有重要功能，最重要的是「適量」，並不用因此而過度恐慌。當然政府要把關更加嚴格，是責無旁貸的，而我們認識了這些元素和化合物後，也要盡可能挑選標示清楚的食品和藥物，才能遠離食安風暴。

## 二、相關教材連結

《科學少年》化學七十二變〈今天鎂不鎂？〉文中對鎂的介紹，可以配合國中自然與生活科技課程的學習，以增加授課內容的深度及廣度。也適合資優班學生作為科學導讀的教材。以下彙整各版本教科書中是可配合教學使用的單元請參考使用。

- 1.南一版 自然與生活科技二上： 5-4 熱對物質的影響  
自然與生活科技二下： 3-2 常見的酸與鹼  
3-4 酸鹼中和
- 2.翰林版 自然與生活科技二上： 5-5 熱對物質的影響  
自然與生活科技二下： 3-2 酸與鹼

### 3-4 酸鹼反應

- 3.康軒版 自然與生活科技二上： 5-3 熱對物質的影響  
自然與生活科技二下： 3-2 常見的酸與鹼  
3-5 酸與鹼的反應

## 三、挑戰閱讀王（奪得 10 個以上的👉，閱讀王就是你！）

看完化學七十二變〈今天鎂不鎂？〉後，邀你一起來挑戰下列的幾個問題，加油！

- ( 4 ) 1. 文中提到胃藥常見的四種作用方式，何者與胃酸的反應較無關聯？  
(這一題答對可得到 3 個👉哦！)  
(1)制酸劑 (2)組織胺受體阻斷劑 (3)胃黏膜保護劑 (4)抗痙攣劑。
- ( 1 ) 2. 下列何者最不適合當成胃藥中制酸劑的成份？  
(這一題答對可得到 2 個👉哦！)  
(1)氫氧化鈉 (2)氫氧化鎂 (3)碳酸鎂 (4)碳酸鈣。
- ( 2 ) 3. 將菱鎂礦磨細後經煨燒以去除結晶水，以製造工業級碳酸鎂的反應過程，與下列何者反應最相似？  
(這一題答對可得到 2 個👉哦！)  
(1)碳酸鈉溶液與氯化鈣溶液混合，產生白色碳酸鈣的沉澱 (2)藍色的含水硫酸銅晶體加熱後，變成白色的無水硫酸銅粉末 (3)鹽酸與氫氧化鈉水溶液酸鹼中和 (4)利用焦煤將鐵礦冶煉成鐵
- ( 4 ) 4. 葉綠素中的鎂離子可被銅離子取代成為銅葉綠素，最可能的原因為何？  
(這一題答對可得到 3 個👉哦！)  
(1)鎂元素和銅元素的化學性質相近 (2)鎂和銅的原子量接近 (3)鎂和銅屬於同一族的元素 (4)鎂離子和銅離子所帶的電量都是+2。

## 四、延伸思考

1. 因應一連串的食安風暴，陪伴臺灣人 26 年的微笑標章 GMP 正式宣告走入歷史，改以 TQF 品質保證標章，你可知道兩者之間有何差異呢？
2. 去吃酸菜白肉火鍋時，老闆通常會提醒，如果有放綠色蔬菜，別煮太久，原因為何呢？
3. 葉綠素是植物行光合作用重要的化學物質，它對於什麼波段的光吸收效率最高呢？

## 一、主題導覽

《科學少年》圖解科技〈在哪裡？在哪裡？隱形科技！〉

關鍵字：1.可見光 2.光的反射 3.光的折射

說到隱形，相信很多人會想到2000年時哥倫比亞影業公司拍的一部電影「透明人」(Hollow Man)，劇情描述一位科學家，利用化學藥劑將自己隱形的故事，而故事的靈感來自於英國作家赫伯特·喬治·威爾斯 (Herbert George Wells, 1866年9月21日—1946年8月13日) 在1897年發表了一本科幻小說《隱形人》(The Invisible Man)，這本小說開啟了人們對隱形的想像，成為百餘年來科幻小說的經典之作。隨著哈利波特的小說、電影全球大流行，更是讓人對隱形充滿無限想像。拜現代科技之賜，我們似乎離隱形不遠了。

### 關於隱形這件事

我們可以看見物體，原因是有可見光<sup>1</sup>線（不管是它自身發出光線，例如太陽；或是它反射光線，例如月亮）進入到人的眼睛中，只要物體發出或反射的可見光線進不到我們的眼睛，對我們來講它就消失或是說隱形了。隱形的概念是如此簡單，但要做到卻難倒全球的科學家。到目前為止，利用如電影「透明人」中的化學方法還沒被發明出來，但文中提到的物理方法，提供了一些可行的做法。

### 科學原理大解密

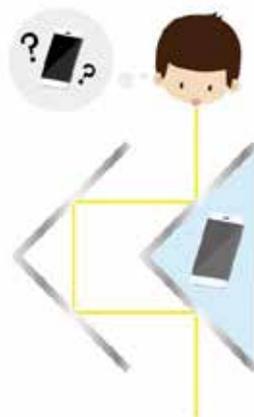
光的反射：

光在均勻介質中沿著直線前進，遇到不同的介質或障礙面時，會在介質接觸面上發生反射的現象，並遵守反射定律。

光反射時會遵守下列兩個原則，稱為反射定律：

1. 入射光、反射光和法線位於同一介質中、同一平面上。
2. 入射光和反射光分別位在法線兩側，並與法線夾角相等。也就是反射角等於入射角。

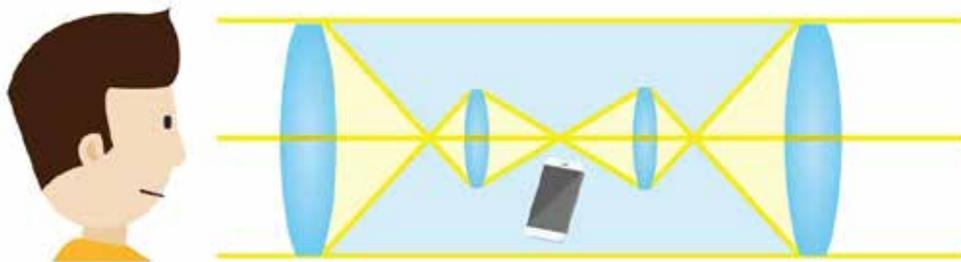
文中提到的方法之一，就是利用面鏡組合放在人與物體之間，將可見光線經過多次反射，讓人們前方的物體光線進不到人的眼中，讓在物體後方的影像光線依舊沿著原來的路線進入到人的眼睛，此時人們所看到的景象，就跟沒放面鏡組合時一模一樣，物體就消失在人們的眼前。但這個方法有很大的問題，就是人們只能在面鏡組合前某個特定的角度才能達成這個效果。不過有魔術師就是利用這個方法，成功的讓大象瞬間消失在觀眾眼前。而這樣的隱形效果比較偏娛樂性，離真正的隱形還有一大段距離。



光的折射：

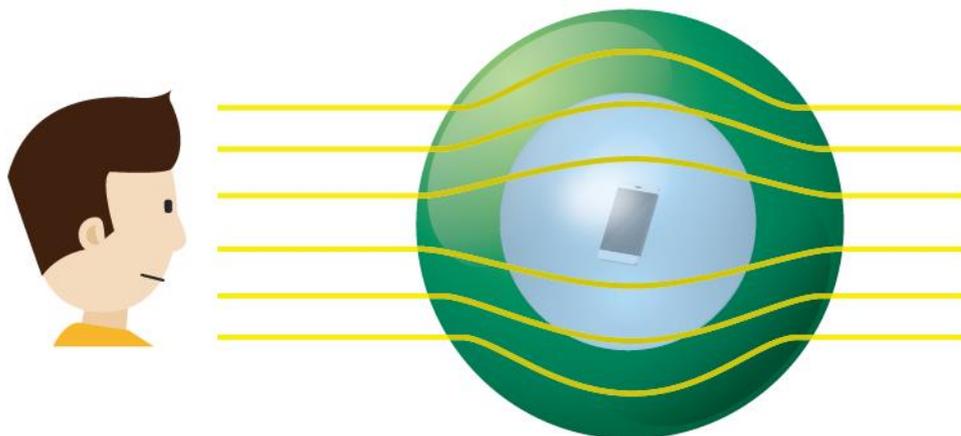
當光從一種均勻介質，傳播到另一種均勻的介質時，光的行進方向會發生改變，這種現象稱為光的折射。而之所以會產生折射現象的原因，是因為光在不同的介質中，有不同的傳播速率。

文中提到的另一種方法，則是利用透鏡組合，讓可見光線從透鏡組的一端進入，經過一連串的折射後，從另一端射出。讓光線的前進路線，和沒有透鏡組合時所前進的路線一模一樣，如此一來，當物體位在透鏡組所形成的圓柱內，並在可見光進到透鏡組的折射路徑以外時，便可達到隱形的目的。



### 神奇的隱形材料

但不管是利用面鏡或是透鏡所造成隱形效果，離我們心目中的隱形裝置似乎還有一段距離，現今科學家所發展出來的隱形科技中，離我們理想的隱形境界較接近的是「超材料」(Metamaterial)。當物體被超材料包覆住時，照向物體的光線會被超材料用反射、折射的方式牽引到不同方向，最後回到光線原來的前進方向，因而讓光線沒有通過物體，自然而然物體便在我們眼前隱形了。但可惜的是，這種超材料目前只對微波有用，對我們人類看得見的可見光並無任何效果。這項科技已經被一些先進國家運用到軍事方面，當戰鬥機塗上超材料，它就真的隱形於雷達之上了。



※註 1：日常生活最容易見的光源就是太陽光，它裡面包含各種波長的光，不過人類只看得見部分的光（波長在  $390 \times 10^{-7} \sim 740 \times 10^{-7}$  公分），稱為「可見光」。

## 二、相關教材連結

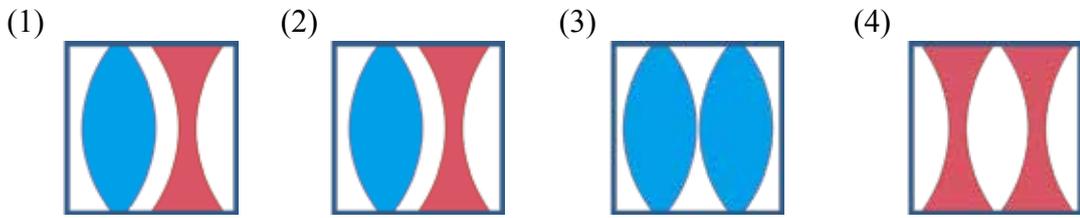
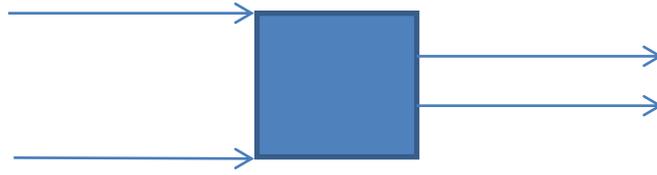
《科學少年》的圖解科技〈在哪裡？在哪裡？隱形科技！〉文中提到：光的直線傳播、光的反射、面鏡、光的折射、透鏡、成像性質等內容，可配合國中自然與生活科技授課或學習使用，增加授課內容深度及廣度！以下是可配合的單元請參考使用。

- 1.南一版 自然與生活科技二上：
  - 4-2 光的反射與面鏡
  - 4-3 光的折射與透鏡
- 2.翰林版 自然與生活科技二上：
  - 4-2 反射定律與面鏡成像
  - 4-3 光的折射
  - 4-4 透鏡成像
- 3.康軒版 自然與生活科技二上：
  - 4-2 光的反射與面鏡
  - 4-3 光的折射與透鏡

## 三、挑戰閱讀王（奪得 10 個以上的👑，閱讀王就是你！）

到挑戰的時刻了，看完圖解科技〈在哪裡？在哪裡？隱形科技！〉後，一起來挑戰下列的幾個問題，加油！

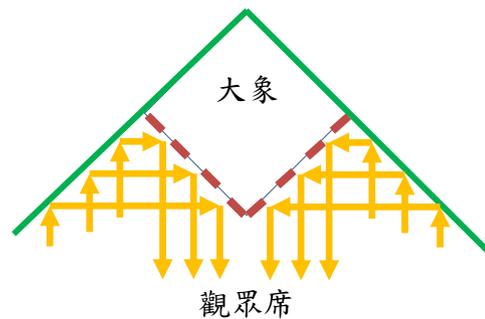
- ( 4 ) 1. 本文中所提到的一些相關隱形科技是利用光學原理所完成的，請問**沒有**用到下列哪一項原理？  
(這一題答對可得到 1 個👑哦！)  
(1)光的直線前進 (2)光的反射 (3)光的折射 (4)光的色散
- ( 1 ) 2. 為什麼利用面鏡組合所做出來的隱形裝置，必須在某些特定的位置上，才有隱形的效果？  
(這一題答對可得到 1 個👑哦！)  
(1)因為光線反射時必須遵守反射定律，所以反射光線只會朝某些特定方向  
(2)因為光線在折射時，只會朝某些特定方向 (3)因為不在這些特定位置上時，光線反射會不遵守反射定律 (4)因為不在這些特定位置上時，光不會以直線的方式前進
- ( 1 ) 3. 要讓物體在你的眼前隱形起來，所用到的原理**不會**是哪一個？  
(這一題答對可得到 2 個👑哦！)  
(1)物體吸收所有通過它的光線，沒有任何光線進入到你的眼中 (2)在物體上的光線沒有任何一條進入到你的眼中 (3)在物體上塗一層超材料，讓可見光繞過物體，因而沒有光線通過物體 (4)把物體變透明，讓光線直接穿透，沒有光線反射或折射到你的眼中
- ( 3 ) 4. 下圖是一道平行光線進一個箱子的示意圖，請問紙箱內的透鏡組合有可能是如何？凸、凹透鏡的焦距可為任意調整配合。  
(這一題答對可得到 3 個👑哦！)



5. 下圖是魔術師把大象消失在舞台上的示意圖，試著說明它的操作方式有可能是如何？  
（這一題答對可得到 3 個👉哦！）

綠色線條為舞台布景

紅色線條為可動的平面鏡，它位在柵欄之後



答：當舞台出現一陣白煙之後，在柵欄之後的平面鏡就移動到柵欄的空隙間，於是平面鏡反射出柵欄外的舞台布景，觀眾看到的影像就跟平面鏡未移動前，直接穿透柵欄所看到的後方舞台布景相同，此時觀眾就會誤認為大象消失在舞台上。

#### 四、延伸思考

1. 如果哪天隱形科技真的被發明出來，你認為可以用在哪些方面來造福人類的生活？試著詳細說明做法。
2. 電影「透明人」中的化學藥劑如果打在你身上，你變成透明人了，你認為你可以看到東西嗎？如果是你穿著隱形斗篷在身上，你可以看到外面的世界嗎？

## 一、主題導覽

《科學少年》實驗遊樂園〈保麗龍印章〉

關鍵字：1.聚苯乙烯(PS) 2.戴奧辛 3.苯乙烯 4.聚丙烯(PP) 5.塑化劑

2015年7月1日，美國紐約市宣布禁止使用保麗龍製品；2016年1月1日起，華盛頓特區及附近馬里蘭州部分地區，全面禁止商家使用保麗龍餐具，目前在美國已經超過70個城市禁止使用保麗龍。在臺灣，臺南市更早在2012年便宣布禁止商家使用保麗龍杯。

然而，禁用保麗龍的政策並非沒有阻力，臺中市先前召開禁用保麗龍公聽會後，便沒有了下文。去年11月，臺南市議員甚至要求，恢復讓店家可以使用保麗龍杯，保麗龍業者更出面大聲喊冤說，保麗龍製品其實比其他更加環保。在方便性、成本考量、環保……等議題的衝突中，保麗龍禁不禁用，會帶來什麼樣的衝擊呢？

### 保麗龍是什麼？

西元1839年德國人賽門(Eduard Simon)從天然樹脂中提出聚苯乙烯(簡稱PS)，是種透明無色的塑料，具有遇熱會融化的特性，是種熱塑性聚合物。1954年科學家發明利用丁烷為發泡劑加入聚苯乙烯中，便成發泡聚苯乙烯，俗稱保麗龍、保利倫或發泡膠。因成本低廉、質輕、保溫效果佳的特性，常用於餐具、飲料杯；因具隔音、隔熱的效果，也常用於建築材料，如：輕隔間牆、中空樓板等。易被強酸、強鹼腐蝕，可溶於多種有機溶劑，如丙酮、乙酸乙酯、去光水……等。

### 常見對保麗龍的迷思

一般常聽到使用保麗龍可能造成的負面影響，可分成為三方面：

1. 回收不易或無法回收。
2. 易釋放有毒物質。
3. 無法分解、易污染環境。

事實上保麗龍是可以回收的，保麗龍製品上會標有6號塑膠回收標誌，衛生署網站上也明確指出保麗龍可以回收。然而現實回收的困境在於，保麗龍體積大、質量輕(約95%為空氣)，運費昂貴，回收業者對於保麗龍興致缺缺；若在加上保麗龍餐具通常很髒需要清洗，回收成本就更高，也因此除了包裝防撞用的工業級保麗龍外，少有回收場願意回收。



保麗龍的主要組成元素是碳和氫，單獨燃燒只會產生水和二氧化碳；然而垃圾焚化爐中，可能含有其他含氯的物質，如廚餘，一起燃燒時，便容易產生21世紀之毒——戴奧辛。但事實上，垃圾焚化爐溫度只要能達標準(850°C以上)，便可以保證降低戴奧辛

的排放。反而抽菸、露天燃燒稻草桿、燃燒電纜和汽機車工廠排放的廢氣，才是戴奧辛排放最主要的來源。

而關於以保麗龍裝盛熱的食物，可能會釋放出苯乙烯，有致癌的風險之說，目前動物實驗上證實苯乙烯的確會致癌，但並未有導致人類癌症的確切數據。衛福部食藥署表示一般消費者只要正常使用，不用保麗龍裝高溫食物或柑橘類飲品，無須太過擔憂。

### 保麗龍對生態的衝擊

據估計，臺灣每年約消耗掉180億個塑膠袋，平均每人每年用掉超過780個，是歐盟國家平均約4倍，是海洋廢棄物的禍首。第二名則是保麗龍，在臺灣每年光是保麗龍杯便使用超過2億個。而回收困難的保麗龍對於海洋生態衝擊之大，常在沙灘撿拾海洋廢棄物的環保團體感觸最深，要把碎裂、粒狀、塊狀、散布海灘沙丘間的保麗龍撿拾乾淨，簡直就是天方夜譚。荒野保護協會2014年公布的海洋廢棄物報告中指出，高雄中芸沙灘平均1平方公尺的面積便有787件塑膠，其中72%為保麗龍微粒，其最主要來源為牡蠣養殖用的蚵棚和漁船碰墊。雖然有關單位已宣導並獎勵回收蚵棚，並提供三種覆材保麗龍，但仍未能有效解決保麗龍微粒的問題。



海岸時常可見漁業廢棄的保麗龍

圖片來源：陳章宏

海洋生物學家近年來在許多海洋動物的腸道中，都發現到保麗龍，利如海龜便可能誤以為保麗龍是水母而將它吞食，其結果可能造成海洋動物的死亡；另一方面，保麗龍具有吸收化學物質的特性，吸收了污染物和重金屬的保麗龍，若進入動物體內，經由食物鏈的層層傳遞，最終便可能使污染物傳入人體。

### 尋找替代品

為了因應保麗龍的禁用，許多店家改採用紙杯或PP（聚丙烯）Y型杯。單純的紙杯或PP杯回收上比保麗龍容易，但為了保溫保冰，往往會在紙杯內層鋪上PP發泡塑膠，此類複合式材料需以特殊藥劑才可以分離再加以回收，實務上的回收難度恐怕比保麗龍更高。且紙張製造的過程，有砍樹與耗水問題，對環保是另一層面的衝擊。



聚丙烯 Y 型杯

圖片來源：  
Quinn Dombrowski/  
Creative Commons

近年來有業者推出內外都發泡的單一PP材質，外觀類似保麗龍杯，同時兼具質輕和保溫效果，可解決複合材質難以回收之困境，但價格是保麗龍杯和紙杯的兩倍。對於蚵農而言，保麗龍重量輕、價格便宜；對於飲料業者而言，保麗龍杯方便、保冰、成本低，如何在環保與經濟考量權衡下，取得更好的平衡點，正考驗著政府與廠商的智慧。

## 我們可以做什麼？

究竟是全面性的禁用保麗龍，或以其他材質取代，又或是找出有效的回收方案，建立完整的回收制度，以獎勵金來提高回收率，使保麗龍製品得以繼續使用，仍需各界多加討論。而現在許多店家為了配合環保政策，紛紛祭出自行攜帶不鏽鋼杯、環保杯可折抵優惠。對於店家而言可以省下紙杯的成本，對於消費者不僅可獲得折抵優惠，又可降低塑膠遇熱產生塑化劑的可能性，還能降低對環境的衝擊，是簡單三贏的做法。我們若能立即的身體力行這項行動，舉手之勞做環保，便不只是一句口號。

## 二、相關教材連結

《科學少年》實驗遊樂園〈保麗龍印章〉文中對保麗龍的介紹，可以配合國中自然與生活科技課程的學習，以增加授課內容的深度及廣度。也適合資優班學生作為科學導讀的教材。以下彙整各版本教科書中是可配合教學使用的單元請參考使用。

- 1.南一版 自然與生活科技一下： 5-3 能量的流動與物質的循環  
自然與生活科技二上： 2-2 水溶液  
自然與生活科技二下： 5-3 聚合物和衣料
- 2.翰林版 自然與生活科技一下： 5-2 生態系  
6-3 保育與生態平衡  
自然與生活科技二上： 2-2 水溶液  
自然與生活科技二下： 5-3 聚合物與衣料纖維
- 3.康軒版 自然與生活科技一下： 5-3 物質的循環  
6-3 人類與自然的和諧  
自然與生活科技二上： 2-2 水溶液  
自然與生活科技二下： 5-4 有機聚合物

## 三、挑戰閱讀王（奪得 10 個以上的👉，閱讀王就是你！）

看完實驗遊樂園〈保麗龍印章〉後，邀你一起來挑戰下列的幾個問題。

- ( 2 ) 1. 利用保麗龍做勞作時，常利用保麗龍切割器來切割保麗龍。保麗龍切割器的原理是利用電流通過電阻線，使電阻線發熱而將保麗龍切開，這是因為保麗龍具有何種特性？  
(這一題答對可得到 2 個👉喔！)  
(1)可溶於有機溶液 (2)遇熱會熔化 (3)具吸收性 (4)具隔熱性
- ( 1 ) 2. 有些觀光景點，有提供讓小朋友動手做保麗龍圖章的活動，利用去光水塗在保麗龍上，便可雕刻出自己喜歡的圖案，這是利用保麗龍的何種特性？  
(這一題答對可得到 2 個👉喔！)  
(1)可溶於有機溶液 (2)遇熱會熔化 (3)具吸收性 (4)具隔熱性
- ( 3 ) 3. 下列何者不是保麗龍在回收處理上的困境？  
(這一題答對可得到 3 個👉喔！)

(1)質量輕、體積大，運送成本高而利潤低 (2)破碎的保麗龍微粒體積小，回收不易 (3)單獨燃燒保麗龍容易產生戴奧辛 (4)保麗龍回收管道與政策不完備

( 3 ) 4. 文中指出，作為取代保麗龍的材質中，何者的回收更加困難？

(這一題答對可得到 3 個👍喔！)

(1)紙杯 (2)PP 製的 Y 型杯 (3)內層為發泡 PP 的紙杯 (4)不鏽鋼杯

#### 四、延伸思考

1. 許多商品上常貼有標籤紙，當放置過久後，常無法乾淨撕除，此時若以酒精或去漬油加以擦拭，便可輕鬆除去，你可知道原理為何？
2. 戴奧辛被稱為 21 世紀之毒，對人體危害甚大，你可知戴奧辛是如何產生？又會透過何種途徑進入人體呢？
3. 臺灣濱海地區有許多養蚵人家，是重要的經濟產業。你可知道蚵棚的種類有哪些呢？

## 一、主題導覽

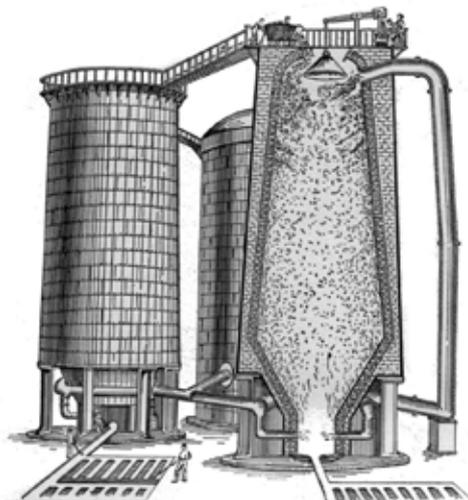
《科學少年》化學七十二變〈鐵定很重要〉

關鍵字：1.鐵器時代 2.冶煉 3.鐵與亞鐵離子 4.血紅素

鐵是地球上含量僅次於鋁的金屬元素，中國使用鐵的歷史，約可追溯到西元前5世紀的春秋時期，但其實世界各地進入鐵器時代的時間不完全相同，也很難準確的標示出年份，但鐵器時代與青銅器時代的區別是十分明顯的。鐵是一種活性比銅大的金屬，在地殼裡的鐵，因為歷經地質形成時的高溫與地殼擠壓，因此，不會以純鐵的狀態存在於地殼中，而是化合物的狀態，所以開採出來的鐵礦，無法直接使用，必須要經過冶煉的程序，將化合物狀態的鐵礦，還原成鐵元素。鐵器時代是指已經能運用很複雜的冶煉技術來生產鐵器，並大量運用鐵器的時期，因為鐵的硬度大、熔點高、含量豐富，使得鐵礦比銅礦開採來得容易，使用上的用途也較廣泛，因此，當鐵器被製造出來後，很快便取代青銅器，進入鐵器時代。

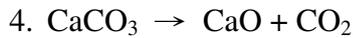
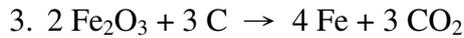
冶煉是指利用焙燒、熔煉、電解或使用化學藥劑等方法，把礦石中的金屬提取出來，或減少金屬中所含雜質的過程。目前臺灣所使用的是高爐煉鐵法，煉鐵的高爐，位在高雄臨海工業區，是目前臺灣最大的煉鋼廠。高爐煉鐵其實就是利用活性比鐵大的元素，將鐵礦中的化合態鐵，還原成元素態鐵的過程。

煉鐵需要的原料，除了鐵礦之外，還需加入煤焦(C)作為還原劑，和灰石( $\text{CaCO}_3$ )作為溶劑，去除鐵礦中的雜質( $\text{SiO}_2$ )。鐵礦中主要含鐵的化合物是赤鐵礦( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )和褐鐵礦( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )，在高爐2000多度的高溫下，部分的碳會被氧化成一氧化碳，鐵礦遇到碳或一氧化碳會被還原成元素鐵；而灰石在高爐中則會被分解成氧化鈣和二氧化碳，氧化鈣遇到鐵礦中的雜質泥沙( $\text{SiO}_2$ )，會產生熔渣——偏矽酸鈣( $\text{CaSiO}_3$ )，熔渣熔點低、密度小，會浮在生鐵水上，可防止生鐵再被氧化，並可由上方的出渣口回收熔渣，作為水泥的原料，整個煉鐵的反應式如下：



高爐運作示意圖

圖片來源：Wonder Book of Engineering Wonders, 1931 / Public Domain



由高爐流出的鐵，含碳量很高又稱為生鐵，生鐵性質堅硬、耐磨，適合用來鑄造，例如：市面上常見的鑄鐵鍋，就是用生鐵製成。世界衛生組織的專家，建議使用鐵鍋來進行烹調，可以增加人體鐵的攝入量，因為用鐵鍋烹調的食品中鐵質會增多。鐵鍋也是中國的傳統廚具，一般不含其他化學塗料，不會使食物在加熱過程中，被其他化學物質氧化，危害人體健康。在炒菜、煮食過程中，即使有鐵質溶出，對人體吸收也是有好處的。世衛專家甚至認為，用鐵鍋烹飪是最直接的補鐵方法，因為鐵質能夠幫助合成血紅素，因此，對於預防缺鐵性貧血來說，用鐵鍋烹調膳食可以說是有益的。

紅血球中的血紅蛋白，需要亞鐵離子來合成，幫助氧氣的運輸，但是生活中有其他物質對血紅蛋白的親和力大於氧，例如：一氧化碳，由於一氧化碳對血紅蛋白的親和力比氧大200~300倍，因此環境中一氧化碳濃度若達到35 ppm以上，則會產生一氧化碳中毒，中毒的症狀通常先是嚴重頭痛，接著是噁心、嘔吐和呼吸急促，之後中毒者會精神錯亂，並且肌肉漸漸無力，因此中毒者經常無法移動很遠，也很難逃出中毒環境，最後喪失意識和昏迷導致死亡。

居家發生一氧化碳中毒大多都在冬天，因為冬天寒冷大家習慣將門窗緊閉，又在室內使用瓦斯爐、熱水器，或是燃燒蠟燭、薰香精油及火鍋等小火源，因為氧氣不足而容易導致燃燒不完全，產生一氧化碳過量，進而有中毒的危險。要如何知道氧氣是否充足呢？一個簡易的判斷方式，就是觀察火焰的顏色，如果瓦斯爐燃燒的火焰是紅色的，就表示此時的燃燒不完全，應迅速打開門窗增加空氣流通量，使火焰呈現藍色較為安全。

2016年2月19日晚上8點，在臺北市的一間火鍋店，就發生一樁集體一氧化碳中毒的事件，發生原因就是冬天氣溫寒冷，該店家將全部門窗緊閉，店內又同時間大量的燃燒瓦斯煮火鍋，導致燃燒不完全，引起店內人員集體一氧化碳中毒。

倘若不幸發生一氧化碳中毒時，應立即採取處置如下：

步驟一：迅速打開窗戶，並將中毒者移到通風處或戶外，鬆解衣物，呼吸新鮮空氣。

步驟二：盡量使中毒者安靜休息，使下顎向上抬高，保持呼吸順暢。

步驟三：若無呼吸，即實施人工呼吸，若脈搏無跳動則必須實施心肺復甦術，並盡速撥打119電話送醫院急救。

## 二、 相關教材連結

化學七十二變〈鐵定很重要〉文中對鐵的特性、用途，及生物體內的鐵來做介紹，可以配合國中自然與生活科技課程的學習，以增加授課內容的深度及廣度。也適合資優

班學生作為科學導讀的教材。以下彙整各版本教科書中是可配合教學使用的單元請參考使用。

- 1.南一版 自然與生活科技一下： 第四章 生物體的運輸  
自然與生活科技二下： 第二章 氧化與還原
- 2.翰林版 自然與生活科技一下： 第四章 生物的運輸作用  
自然與生活科技二下： 第二章 氧化還原反應
- 3.康軒版 自然與生活科技一下： 第四章 生物的運輸作用  
自然與生活科技二下： 第二章 氧化與還原

### 三、挑戰閱讀王（奪得10個以上的👉，閱讀王就是你！）

閱讀完了〈鐵定很重要〉的延伸導讀，邀你一起來挑戰下列的幾個問題，要加油喔！

- ( 2 ) 1. 鐵礦冶煉的過程中，鐵礦變成元素鐵主要是利用化學的什麼反應？  
(這一題答對可得到2個👉哦！)  
(1)酸鹼中和 (2)氧化還原 (3)皂化反應 (4)酯化反應
- ( 1 ) 2. 人類缺乏何種微量元素容易造成貧血？  
(這一題答對可得到2個👉哦！)  
(1)鐵 (2)鋅 (3)銅 (4)錳
- ( 2 ) 3. 下列何者不是冶煉鐵礦所需要的原料？  
(這一題答對可得到2個👉哦！)  
(1)鐵礦 (2)氫氧化鈣 (3)煤焦 (4)灰石
- ( 2 ) 4. 下列金屬元素在地殼中的含量何者正確？  
(這一題答對可得到2個👉哦！)  
(1)銅>鐵>鋁 (2)鋁>鐵>銅 (3)鋁>銅>鐵 (4)銅>鋁>鐵
- ( 3 ) 5. 新聞中常看見的瓦斯中毒，就是一氧化碳中毒，下列何者不是一氧化碳中毒的症狀？  
(這一題答對可得到2個👉哦！)  
(1)噁心嘔吐 (2)頭昏眼花 (3)肌肉抽搐 (4)精神錯亂

### 四、延伸思考

1. 生鐵是含碳量較高的含鐵的混合物，那麼有沒有熟鐵呢？熟鐵的性質又是如何呢？
2. 生活中還有哪些食物可以幫助我們補充鐵質預防貧血呢？
3. 除了鐵之外還有哪些元素存在地殼中呢？

少年愛科學 · 科學出少年

科学少年  
ys.ylib.com