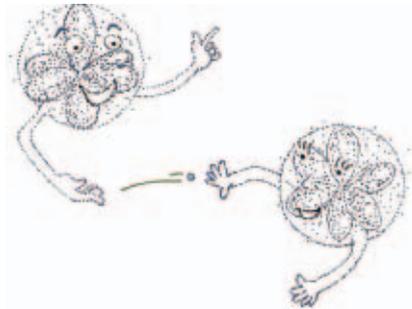


- 作用比較像氧化劑（本身還原）
- 作用比較像還原劑（本身氧化）

圖 11.1

原子獲得或失去電子的能力與它在週期表上的位置有關。位在右上角的原子比較容易獲得電子，而在左下角的比較容易失去電子。



不同的元素有不同的氧化與還原趨勢，有一些元素比較容易失去電子，有一些則較容易獲得電子，如圖 11.1 所示。這種趨勢就是原子核抓住電子強度的函數。原核子的有效核電荷愈大（參見《觀念化學 II》的第 5.8 節），原子愈容易得到電子。因為週期表右上方的元素（惰性氣體除外），原子的有效核電荷最大，最容易獲得電子，所以在反應中多為氧化劑；週期表左下方的元素，原子的有效核子電荷最弱，因此最容易失去電子，在反應中多當還原劑。

觀念檢驗站



以下的敘述是對或錯：

1. 還原劑在氧化還原反應中，本身進行氧化反應。
2. 氧化劑在氧化還原反應中，本身進行還原反應。

你答對了嗎？

A

兩個敘述都是正確的。

11.2 照相是選擇性的氧化還原反應

傳統照相機裡不裝底片，把底片室的蓋子打開，放置一些蠟紙在照相機背後，如圖 11.2 所示。按住快門然後聚焦。你看！你照了一張相片。不過，把快門放開後這影像也沒了。如果相機有裝底片，同樣的影像會在底片上形成。底片與蠟紙的不同是在於，底片在放開快門後仍能保有影像在上面。如何做到這點呢？答案就是靠氧化還原的化學反應。

在看下列幾點時，也依序閱讀次頁圖 11.3 的各點，它簡單講解了黑白相片是如何產生的。

1. 未曝光的黑白底片是透明的塑膠膠片，上面有溴化銀 (AgBr) 的微晶膠體。物體反射來的光線，由相機透鏡攝取，聚焦在這些微晶上。光線使微晶上的很多溴離子氧化。光線造成氧化釋出的電子傳送到銀離子上，把銀離子還原成不透明的銀原子。微晶受光的量愈多，形成不透明的銀原子就愈多。照相的影像就以這種方法記錄下來，也就是說底片已經曝光了。
2. 物體反射來的光線並不能使銀原子形成看得見的影像。不過微晶上含的銀原子愈多，就愈容易產生更多的氧化還原反應。要形成可見的影像，底片要放入不透光的箱子內，以免再度曝光。照

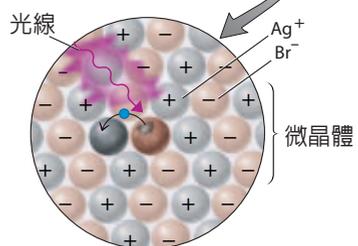
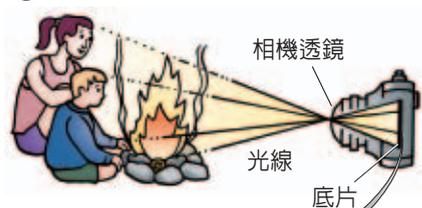


圖 11.2

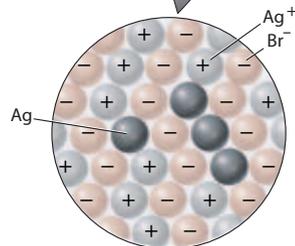
照相機可以把影像聚焦在蠟紙上，也可以聚焦在底片上。



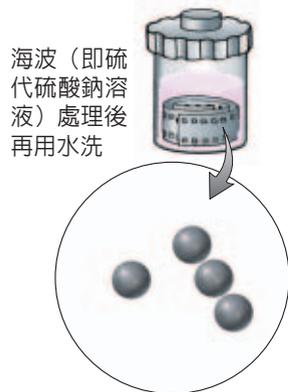
① 底片曝光



② 沖洗底片



③ 底片的定影和清洗

④ 負片是黑的， Ag^+ 離子還原成金屬銀。

⑤ 光線透過負片落在相紙上，形成正像



圖 11.3

黑白照片的形成包含一系列的氧化還原反應。

過相的底片要用對苯二酚 ($C_6H_6O_2$) 之類的還原劑處理，還原劑顯現影像的方法，是形成更多不透明的銀原子，透過這個步驟把照片沖洗出來。

3. 銀離子會受到顯影液中對苯二酚的還原，但如果用硫代硫酸鈉 ($Na_2S_2O_3$) 溶液來處理底片，還原反應就會停止。硫代硫酸鈉溶液又稱海波或定影液。硫代硫酸根離子 ($S_2O_3^{2-}$) 與還沒還原的銀離子結合，形成水溶性的鹽。接著用水洗除化學物，只留下附著在底片上的銀原子。這些銀原子相當多，因為在攝影時有很多光線照到底片上。底片現在就已經定影了。
4. 因為銀原子是不透明的，底片就成為負片，物體的亮面成為黑色，暗面變成亮的。
5. 把光線透過負片照到相紙上，利用與產生負片相同的反應來顯影。產生的影像是負片的負片，換句話說就是正片。

彩色底片上塗有很多種化學物，每個化學物對不同光的頻率（顏色）有不同的反應。彩色照片的顯影包含更多的氧化還原反應，但基本原理是一樣的：只對曝光的化學物做選擇性還原。數位照相是光電池的產物，光電池是由矽等類金屬形成的，矽在曝光後會失去電子，這點我們將在《觀念化學 V》第 19 章探討能源時討論。

觀念檢驗站



如果相機的快門打開得太久，有太多光線照到底片上，底片大部分是透明還是不透明的？從這個負片得到的正片看起來會怎樣？



你答對了嗎？

A

照到底片的光線愈多，就有愈多的銀離子受溴離子或對苯二酚還原。銀離子還原產生不透明的銀原子，附著在底片上。這種過度曝光的負片因為充滿不透明的銀原子，所以大部分是不透明的。

沖洗出來的正片會很白，因為只有很少的光線能透過負片去感應相紙上的銀離子。



生活實驗室：銀膜

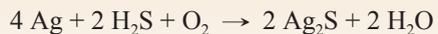
銀器上的失澤膜是一層硫化銀（ Ag_2S ），硫化銀是離子化合物，含有兩個銀離子（ Ag^+ ）和一個二價硫離子（ S^{2-} ）。銀器會失去光澤，是因它的銀離子與空氣中的硫化氫（ H_2S ）接觸。硫化氫是有臭味的氣體，由哺乳類動物或其他生物因消化食物而產生。銀和硫化氫的半反應為：



銀離子與二價硫離子結合成黑色硫化銀，同時氫離子與電子與大氣中的氧結合成水：



銀的失去光澤的化學方程式，就是這兩個半反應的合併：



我們從這些方程式看到硫化氫使銀失去電子，並把電子轉給氧。如果要使銀恢復發亮的元素狀態，就需要重新得到失去的電子。然而氧不會把電子釋回給銀，但用適當的方法，可以讓鋁原子釋出電子給銀。

■ 請先準備：

非常乾淨的鋁鍋（或鋁箔與非鋁鍋）、水、烘焙蘇打、一件失去光澤的銀器

■ 請這樣做：

1. 放約一公升的水與幾大匙的烘焙蘇打到鋁鍋中，或放到包了鋁箔的非鋁鍋中。
2. 把水煮沸，然後把鍋子自熱源移開。
3. 慢慢的把失去光澤的銀器浸進去；當銀和鋁接觸時，你會馬上看到效果（如果看不出成效，就再多加入一些烘焙蘇打）。還有，當銀離子從鋁接受電子還原成發亮的銀原子時，二價硫離子會游離出來再形成硫化氫氣體，釋回空氣中，你也許會聞到它的氣味！

在這兒，烘焙蘇打當作傳導的離子溶液，讓電子從鋁原子移到銀原子上。與用研磨劑擦亮銀器的方法相比，這個方法有什麼優點？

🍷 生活實驗室觀念解析

這是在同樂會中可以表演的好把戲之一。不過先警告你，很多餐具處理後仍然需要用研磨劑來擦亮。你可以用生動的對談來讓賓客明白，硫化氫氣體如何使銀器失去光澤。

用研磨劑擦拭，除了去除晦暗表層外，還會把一些銀原子擦掉，使鍍銀的器件失去它們薄薄的銀塗層。相較之下，用鋁鍋來浸泡，可以使失去光澤的銀再恢復原狀。

過於大件的銀具無法放在鍋子內，可以試用烘焙蘇打和水輕輕擦拭，並用鋁箔做為擦拭布。