

行動科技、擴增實境與 3D 實驗影片教學： 行動載具遊戲式化學創新教學

張荊攢

國立臺灣師範大學附屬高級中學

chem0968@hs.ntnu.edu.tw

國立臺灣師範大學附屬高級中學與信望愛基金會合作辦理教育平台實驗計畫，獲該基金會協助，提供本校 2700 台教學所需的行動載具，這獨特的條件，使本校發展數位融入教學進入重要的里程碑。學生有了這批行動載具，使本校資訊融入教學有了更多的實踐與發揮創意的機會，在此分享本校化學科實施遊戲式創新教學的經驗成果，還請不吝指教。

■ 背景說明

一、理論基礎

電玩遊戲通常具備長期吸引使用者關注和接觸的一種特性。遊戲式教學法就是希望利用電玩遊戲來引發學生的學習動機，解決傳統學習較無法吸引學生投入的缺點，讓學生學習的更快、更好。同時因為同儕的互相競爭，對於學習的成效與效率，皆有大幅的提升。但一般家長對於讓學生在課堂上或是課後透過玩遊戲來學習，仍然存有疑慮，因此教師必須透過良好的遊戲環境設計、妥適的教學法以及

優質的學習素材，來消除或減緩家長的擔心。

二、學校環境

本校積極參與資訊科技融入教學的教案研發與教學模式的翻轉，以強化教師社群的運作及模式發展，推展以學生為主體的資訊科技融入教學。因此本校在推動資訊科技融入教學時，著重以下部分，如圖 1 所示。

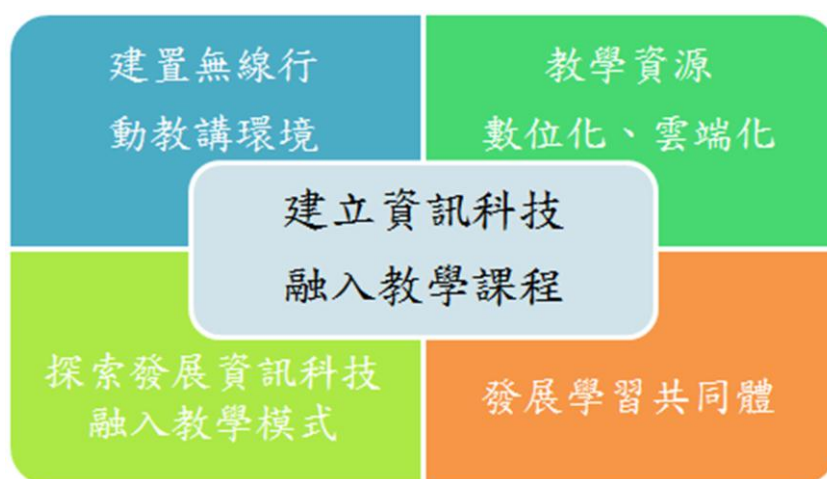


圖 1：國立師範大學附屬高級中學
資訊科技融入教學發展架構圖

目前本校高一各班教室均已建置無線網路基地台兩台，高二各班一台，並與信望愛基金會合作辦理教育平台實驗計畫，提供一、二年級學生及本校教師行動載具 2700

台，進行數位融入教學使用。除硬體資源外，已陸續建置多項雲端數位學習相關資料庫。

本校目前相關數位學習系統如下：

- (一) **校園雲端播客系統 (IGTs)**：提供教師建置個人教材庫，並整合教師專業發展評鑑各項指標，進行資料統整。
- (二) **附中 E 學院 (Moodle)**：進行課堂的數位互動學習，以學生為導向，設計數位學習活動，增加教師與學生互動，激盪更多的學習成效。
- (三) **數位雲端教室 (Adobe connect)**：透過 Adobe connect 的介面，老師可以進行雲

端教室學習，透過 FLV 檔案格式的傳輸，降低網路頻寬需求，提升影像品質。並錄製精采的課堂講解，以作為學生課後自行補救教學使用。

同時也配合信望愛基金會合作計畫，成立教師工作坊，工作坊主要目標：其一為進行模擬實驗應用程式的開發與設計，其二為研發遊戲式教學模式，活化教學，以符合教學需求，兼顧專業與趣味性，已有相當成果。

三、課程設計

本校執行資訊科技融入教學計畫，以教師社群為運作模式，集結老師們的能量，發

表 1：溶解度規則

陰離子	陽離子	溶解性
全部	鹼金屬離子 (Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Rb^+ 、 Cs^+)、 NH_4^+	可溶
NO_3^-	全部	可溶
CH_3COO^-	全部 (Ag^+ 除外)	可溶
Cl^- 、 Br^- 、 I^-	Ag^+ 、 Pb^{2+} 、 Hg_2^{2+} 、 Cu^+ 、 Tl^+ 其他陽離子	難溶 可溶
SO_4^{2-}	Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Pb^{2+} 其他陽離子	難溶 可溶
S^{2-}	鹼金屬離子、 NH_4^+ Be^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 其他陽離子	可溶 可溶 難溶
OH^-	鹼金屬離子、 NH_4^+ 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 其他陽離子	可溶 難溶
PO_4^{3-} 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-}	鹼金屬離子、 NH_4^+ 其他陽離子	可溶 難溶
CrO_4^{2-}	Ag^+ 、 Pb^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Sr^{2+} 其他陽離子	難溶 可溶

展資訊科技融入創新教學。選擇發展的主題為高中化學課程中「化學沉澱」與「電解電池」兩個主題，原因是這兩個主題需要背誦記憶，而沒有確切的規則，是學生最感無力的章節。希望藉由此課程設計，發展出讓學生學習主動、學習成效提升的教學模式。

本校在發展數位學習規劃之初，就是希望發展能在各種平台上執行的相關教案為主，因此設計程式時以 Android 為主，在 BYOD (bring your own device) 的概念下發展教學模式，同時以平板最基礎的功能為出發，進行資訊融入教學，另以 Moodle 及 IGTs 為數位學習平台，以最多數行動載具可以使用為最高原則。

■ 創新教學模式

一、利用平板繪圖功能，學生發想背誦技巧與背誦圖。

首先，學生參考溶解度規則，如表 1 所示。

然後，利用繪圖功能說明可以記憶溶解度規則的方式，圖 2~4 是老師示範的圖檔說明。

二、創作一首朗朗上口的歌曲

化學教師創作一首朗朗上口的化學沉澱歌曲，由學生樂團歌唱，讓學生便於記憶，如影片 1 所示。

歌名：沉澱 ing

作詞：吉佛慈老師

作曲：五月天

編曲：張有為



圖 2：IA 學妹向學長請安 (氫鉍)，全溶。



圖 3：IA 請安並告知有空 (spare 鋁銀)，學長請 (氫) 學妹仰 (氧) 望星空 (氫氧根)。



圖 4：IA 請安並介紹 IIA 給學長認識，學長請兩位留 (S^{2-}) 住加入天文社。

歌詞：

阿瑞尼士 根據實驗 提出了解離
陰陽離子 在水溶液 不理或不離
 $IA^+ H^+ NH_4^+$ 遇陰離子 高傲不想理



影片 1：沈澱 ing · <https://www.youtube.com/watch?v=bc4pj2AbZc8>。

但是 有些 沈澱 你 一定要 記
(P-R-E-C-I-P-I-T-A-T-E!)

沈澱 ing 不離 ing

氯溴碘 遇汞銅銀 鉍鉛 不分離

沈澱 ing 硫酸鉻酸根

前者遇 鈣鋇錒鉛 後者遇 鋇銀鉛不離

粉筆小新 觀察反應 想找出規律

陰陽離子 在水溶液 不理或不離

醋酸硝酸 遇陽離子 高傲不想理

但是 有些 溶解 你 一定要 記

(D-I-S-S-O-L-V-E!)

溶解 ing 不理 ing

氫氧根 遇 $IA^+ H^+ NH_4^+ Sr^{2+} Ba^{2+}$ 不理

溶解 ing 碳酸硫負離

除了遇 $IA^+ H^+ NH_4^+$ 後者遇 IIA^{2+} 也不理

未來某年某月 某日某時 某分某秒 某人某地 某種未知的反應

不會忘記 此刻 不理或不離

(P-R-E-C-I-P-I-T-A-T-E! D-I-S-S-O-L-V-E!)

沈澱 ing 不離 ing

(一) 沉澱查詢機

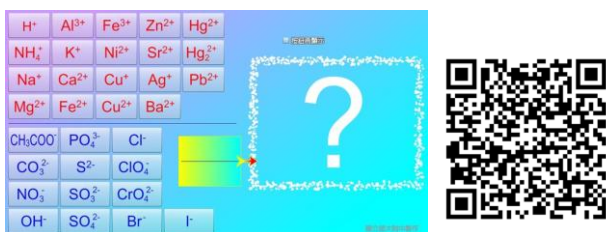


圖 5：沉澱查詢機 App 的畫面之一（上）及其 QR code（下）

下載網址：<https://play.google.com/store/apps/details?id=air.air.PrecipitationTable>

(二) 快打沉澱表



圖 6：快打沉澱表 App 的畫面之一（左）及其 QR code（右）

下載網址：<https://play.google.com/store/apps/details?id=air.air.FastPrecipitation>

(三) 電池成雙

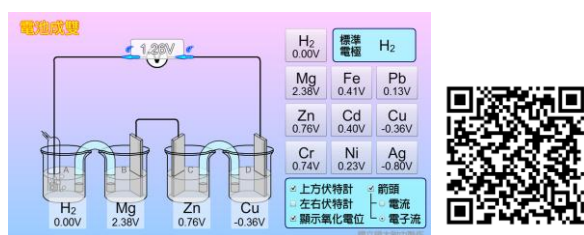


圖 7：電池成雙 App 的畫面之一（左）及其 QR code（右）

下載網址：<https://play.google.com/store/apps/details?id=air.air.Battery4Cup>

氯溴碘 遇汞銅銀 鉅鉛 不分離
 沈澱 ing 硫酸鉻酸根
 前者遇 鈣鋇錳鉛 後者遇 鋇銀鉛不離
 化學 反應 一輩子都形影不離

三、製作教學用 Android App

為了讓學生於課後有練習的機會，本團隊自行設計程式，編寫了化學沉澱的 App，讓學生可以利用此 App 進行課後學習。原本設定學生學習以精準為主，後來學生開始競爭，看誰最快過關，除了比精準度還比反應速度，讓化學沉澱反應表，變成了學生的自主反應。

目前本校開發四個 App，分別為「沉澱

(四) 化學尋寶



圖 8：電池成雙 App 的畫面之一（左）及其 QR code（右）

下載網址：<https://play.google.com/store/apps/details?id=air.air.UnknowChemistry2014>

查詢機」、「快打沉澱表」、「電池成雙」及「化學尋寶」，以寓教於樂的方式讓學生在自然而然的環境中學習。以上所述之教學 App 皆可於 Android 系統中的 Google Play 商店裡免費下載，下載網址及 QR code 如圖 5-8 所示。

■ 教學活動設計和教學歷程報告

一、主題：沉澱反應

如表 2 所示。

二、教學歷程報告

(一) 沉澱反應的教學歷程報告，如影片 2 所示。



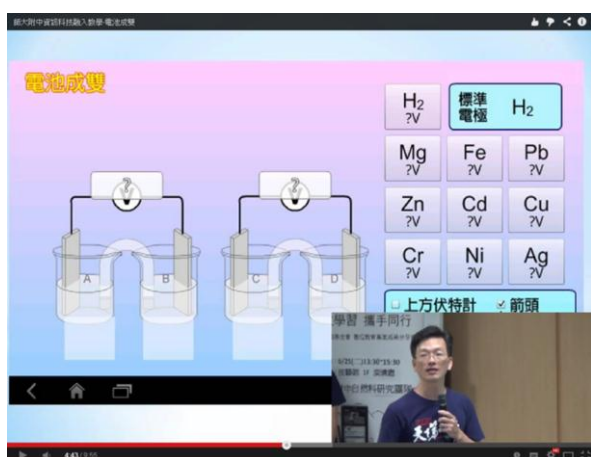
圖 9：學生利用平板電腦上課的情形

表 2：沉澱反應教學活動設計

教學主題	沉澱 ing	設計者	吉佛慈
教學對象	高一普通班學生	教學時數	3
教學對象分析	所任教之高一班級是本校 102 學年度入學學生，由具有化學科學習性向的 40 位學生組成，其中女生 12 位，男生 28 位。		
教材來源	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本校自然科團隊設計製作之 App-1-沉澱查詢機。 2. 本校自然科團隊設計製作之 App-2-快打沉澱表。 3. 自編講義 4-3 化學反應-沉澱 ing。 4. 自編歌曲-沉澱 ing -改編自附中校友「五月天」專輯中之戀愛 ing。 5. 平板電腦 (hTC flyer) 之掃描 QR code 功能、繪圖軟體、拍照功能、文字輸入功能。 6. 自編教學 PPT。 7. 自製教具 (陰陽離子字卡-用於「沉澱心臟病」活動；陰陽離子對-用於「配對快狠準」活動)。 8. 南一版高一基礎化學課本及教師手冊。 		
設計理念	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以學習者為中心之理念設計課程，以老師拋出問題，小組學生以競賽方式解決問題來帶動學習脈絡。 2. 運用 hTC 捐贈本校的平板電腦相關功能設計教案，進行資訊融入教學。 3. 針對教材內容設計「App」程式，提供學生學習樂趣及效率。(本單元共設計兩個 App)。 4. 運用資訊載具之文字書寫、拍照、繪圖、錄音等。 5. 運用圖像學習法，引導學生將相關的沉澱反應先經由諧音聯想，再以繪圖法畫出故事情節，以快速記憶重要反應結果。 6. 運用自編的沉澱表口訣，搭配耳熟能詳的旋律 (挑選附中學長-五月天專輯中的歌曲)，編成「沉澱 ing」歌曲，設計「接唱競賽」活動來鞏固學習。 		
教學內容分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以國中學過的實驗 (二氧化碳使澄清石灰水混濁) 及地理學過的石灰岩地形為導入點，建立沉澱反應的概念基礎。 2. 由解離說介紹陰陽離子的來源。 3. 陰陽離子結合時可能生成可溶鹽、微溶鹽、難溶鹽，其中生成難溶鹽便是沉澱反應。 		

教學內容分析	4. 介紹實驗室中常見鹽類的溶解情形。 5. 介紹陰陽離子的分離與鑑定方法。
教學目標	九年一貫能力指標 或 高中課綱指標
	1. 知道化學反應常伴隨沉澱、光、熱、氣泡或顏色變化。 2. 明瞭阿瑞尼斯的解離說內容。 3. 了解何謂沉澱反應。 4. 了解各種常見鹽類在水中的溶解情形。
教學目標	單元具體目標
	1-1 化學反應伴隨的現象有：沉澱產生、顏色改變、氣體生成、熱量改變等。 1-2 沉澱反應是常見的化學反應。 2-1 阿瑞尼斯的解離說，對電解質在水溶液中導電的情形提出解釋。 2-2 解離是指分子或鹽類分離成帶電的離子。 3-1 沉澱反應是指產生難溶性固體的反應。 3-2 利用沉澱反應可以進行離子的分離與辨識。 4-1 了解實驗室中各種常見鹽類的溶解情形。

(二) 電池成雙的教學歷程報告，如影片 3 所示。



影片 3：師大附中資訊科技融入教學-電池成雙，<http://youtu.be/195iChGqK8k>。

(三) 化學尋寶的教學歷程報告，如影片 4 所

示。

三、課程觀摩照片

學生利用平板電腦，使用老師開發的 App 上課情形，如圖 9 所示。

■ 成效評估

一、千變萬化 App 教學

本校化學科教師成功研發數個平板電腦專用之 APP 應用程式，透過應用程式，學生可以在平板電腦進行虛擬實驗，觀察高達數百種的化學反應過程，並瞭解實驗的本質與目標。在虛擬實驗後，進行實際操作時，可減少不必要的浪費與危機。



影片 4：師大附中資訊科技融入教學-化學尋寶，<http://youtu.be/6JbVATzdhlM>。

二、從實務投影機變成 SNG

藉由行動載具及前項行動環境的建置，可利用無線影像傳輸的技術，將教師教學的演示內容，即時轉播在教室內的螢幕，使所有同學皆可觀察完整的演示內容，而不會有死角。甚者教師可將戶外的教學素材，透過畫面錄製或即時傳輸方式，帶進上課的教室內，直接進行教學活動。

三、藉用載具多元化功能提升教與學的面向

透過群組的學習方式，學生可以利用行動載具上網收集資料、透過鏡頭拍攝影片或照片，透過電腦編輯，並利用雲端影音平台及教室內的無線行動教學環境，在課堂上進行學習成果的演示及分享。老師也可以輕易地觀察及統計學生的學習效果，立即給予全體或個別的回饋或指導，對於創意式學習有極大的助益。

四、數位學習資源的數位匯流

雖然目前針對高中開發的專屬應用 App

可以說是鳳毛麟角。但是應用在行動學習上仍有許多的資源可以應用。常見的電子書、影音資料都是可以結合行動載具發揮綜效。例如應用在化學元素介紹及化學相關實驗的教學影片，利用平板配合課程設計，學生可以先在課前了解相關基本知識，進而對課間活動時有更多的互動，這些都是行動載具所帶來更便利的學習改變。

■ 教學反思

一、行動學習的導入不只是教學硬體的改變，而是教學模式大幅的翻轉。

學習的過程教師將由教學者變成學習引導者，這對教師的教學是一大挑戰。因此組織教師專業社群，開設各種資訊增能工作坊，及辦理教學觀摩，可增加教師的參與度。

二、無線網路環境的建置，是行動學習教學成敗的關鍵。

本校高一各班配置兩台基地台，支援行動學習，成果良好；高二各班僅一台，學生在課堂使用上就略顯不足，尤其是連續幾個班一起使用時，常無法支援教師教學，影響教師使用行動學習教學意願。因此建置全校通暢的無線網路環境及足夠的頻寬，是推進行動學習的首要課題。

三、利用分組學習方式，多數學生皆能積極參與。

少數同學對平板電腦的功能及操作法不熟悉，有點跟不上步調，需要同學不斷協助。可在各組安排一位小助理，賦予他們協助同學的任務。

四、部分學生家中無網路資源，影響整體教學活動。

部分學生無法在課後時間操作平板電腦上傳課前活動及課後活動作業。建議學生可以在下課時間或放學後留校完成，也可運用台北市各捷運站免費網點或到可搜尋到 Taipei Free 之免費網點的地方上傳作業。

■ 結語

發展行動學習的核心是將學習的主體還給學生，教師的角色由教學者轉變為引導者，希望透過行動載具所帶來的便利性，協助學生自我主動學習。但發展行動學習的成敗，仍取決於校園網路環境的支援，教師運用資訊的能力及教師設計課程的知能，這還需大家努力。

■ 誌謝

本次行動載具遊戲式化學創新教學實驗能順利完成，非常感謝信望愛基金會王雪紅董事長的大力支持，也非常感謝本校物理科潘冠錡老師 App 程式研發的情義相挺，當然要更感謝陳昭錦老師帶領的化學雲端實驗室教學創新應用團隊，所展現出化學專業及教學熱忱，讓人印象深刻。所有化學科教師經過近一年的時間，熱情參與七次教材研發工作坊的腦力激盪，並經吉佛慈老師、吳孟修老師、江青釗老師、黃彬峰老師的課堂實驗或演示，開發出四個化學教學 App，希望能供全國化學教師參考，為高中化學教育盡一點棉薄之力。