

滑手機做實驗

陳旻玓

國立花蓮女子高級中學
imeasternking@gmail.com

■ 前言

一般高中教師欲進行化學實驗時，常常會遇到課堂不足、儀器老舊、經費短缺、安全顧慮等問題，因此不論在定性或定量實驗方面，常存在著諸多的限制，這些不便，導致學生成少有動手做實驗的機會。即便現今的教育現場出現越來越多可攜式的數位實驗設備，方便帶到教室內進行，但是放學離開校園後，便很難再接觸到實驗，學生很難將實驗的探究精神落實在生活之中。

隨著手機日漸普及，以往危險性高而難以執行，或是需要特定儀器才能操作的實驗，皆有可能透過手機 App 的模擬實驗（例如燒杯 App），或是利用手機內建的感應器（例如氣壓計、光照度計），搭配合適的 App，進行實驗測量與分析。以下將簡單分享筆者在課堂上使用燒杯、氣壓計、光照度計三種免費手機 App 應用於教學及心得。

■ 燒杯 APP 簡介與課堂模擬實作體驗：

2015 年蘋果公司在 Apple Store 公佈的最佳 APP 名單中，燒杯(beker)獲選為『最具創意的 App』的手機程式，驚訝四方^{1,2,3}。此

款軟體介面如同名稱一般，將手機畫面變成燒杯，讓使用者可在手機上進行化學反應。開啟這個 App 後，使用者可以自由選擇欲加入的藥品(有 150 多種藥品可選)，即可能發生『化學反應』，比如燃燒、爆炸、沉澱、變色...等，除了有畫面之外，更有音效，螢幕上還會顯示反應式(內建約 300 多條反應式)。「燒杯」實驗結束後，不用清洗，只要將手機傾斜，就能把藥品『倒掉』，相當新奇。此 App 亦提供 android 系統手機體驗的 App，燒杯 (beaker)手機 App 圖示及連結如下：



下載網址：Google play,
<https://goo.gl/GipR5a>

臺灣化學教育

除了一般的固態、液態藥品可以選擇外，還有加熱、點火等功能，另外更支援手機連線，可以將藥品由一支手機『倒入』另一支手機，詳細介紹及操作，可參考上列連結。下圖為部份部分實驗畫面展示，左至右分別為：酸鹼指示劑、燃燒、焰色。

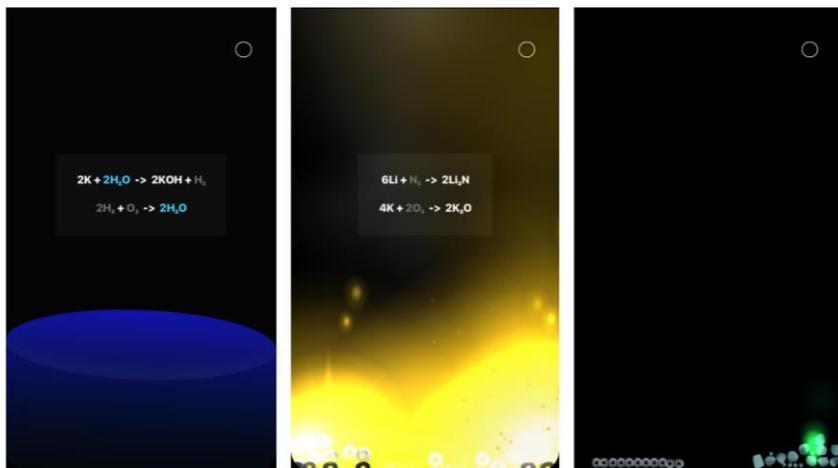


圖 1：「燒杯」實驗畫面截圖

由於此應用程式並非針對特定主題，故在課堂簡介後，便開放學生分組自由使用，接著分享發現。有趣的是課堂上手機數量甚多，常常出現有人倒掉藥品，卻被附近手機接收之窘況，這是手機連線功能在設計時沒有想到的問題吧！下圖為學生操作情況。



圖 2：燒杯 App 體驗學習

■ 手機內建感測器簡介

一般手機除了通話外，還有定位、照相、辨識(例如指紋辨識、虹膜辨識)等功能，這些豐富功能歸功於手機內建多樣感應器，搭配使用可達到更佳效果，像是相機對焦就需要

距離感測器、環境光度感測則可辨識是否需開閃光燈。茲將感應器依照常用功能分類如下：

- 一、相機相關：距離感測器、環境光源感測器
- 二、屏幕方向切換：重力感測器、加速度感測器、磁感測器、霍爾感測器
- 三、手機定位與導航：GPS、氣壓感測計、陀螺儀



臺灣化學教育

四、健康相關：加速度感測(計步器)、心率感測、血氧感測、紫外線感測

(以上感測器為參考各家手機主要功能後條列，詳細配件則依照手機規格、等級而有不同)

透過多項感測器結合，使手機能達到預期使用目的，反過來講，由於感測器確實存在，亦可透過特定 App 將其感測數據連結並由螢幕顯示，作為隨手可得之實驗儀器，無須成本(部分 App 須付費，但通常可找到較初階的免費版本)，教師即可進行相關課程設計，融入實驗教學之中。

■ 氣壓計 App 的介紹與波以耳定律實驗教學

氣壓計 App 分為確實感測氣壓，與透過 GPS 定位接收氣壓數值兩種，由於手機系統差異，學生可以搜尋下載後，放入真空保鮮盒抽氣檢驗，同時培養自己找尋適合程式的能力。筆者使用的 App 圖示及連結如下(ios



系統)：

下載網址：<https://goo.gl/sxuC3J>

波以耳定律主要探討定量氣體在定溫下，氣體壓力與體積的關係，過去物理科使用的是一端封閉的 J 型玻璃管，內裝水銀，利用兩端水銀面的高度差來量測氣壓。由於玻璃器材造價較高，且易脆，使用的水銀藥品是管制品，且有安全疑慮，無法帶到課堂使用；化學科亦有相關氣壓測量裝置，不過是利用玻璃管內染色的食鹽水裝置，觀測水面的升降量來計算氣壓。當然時代進步，也可以使用一般的壓力計，甚至數位壓力感測器來進行氣體相關實驗。

本文透過手機安裝氣壓計 APP 作為氣壓感測器，再搭配真空保鮮盒及針筒，即可簡易、快速完成波以耳定律的驗證。實驗使用器材及步驟如下：

一、實驗器材：

智慧型手機(安裝氣壓計 App) 1 台、真空之保鮮盒及抽氣棒(640mL 以上) 1 組、2 或 3 號橡皮塞 1 個、5mL 塑膠針筒 1 支、10mL 塑膠針筒 1 支。

二、實驗步驟：

1. 將塑膠針筒拉至 2mL 位置，用橡皮塞封住開口端。
2. 打開氣壓計 APP，關閉螢幕保護程式後，將手機連同塑膠針筒一同置入可抽真空之保鮮盒內，相關實驗裝置如下圖所示。

臺灣化學教育

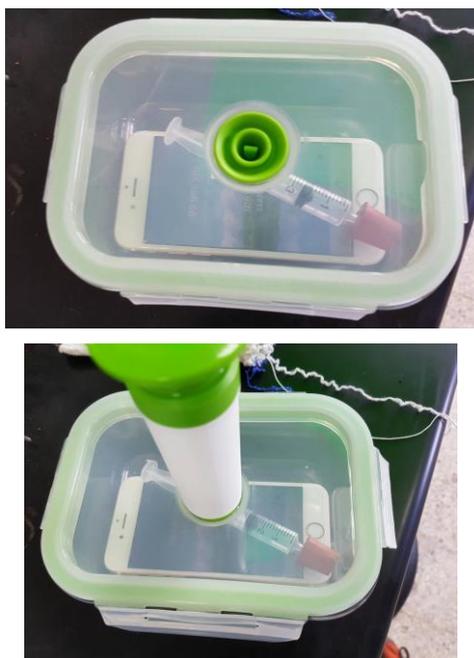


圖 3：波以耳定律實驗裝置

- 紀錄起始氣壓及體積後，利用抽氣棒抽氣，讀取氣壓計讀數及塑膠針筒內氣體體積數值，最少紀錄 8 組數據，再以氣體壓力 $P(\text{atm})$ 分別對氣體體積 $V(L)$ 及體積倒數 $(1/L)$ 作圖。
- 重複上面三個步驟，並將起始體積改為 3mL。

三、課堂實況與使用心得：

透過生活可得的器材，做出化學課本上的實驗，學生備感新奇。本次課程搭配其他氣體定律相關實驗進行，由於數據取得容易，故要求學生每個起始體積都做 8 組以上的數據。各組需自備筆電，或直接利用手機計算機來處理數據；經作圖後，可以發現正比、反比的趨勢皆非常明顯，其中正比的線性回歸線 R 平方值高達 0.99 以上。下圖為學生操作實況：



圖 4：學生進行波以耳定律實驗情形

早期教到波以耳定律時，除了直觀說明現象外，總是得花許多時間解釋 J 型管構造，甚至使用濃鹽水染色、搭配透明水管模擬 J 型管演示實驗，但水柱高度需轉換壓力單位、開口端需加上大氣壓...等，往往造成學習上的困難。現在只需打開手機 APP 並置於密閉空間，透過抽氣過程，不僅可以觀察到體積的變化，還可以直接讀取各種不同單位的壓力數值，省卻了單位換算，非常方便。缺點是目前尚未找到簡易增壓裝置，所以僅用於減壓實驗驗證波以耳定律。

■ 光照度計 App 應用於比色實驗

臺灣化學教育

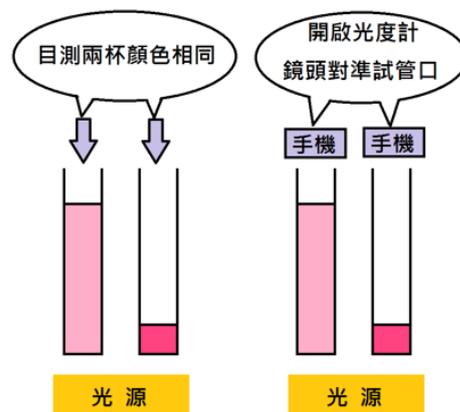
手機做為光學儀器，如照度計、手機顯微鏡...等，並非新聞，搜尋 App 時，更有多種搭配市售裝置的手機光譜儀。本次比色實驗使用非常初階的感光功能，相關適合的 App 可輸入如照度計、感光計、光度計等關鍵字搜尋，可以找到不少的免費項目。筆者使用的「LUX」App 圖示及連結如下(iOS 系統)。



下載網址：<https://goo.gl/f6uGYX>

傳統的比色法實驗需用雙眼直視試管內的溶液，試管的下方則是日光燈管。不只實驗完成後學生會感覺『眼冒金星』，單憑肉眼判斷的實驗，精準度並不如想像中高！雖然手機並沒有直接分光的功能，我們卻可以透過光照度 APP (以下簡稱照度計)，感測透過液體後的照度變化，改良比色法裝置。

傳統比色法 光度計改良比色法



註：試管均需以深色紙包覆，降低環境光源影響

由於筆者目前任教高二，尚未學習化學平衡，故本次實驗僅以照度計檢測有色離子(Fe^{3+})之濃度。其中標準液為 0.2 M，未知液分別配置了 0.1 M 及 0.05 M 供學生測量。

一、實驗器材及藥品

智慧型手機(光源及照度計 App)2 台、試管 4 隻、塑膠滴管 1 隻、黑紙(包覆比色管用)適量、0.2 M(標準液)與兩種濃度低於 0.2 M 之未知濃度的硝酸鐵溶液各 6 mL 左右。

二、實驗步驟

- 1.分別將裝有未知濃度溶液試管及標準濃度(0.2 M)試管以黑紙包覆。
- 2.先測量未知濃度試管：在試管的下方安置一支開了手電筒的手機作為光源，若亮度太高，可以中間隔著一張紙。請注意固定每次實驗時光源位置，以免影響實驗結果。

臺灣化學教育

3. 在上端使用另一支手機，打開照度計 App，並將感測鏡頭對準試管開口，測量光照度的數據。請注意每次測量時對準的位置需相同，以免影響數據測量。裝置如圖：

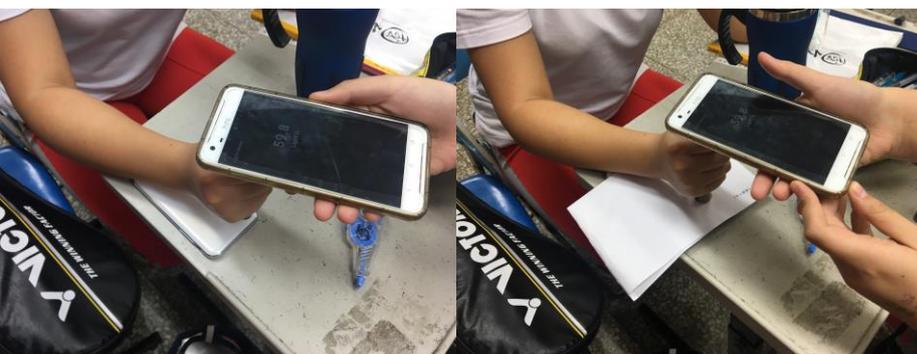


圖 5：圖左直接用手機光源，圖右使用紙張降低手機光源強度

4. 改以標準溶液做測量，並用滴管吸取溶液至光度至與未知液相等，打開包覆的黑紙，測量溶液高度比，並推算未知溶液的濃度。

三、課堂實況與使用心得：

單憑肉眼觀測，一般人可以明顯看出不同濃度的鐵離子溶液，其顏色的深淺差異，但無法說出正確的濃度。透過肉眼觀察並引入比色的概念後，學生大致可以接受液體高度與濃度的關聯，此時若引入照度計概念，學生就能更清楚的了解比色實驗的操作與原理。下圖為學生操作實況：

圖 6：學生利用手機照度感測器及相關 APP 進行比色實驗

雖然照度計的精準度不如預期，但配置濃度落差較大(本次課程為：標準液 0.2 M、未知液分別為 0.1 M 及 0.05 M)，學生仍可大致測量出溶液的高度比分別為 1:2:4，從而

推算出濃度關係，比起只有肉眼觀測，數據



測量後的結果更有說服力。

實驗中比較麻煩的部分是手機光源、鏡頭都比較集中，所以些微的偏移就會有不一樣的結果，單人操作較困難，需要 2~3 位同學分工合作，才能順利進行，若能使用固定架，相信實驗會更精準。

■ 結語

化學實驗是化學學習中不可或缺的部分，隨著科技進步，手機功能日益強大，能做的事早已超乎傳統想像；像過去，教師只能用真空保鮮盒演示壓力改變下，氣體體積的定性變化，卻無法帶學生做到氣體定律的定量分析；今日，在智慧型手機強大的功能輔助下，實驗的測量變得更方便，也更準確了。

享受科技便利的同時，借助科技，與時俱進，相信可以讓基礎科學實驗更貼近生

臺灣化學教育

活！

■ 參考資料

1. 蘋果年度創新 App：「Beaker」(民 104)。數位時代。民 108 年 1 月，取自：
https://www.bnext.com.tw/ext_rss/view/id/1140733
2. 實測 2015 年度最具創意 App：燒杯 BEAKER (民 105)。Life 生活化學。民 108 年 1 月，取自：
<https://www.lifechem.tw/blog/151205>
3. 黃慧雯 (民 105 年)。3C 小學堂：手機感測器好多種 5 分鐘搞懂原理。中時電子報。民 108 年 1 月，取自：
<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20160528001322-260412>