

比色計

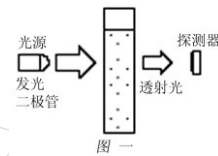
(型號：COL-BTA)



威尼爾公司的比色計設計用途為通過分析溶液的色度來測定其濃度。溶液的顏色可能是其固有的屬性，也可通過添加另一試劑來使其具有顏色。比色計就用於測量以用戶所選擇的波長穿過樣本溶液的的光線的數量。通過使用前部面板上的按鈕，你可以從下列波長中選擇：430 nm、470 nm、565 nm 和 635 nm。感應器自動識別和一步校正功能使得感應器的使用更簡單。

比色計的工作原理

從發光二極體(LED)發出的光線穿過含有樣本溶液的光析管，如右圖。部分光線被溶液所吸收。最後，已被減弱的光線到達光二極體。



重要數據擷取軟體以及 LabPro¹/CBL 2 的作業系統升級！

1. 如果你使用的是 **Logger Pro 數據擷取軟體**，你需要對比色計實驗文檔進行升級。最簡單的方法是把 **Logger Pro** 軟體升級到 **Logger Pro 3²** 或更新的版本。
2. 如果你使用的是繪圖計算機和在你的 **LabPro** 或 **CBL 2** 中的韌體是比 **6.23 版舊 (08/22/02 版)**，就必需對作業系統進行升級。

透射率和吸收

光線通過溶液的數量就叫做透射率。透射比可以定義為通過後的光強， I_t ，和初始光強， I_0 ，之比，公式為：

$$T = I_t / I_0$$

比色計以透射率來產生一個線性變化的輸出電壓，使電腦、計算器或掌上電腦可以監測溶液的透射率。透射率倒數的對數 (以10為底) 是 3 個因數的乘積： ϵ 是溶液的摩爾吸收、 b 是光析管的寬度、 C 是摩爾濃度。

$$\log (1/T) = \epsilon b C$$

實際上，許多實驗設計成需要一個相關的測量 (吸收) 來使用比色計的。粗看下，因為隨著溶液透射比的增加，吸收成比例的減少，所以透射率和吸收兩者之間可能是簡單的倒數關係。但真實的關係應該為：

$$A = \log (1/T)$$

¹ 中文名稱：實驗採集器。

² 如果你在使用 **Logger Pro 2**，你需升級到 **2.2.1**，請與我們聯繫。

結合上述公式，得到：

$$A = \epsilon bC$$

這個公式意味著溶液對光線的吸收取決於溶質的吸收能力、光線通過溶液的穿行距離以及溶液的濃度。對給定的溶液，如光析管寬度不變，假定 ϵ 和 b 也不變，則：

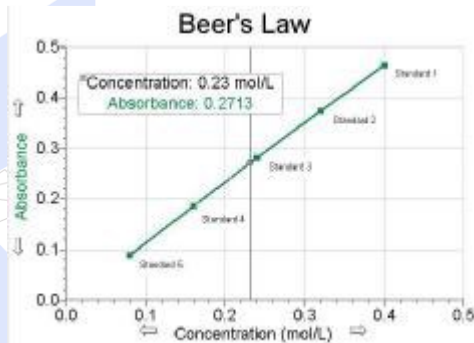
$$A = k \bullet C \quad (\text{比爾定律})$$

這裏 k 是常量係數。此公式說明吸收比與濃度有直接的關係且符合比爾 (Beer) 定律。關於比爾定律將在後面作詳細說明。在本手冊以及在我們一些電腦程式中，透射率以百分比顯示，則有：

$$A = \log(100/\%T) \quad \text{或} \quad A = 2 - \log \%T$$

比爾定律

一般來說，吸收比很重要是因為按照比爾定律，吸收比與濃度的線性關係。許多化學和生物實驗都以此觀念作為基礎。要得到比爾定律曲線，就要準備好一些標準 (已知濃度的溶液) 以及使用比色計測定的吸收比的值。作出吸收比與濃度關係的圖表。把未知濃度的溶液放在比色計中，然後測量吸收比。當溶液的吸收比如右圖，則其濃度由水準軸測定。另一個辦法是從比爾定律直線的斜度計算它的濃度。



使用比色計

比色計非常容易使用以及維護。很簡單，把它連接到數據擷取器，設置好軟體，就可以進行測量了。要得到最佳效果，就讓系統在設定波長上穩定 5 分鐘來進行校正或數據擷取。

波長選擇

你可以在比色計帶的 4 個發光二極體波長燈中選擇：紫色 (430 nm)、藍色 (470 nm)、綠色 (565 nm)、紅色 (635 nm)。你可以使用在比色計表面上的波長選擇按鈕 (如右圖) 在這些單色光中進行選擇。有以下方法來選擇用哪種波長。

- 觀察溶液的顏色。不要忘記溶液的顏色就是光能通過的顏色。你也許應該選用一個與透過不同的顏色來來觀察吸收光的顏色，如：藍色的銅硫酸鹽 (CuSO_4) 溶液使用紅色 (635 nm)。
- 另一個簡單的方法是：把含有待測溶液的光析管放入比色計，並觀察用哪種波長可以得到最高的吸收比。



- 對大多數比色法實驗來說都有推薦波長。請使用最接近推薦波長值的波長。甚至波長有點不同，通常都能獲得與推薦波長幾乎相同的波長的比爾定律曲線。

用比色計擷取資料

這個感應器用於以下平台擷取資料：

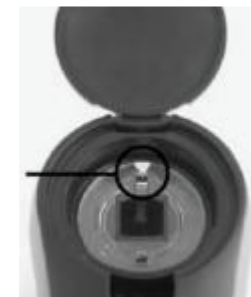
- 作為一個單獨的設備或與電腦一起使用的威尼爾 LabQuest™³
- 帶電腦的威尼爾 LabPro®、TI 繪圖計算機或 Palm® OS 手提電腦
- 威尼爾Go!Link
- 威尼爾 EasyLink®
- 威尼爾 SensorDAQ™
- 威尼爾 CBL 2™

以下是使用比色計的一般操作流程：

1. 把比色計連接到平台上。
2. 啟動數據擷取軟體⁴。
3. 軟體將識別比色計並啟動預設的數據擷取設定。現在你可以擷取資料了。

開始校正前需要對比色計供電 5 分鐘以上。在供電狀態中，指示燈中的綠色波長指示燈將亮起。

4. 校正比色計
 - a. 按下比色計上的 < or > 按鈕來選擇適合實驗的波長 (430 nm、470 nm、565 nm、635 nm)。
 - b. 打開比色計蓋子。
 - c. 插入光析管，通常裝的是蒸餾水作為無色光析管 (100% 的透射比或 0% 的吸收比)。注意：光析管光滑的一邊對著光析管槽上部的箭頭。關閉比色計蓋子。
 - d. 接下來，按下 CAL 按鈕開始校正程式。當紅色發二極體燈閃爍時，鬆開好 CAL 按鈕。此時的吸收比為：0.000 或 0.001。
 - e. 當 LED 燈停止閃爍，校正工作完成，就可以開始擷取資料了。



注意：不同於早期的比色計，現在你可以不用在數據擷取程式中去找校正功能表了。

³ 中文名稱：實驗分析採集器。

⁴ 如果你是配合 ULI 或 SBI 使用 Logger Pro 2，比色計是不能自動識別的。在探頭與感應器檔夾中打開一個比色計的實驗檔。

5 · 擷取資料

- a. 有下列兩種常用的比色計數據擷取方法：
 - 吸收比與濃度關係 (比爾定律)：如果你要在基於事件事件模式下擷取資料，請打開電腦 *Logger Pro* 軟體的比色計檔。在計算器或掌上電腦上，請把時間圖表改變成基於事件模式。
 - 吸收比與時間關係：當比色計支援自動識別，它將會自動設置成此模式下的數據擷取。在計算器或掌上電腦上，自動識別將設置為時間圖表模式。
- b. 把含有樣本的光析管放入比色計的光析管槽。**注意**：光析管光滑的一邊對著光析管槽上部的箭頭。關閉比色計蓋子。
- c. 開始數據擷取 (在程式中選擇**擷取**或**開始**)。
 - 在吸收比與濃度關係實驗中，將提示你保存吸收比的值，然後輸入標準溶液的濃度。此步驟可以按你的需要重複執行。
 - 在吸收比與時間關係實驗中，將按數據擷取程式所設置的時間來即時顯示讀數。
- d. 當你選擇**停止**，或到達實驗預設的時間時，數據擷取工作就會停止。
- e. 數據擷取完成後，你就可以用我們的數據擷取程式中所提供的工具來分析所擷取的資料。如：在吸收比與濃度關係 (比爾定律) 實驗中，你可以對資料進行直線匹配，然後測定這個未知濃度的值。

數據擷取軟體

此感應器可以與一個平台以及以下的數據擷取軟體一起使用。

- **Logger Pro 3** 這個電腦程式可配合 LabQuest、LabPro 或 Go!Link 使用。
- **Logger Pro 2** 這個電腦程式可配合 ULI 或 Serial Box Interface 使用。
- **Logger Lite** 這個電腦程式可配合 LabQuest、LabPro 或 Go!Link 使用。
- **LabQuest App** 這個程式是當單獨使用 LabQuest 時配合使用的。
- **EasyData App** 這個 TI-83+ 和 TI-84+ 計算器應用可配合 CBL 2、LabPro 和威尼爾 EasyLink 一起使用。我們建議使用 2.0 或更新的版本，您可以從威尼爾的網站，下載，然後轉移到計算器上。
- **DataMate 程式** 採用 DataMate 配合 LabPro 或 CBL 2 與以下計算器使用：TI-73、TI-83、TI-86、TI-89、和 Voyage 200。在 LabPro 和 CBL 2 的使用說明書中可看到將程式轉移到計算器的指示。
- **Data Pro** 這個程式可配合 LabPro 和一個 Palm OS 的手提電腦使用。
- **LabVIEW** LabVIEW™ 軟體是由國家儀器銷售的圖形程式語言。它可以與 SensorDAQ 平台和一些其他的威尼爾平台一同使用。

比色計的吸收與透射率的範圍

為得到最好的效果，我們的比色計的實驗測試的吸收比和透射比的範圍如下：

透射比： 10% – 90%

吸收比： 0.05 – 1.0

我們發現比爾定律實驗在吸收比的值超過1.0 時就會不符合線性匹配 (透射比小於10%)。如果溶液只能透過很少的光線，建議你對溶液進行稀釋，使它進入上述範圍。



使用比色計自帶的光析管

比色計使用的是聚苯乙烯光析管。比色計隨附有 15 個光析管和蓋子。光析管的容積大約為 4 毫升。光析管有兩個面上有稜紋來阻止官銜的通過。另兩個光滑的面允許光線透過。注意：把光析管放在比色計的正確位置，光滑面朝蓋子後面的箭頭，而有稜紋的面朝左右放。光線從發光二極體等發出，穿過光析管，到達蓋子後的探頭。

正如大多數的分光光度計一樣，塑膠的光析管對吸收光線的數量有些許的改變。但你可以忽略它。對大多數實驗來說，這對實驗結果不產生影響。要得到最佳效果，控制光析管對光線吸收的變化，就在一個實驗中使用同一個光析管，或去配一組光析管。最簡單可靠的是前一種方法。如果學生打算做 5 次實驗驗證Beer定律，就要在每次驗證過程中把標準溶液轉移到同一個光析管中。這就需要在每次驗證後都要對光析管進行清洗和乾燥，或用後一份溶液進行數次沖洗。

此方法花費的時間不多，且能成功控制潛在的變化因素。也能消除對光析管可能遇到的刮擦現象。在進行校正時，小小的刮擦痕會影響效果。

可供選擇的方法還有：你可以選擇同型號的光析管。同型號的光析管對光線的吸收效果幾乎相同 (在光析管在空置狀態下)。這要花費教師相當多的時間，但學生來說就節省了時間。如學生有 5 到 6 個吸收比相同的光析管，則溶液樣本就可以放進不同的光析管中，就節省上述步驟中的乾燥或沖洗步驟。

隨附的光析管都提供了蓋子。光析管放入比色計時，可以使用也可以不使用蓋子。蓋子的作用是：當實驗週期為幾天時，防止溶液的蒸發。你會發現用帶蓋子的光析管來保存標準溶液是非常方便的。如果你購買的是 1 套 100 個替代光析管，則提供 20 個蓋子。蓋子當然是可以重複使用的。替代光析管的訂購代碼為：CUV，包括 100 個光析管和 20 個蓋子。

這個感應器已配備支援自動識別的電路。當使用 LabQuest、LabPro、Go!Link、SensorDAQ、EasyLink 或 CBL 2 時，數據擷取軟體會識別感應器，然後用已定義的參數來設置配合識認的感應器的實驗。

規格

範圍：	0 到 3 (吸收)
有效範圍：	0.05 到 1.0 的吸收 (90%到10%的透射率)
波長：	430 nm、470 nm、565 nm、635 nm
13 bit (SensorDAQ)	0.018 %T
12 bit (LabQuest、LabPro、 Go! Link、ULI、SBI)	0.035 %T
10 bit (CBL 2)	0.14 %T
供電電壓：	5 伏特直流電 ± 25 毫伏
電流：	40 毫安培
功率：	700 毫秒 (最大)
輸出電壓範圍：	0 – 4 伏特
轉換公式：	$V_{out} = - 0.035 * (%T) + 0$
預存刻度值：	斜率：28.571 截距：0

在其他數據擷取器上使用威尼爾感應器

我們的感應器也可以在除了 TI 或 Vernier Software & Technology 的其他廠商的數據擷取器上使用。一些數據擷取器可能不使用同一型號的連接設備。請與數據擷取器廠商聯繫來要求電源供應器來瞭解。帶有電源保存功能的數據擷取器 (特別是用電池作電源的) 也許會引起需要對感應器進行更長時間預熱的問題 (大於1 秒)。如有可能，就為這些感應器提供一個穩定的電源。

延長纜線的長度

使用延長纜線可以增加纜線的長度 (訂購代碼：EXT-BTA)。這些纜線有2 米長，使感應器離數據擷取器更遠些。如果需要更長的纜線，請與我們聯繫。

訂購資訊

替代光析管 (1包含100 個光析管和 20個 蓋子) CUV

建議實驗

比爾定律

- **結晶紫**：用綠色發光二極體光 (565 nm) 配合稀釋的結晶紫溶液可以產生效果良好的比爾定律曲線。把 0.020 克固體結晶紫放進足夠多的水中產生 2 公升的 2.5×10^{-5} 摩爾的溶液。把它稀釋成標準溶液。
- **硫酸銅**：紅色發光二極體光配合 0.1、0.2、0.3 和 0.4 摩爾的標準硫酸銅溶液可以產生效果良好的比爾定律曲線。把 10 克硝酸銨 (NH_4NO_3) 加進 10 毫升 0.1 摩爾的硫酸銅 (CuSO_4) 和 90 毫升 0.20 摩爾的氨 (NH_3) 的混合溶液中

(形成 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 混合離子)，並稀釋成標準溶液。

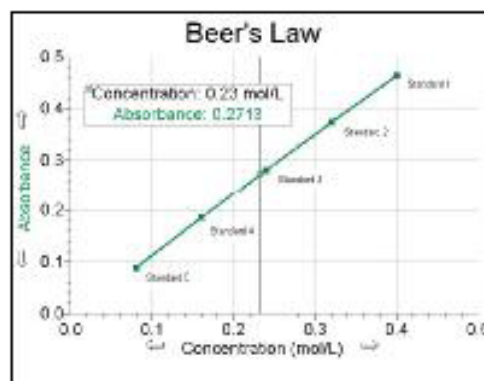
- **食用色素溶液：紅、藍、綠：**一種花費較小的得到上述溶液的方法是使用食用色素製作成的溶液。我們也可以得到非常好的比爾定律曲線。把 6 滴紅、藍或綠色食用色素加入 1 公升水中。紅色溶液用藍色發光二極體光 (470 nm)，綠色溶液用藍色發光二極體光 (470 nm) 或紅色發光二極體光 (635 nm) 來分析，藍色溶液用紅色發光二極體光 (635 nm) 來分析。由於溶液的實際濃度是未知的，所以先假定為 100%，然後再稀釋到 80%、60%、40% 和 20%。檢查初始溶液，確定其吸收比不超過 1.0。

你可以在威尼爾的實驗書中找到以下實驗更詳細的指示，在每個實驗後都注明。

實驗 11，化學配合威尼爾

尋找一個溶液的濃度：比爾定律

這個實驗採用標準和未知的硫酸鎳 NiSO_4 (或綠色食物色素) 溶液配合使用威尼爾比色計。使用紅色發光二極體 (635 納米)。這裏所顯示的是使用 *Logger Pro* 程式擷取的實驗資料。注意我們的程式允許你從插入功能沿回歸線的吸收值決定未知樣本的濃度。



實驗 20，化學配合威尼爾

化學平衡：尋找一個常數， K_c

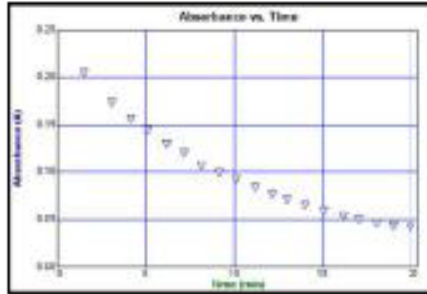
我們的實驗書中包含了決定這個熟識的化學反應的平衡常數的實驗。



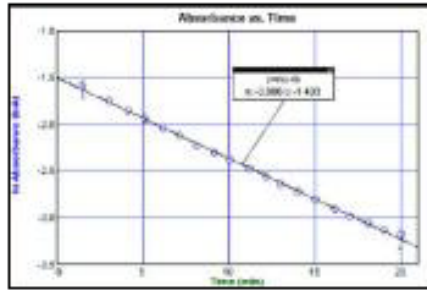
實驗 30，化學配合威尼爾

測定結晶紫反應的速率定律

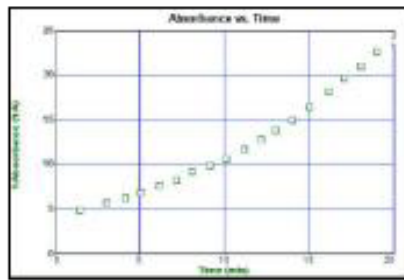
這裏的資料是通過 10 毫升 2.5×10^{-5} 摩爾結晶紫溶液和 10.0 毫升 0.10 摩爾氫氧化鈉的反應得出的。第一圖表是吸收與時間。下一張圖表顯示的是吸收的自然對數與時間，顯示這個反應對結晶紫(濃度)來說是第一級的。



吸收 與 時間：反應不是零級



\ln 吸收 與 時間：反應是第一級



$1/\text{吸收}$ 與 時間：反應不是第二級

測試 7 和 8，水質配合威尼爾 (直磷酸鹽、總磷酸鹽，和硝酸鹽) (直)

為了使用比色計確定無色溶液中的一個離子，我們必須增加介質來產生顏色（例如一個著色的複雜離子）或通過沉澱物的形成做成的渾濁度。我們假設顏色的強度（和它做成的吸收發光二極體光的能力）與離子的濃度成比例。Hach 公司銷售分析例如硝酸鹽離子以及磷酸鹽離子的預知品質的試劑，也有許多其他比色法測試的試劑，方便配合使用。使用比色計做這些離子的水質的測試在我們的水質實驗手冊中有描述。

實驗 7，生物配合威尼爾 光合作用

在這個實驗中，學生使用一種藍色染料（2,6-氯酚紅靛酚，或DPIP）監測光合作用的

過程。當光合作用進行時，染料從藍色轉變成無色。

實驗 8，生物配合威尼爾 **酒精對生物膜的影響**

學生可以使用比色計監察紅色素的釋放來看不同酒精對甜菜細胞膜的效果。

實驗 13，生物配合威尼爾 **生物膜**

在這個實驗中，學生確定各種因素對生物膜的壓力（滲透的平衡、洗滌劑，或酸鹼度）。我們使用光的吸收來監察膜損傷的程度。

實驗 9，生物配合威尼爾 **人口動力學**

在這個實驗中，學生使用比色計來監控酵母（量）的成長。

注意：此產品只合適教育使用，不合適工業、醫療、研究、或商業上應用。

保固

威尼爾公司承諾所有產品沒有設計上的缺陷和製造上的瑕疵。自出售日起，在正常使用下免費保固五年，人為損壞除外，正常消耗品（如 pH 緩衝液、離子電極校正液等）除外。

注意：鑑於維護台灣消費者之權利，台灣總代理廣天國際有限公司僅維護出具貼有廣天國際有限公司保固貼紙之產品，才享有上述之服務。

製造商

威尼爾軟體與技術公司 (Vernier Software & Technology)
13979 S.W. Millikan Way Beaverton, Oregon 97005-2886 USA
電話：888-837-6437
傳真：503-277-2440

台灣總代理

廣天國際有限公司

地址：台北市信義區基隆路二段115號7樓之3

電話：02-23822027

傳真：02-23820206

郵編：110

電郵：support@calculator.com.tw

網站：www.vernier.com.tw

