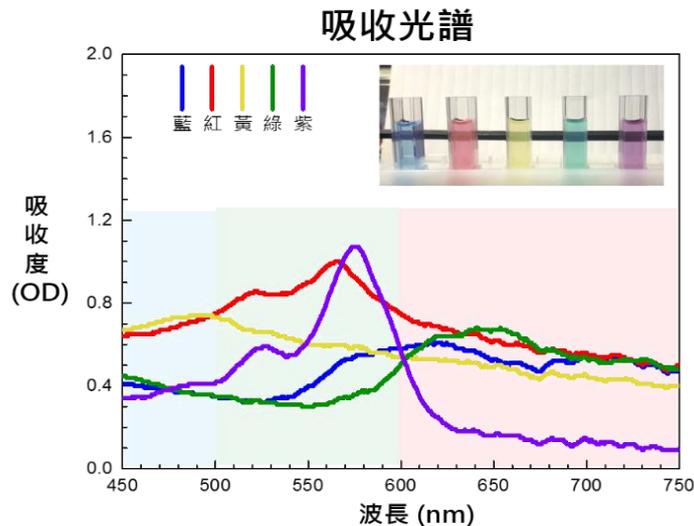


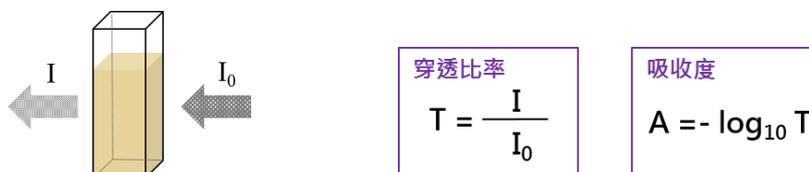
溶液的顏色與濃度

飲料店近期推出各式各樣有顏色的飲料來增加吸睛度，為甚麼溶液會呈現某種顏色呢？當一束光照射溶液，部分的光線被溶液吸收，剩餘的光線穿透過溶液並且被我們的眼睛接收到後，將訊號透過色覺系統轉換，再由大腦想像與建構，而成影像。

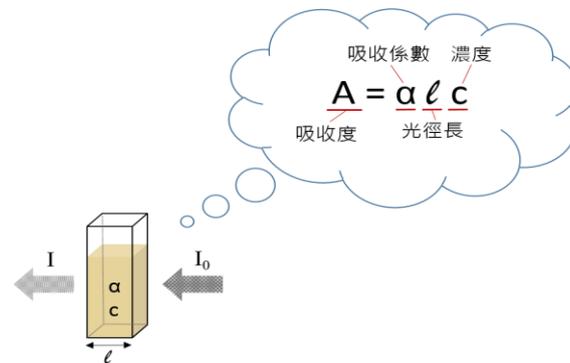
桌上兩杯同樣品種的麥茶，一杯呈現深咖啡色，另一杯則是淺咖啡色，此時我們可以知道深咖啡色那杯的濃度相對淺咖啡色來的高，這是用肉眼就可以觀察出來的，也就是利用比較溶液的顏色來推斷其相對濃度關係。雖然可以判別相對濃度，甚至透過配製已知濃度的溶液來估算未知濃度溶液的濃度範圍，但無法精確的定量，因為人眼無法準確的判斷，並量化出一個數值。這時光譜儀的出現給予了很大的幫助，我們使用光譜儀取代肉眼判讀，不但能明確知道該溶液樣品是在哪個波段有吸收，還能得到確切的吸收數值，只要再經過計算，想知道未知濃度溶液的樣品就不是難事了！



上圖是量測得到的不同顏色溶液的吸收光譜圖，觀察光譜樣貌可以知道綠色溶液在紅色波段有相對高的吸收，而紫色溶液在綠色波段有較高的吸收，甚至在 520、575nm 處有明顯吸收峰，並且吸收光譜圖也給我們另一個訊息：各個波長對應的吸收度強度值。光譜充分將樣品的顏色狀況以二維方式表示，那吸收光譜圖是如何繪製得到的呢？縱軸的吸收度是如何求得？首先，我們會計算光穿透過溶液前與穿透過溶液後的光強度比例(T)，也就是直接將穿透過溶液後的光強度(I)除以原入射光強度(I_0)，接著使用求得的穿透過比率(T)再進一步計算得到吸收度(A)。計算方式如下：

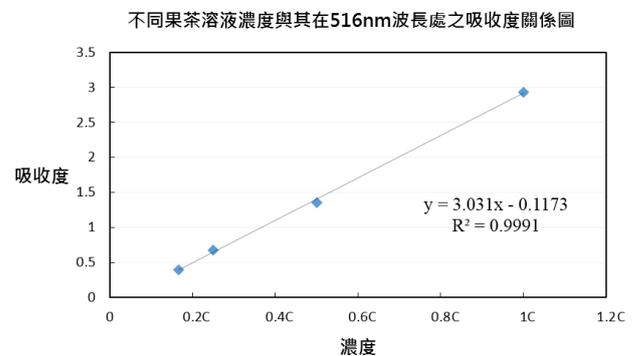
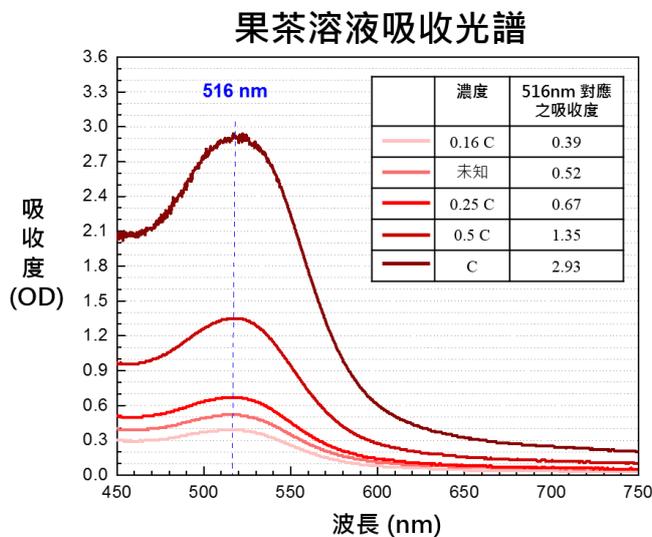


當想知道某一溶液為何濃度時，我們可以配置一系列已知濃度的同樣溶液，建立濃度與吸收度的關係曲線後，就可以量測未知濃度溶液的吸收度來回推該溶液的實際濃度值，這就是比爾定律的應用，因為吸收度與該溶液的濃度成正比，關係式如下圖：



某一濃度的果茶溶液訂為 C，並將其濃度稀釋成 0.16C、0.25C、0.5C，量測得到的吸收光譜如左下圖。該吸收光譜給了我們兩項資訊：一、吸收峰在 516nm 附近，並在紅波段處有較低的吸收，可推斷該溶液目測會是偏紅色的，二、溶液濃度越高，會有越強的吸收度，符合比爾定律中溶液濃度與吸收度成正比。

我們利用光譜提供的資訊，先針對吸收峰 516nm 處判讀出每個溶液濃度對應的吸收度值，再利用比爾定律的溶液濃度與吸收度成正比畫出關係圖及其關係式(如右下圖)，如果現在有一未知濃度的果茶溶液，只需量測出其吸收峰處的吸收度值，再代入關係式，即可求得該未知濃度哦! 例：有一果茶溶液在 516nm 處的吸收度值為 0.52，則 $0.52 = 3.031x - 0.1173$ ， $x = 0.21$ ，得吸收度為 0.52 的果茶溶液濃度為 0.21C。



吸收光譜搭配比爾定律非常實用，且量測簡易又快速。但想想看，所有的溶液都適用比爾定律嗎？有什麼限制呢？

參考資料:

<1> <https://kknews.cc/zh-tw/news/9z8vxpl.html>

<2> <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%AF%94%E5%B0%94-%E6%9C%97%E4%BC%AF%E5%AE%9A%E5%BE%8B>

<3> <https://ejournal.stpi.narl.org.tw/sd/download?source=9804/9804-08.pdf&vId=02B830CA-C5BB-4D49-9687-E3A932EC5488&nd=0&ds=0>

<4> https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_zh_TW.html