

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PMS1110014

學門專案分類/Division：數理

執行期間/Funding Period：2022.08.01 – 2023.07.31

體驗式學習暨 CLIL 教學模式對分析化學課程學習成效之研究
分析化學(一)

計畫主持人(Principal Investigator)：林泱蔚

協同主持人(Co-Principal Investigator)：林愛恩

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立彰化師範大學化學系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2023/06/27

體驗式學習暨 CLIL 教學模式對分析化學課程學習成效之研究

一. 本文 Content

1. 研究動機與目的 Research Motive and Purpose

本研究將應用「體驗式學習暨 CLIL 教學模式」之策略，進行分析化學(一)課程教學。教學場域為一般教室及教學實驗室。本研究對象為本校化學系二年級 51 位大學生，學生背景為高中一般生，繁星及個人申請占全班人數 56.3%。目前高中並無開設分析化學原理課程，對於所有的同學而言都為一門新的科目。其中大部分學生學測英文級分皆落在 11-12 級分區間(占全班人數 47.2%)。

針對分析化學本質及測量誤差定義的內容(Ch1: The Nature of Analytical Chemistry 及 Ch3: Precision and Accuracy of Chemical Analyses)將以 CLIL 教學模式進行。CLIL 教學模式將以共學夥伴及自主學習的方式，結合英語對話，增加學生參與度。或是結合多媒體互動教學(YouTube)，仿照”空中英語教室”的教學影片。藉由口說英文、字彙練習、搶答活動、小組分組活動不斷引導學生進行英語分組討論。針對分析化學(一)課程內容(Ch4: Random Errors in Chemical Analyses, Ch5: Statistical Data Treatment and Evaluation 及 Ch6: Sampling, Standardization and Calibration)將以體驗式學習為主，課堂講授為輔之教學方法。其中利用 2 次進行實驗數據收集，分別應用於 7 次體驗式學習活動進行數據處理及學習反思。

學習成效評估將利用 Kirkpatrick 自評學習成效量表，待 111 學年度課程結束後施測，測驗結果將與 110 學年度的學生(傳統講述授課方式)相比較，探討體驗式學習暨 CLIL 教學模式對分析化學課程學習成效之影響。此外，111 學年度學生之教學評鑑及該課程學期成績也納入學習成效評估考量。

因此，本研究將以體驗式學習暨 CLIL 教學模式進行分析化學(一)的教學活動，希望提升學生的表達力、自主學習力及增加學生間互動及參與度。本研究主要研究目的如下：

- (1) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與課程教材實用性的相關影響。
- (2) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與思考角度及技巧的相關影響。
- (3) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與改善事情處理看法的相關影響。
- (4) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與應用所學開擴原有思維和做法的相關影響。
- (5) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與應用所學提升倫理與法律認知的相關影響。
- (6) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與應用所學提升溝通表達能力的相關影響。
- (7) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與應用所學增進自我管理能力的相關影響。

2. 文獻探討 Literature Review

本研究之目的在於探討體驗式學習暨 CLIL 教學模式進行分析化學(一)的教學活動，與學生的表達力、自主學習力及學生間互動及參與度的關係。為了達到研究目的，本章節藉由相關文獻之回顧，以深入探討與本研究相關的體驗式學習及 CLIL 教學模式之相關的研究情形，以作為本研究之參考。

一、體驗式學習

體驗學習要讓學生從實際經驗中學習(吳清山、林天祐, 2004)，讓學生夠有實際操作的機會，透過實際接觸學習材料讓學生產生具體經驗，進而對經驗產生感受與反省。就此觀之，體驗學習需透過做中學(learning by doing)的理念，強調起而行、做而省(王為國, 2016)。

所謂的體驗式教學(Experiential Learning)的教育哲學與理論係來自於杜威(John Dewey)的著作「經驗和教育」(Experience and Education)一書，可謂之為現代體驗學習發展的理论起源(陳美華、李尚穗、簡秋蘭，2017)。再者，體驗式教學是一種主動學習，給予個人一種模擬的經驗，以互動學習的方式取代單向的教學，並藉由體驗學習的方法提供有目的之主動學習機會。另外，體驗學習透過真實之情境，也能增強自身與共學者互動，且在活動參與中一起進行反思內省與分享，以增強個人成長與組織互動運作和應變的能力(徐正芳，2005)。此外，Kolb也表示體驗式教學可藉由體驗活動來增進學生利用自身的能力、團隊的合作、人際的溝通、自信的建立、問題的解決、極限或壓力的挑戰，以及領導與被領導等歷程，以達到設定訓練的目標，學習有價值的知識或觀念。因此，本研究之目的在確認經過體驗式教學活動是否能有效增加學生的學習成效(包含經驗、知識、技能或態度)，未來能有效地運用到實際生活及工作之中。

陳惠欣(2019)以食品科學系大一學生為研究對象，接受一學期以體驗式學習為介入策略，融入於食物學原理課程中，並探討其對於大學生是否可引發主動學習的興趣，重建其學習信心與成就。結果顯示接受體驗式學習會讓自己更願意去蒐集資料，也更願意花時間去學習，更難能可貴的是開啟了自主學習。同學也表示體驗式學習對於他們在食品專業知識學習有正面的影響。教師的回饋為體驗式教學是教學現場的輔助教學方式，配合單元活動的設計融入專業課程中，能夠提升學習興趣、學習態度與出席率，與激發出同學的責任感、成就感與自主學習。學生的學習回饋認為體驗式學習的課程讓他們除了專業知識的學習外，也產生責任感、成就感，覺得非常有趣，除了希望未來還有類似的課程也願意再參與外，也很推薦未來的學弟妹可以用這樣的方式上課。

陳美華(2011)以餐飲管理系學生為研究對象，探究校外企業參訪教學體驗式學習法與教師教導使用學習單對大學生學習體驗滿意度與學習成效的影響。研究發現：實驗組學生在體驗前對課程的期望顯著高於對照組學生，而體驗後之實驗組學生對課程的認知明顯地高於對照組；此外，實驗組學生之學習成效、學習單及學習評量成績亦皆顯著地優於對照組學生。因此，企業參訪實務體驗課程透過學習單的使用確實可以增加學生的學習效果，以引導學生吸收良好的專業實務經驗，進而使實務課程與理論課程相互印證。

二、學科內容與語言整合學習 (Content and Language Integrated Learning, CLIL)

David Marsh 提出學科內容與語言整合學習教學法(Content and Language Integrated Learning, CLIL)，即將學科結合語言兩者並行學習學科內容，且透過學科教師運用第二語言進行學科教學(侯雅文、林政逸，2021)。學生同時學習英語及學科知識及技能，實施的方式具有彈性(廖偉民，2020)。此意思為學科內容和語言學習在課堂中的比重需依據學習情境、學習者程度、教材資源等條件因素進行適當的調整(鄒文莉，2018)。

CLIL 教學核心理論是根據 Coyle (1999, 2005) 4Cs (content, communication, cognition, culture) 教學原則。第一個 C 為內容 (Content)，即新知識學習或是學科專業皆可視為內容；第二 C 為溝通 (communication)，強調教師和學生或學生間的互動等過程中使用目標語，增加使用目標語的時間，達到以目標語溝通之成效；第三項 C 為認知 (cognition)，培養學生運用高層次思維技巧學習，和語言之間取得平衡產生學習成效；最後一 C 為文化 (culture)，著重瞭解他人的文化，與自身文化產生連結與比較，進而學習對他人文化的認知與跨文化溝通之能力(黃子純，2019)。綜合上說，CLIL 教學模式是指在學習學科內容過程中，語言內容和認知思考之間的分析、搭配與統整，以建構知識、技能，最後透過使用語言達到文化交流之效果(劉欣旻、鄭涵予，2019)。

實施 CLIL 教學模式以跨語言及跨文化為出發點，因此，在教學上更能呈現對多元文化的認同與交流等面向。2030 年台灣將進入雙語國家世代，教育部無論在師資培育方面或是大學教學政策方面，皆鼓勵教師進行雙語教學。例如：從職前訓練及在職進修兩管道加以培育，並開設「學士後教育學分班」管道培育雙語師資，希冀於 2030 年前培育雙語教學師資達 5000 名。此外，111 高等教育深耕計畫也將強調深化學生一般及專業英語能力，協助學生發展有利

銜接推動 EMI 課程之學習基礎，建構雙語學習環境。然而，在實施 CLIL 教學過程中，產生學生英語能力及領域專業知識不足之問題，導致在聽力與對課程內容理解方面產生落差。因此，利用繪製心智圖輔助學習或是在教材或教學等方面進行多元化模式(例如：Kahoot 及 YouTube)，提供課外學習教材。同時，可用多元化評量方式，檢核學生學習情形(例如：小組討論時運用英語來說明想法)。

3. 研究問題 Research Question

本研究將以體驗式學習暨 CLIL 教學模式進行分析化學(一)的教學活動，希望提升學生的表達力、自主學習力及增加學生間互動及參與度。本研究主要研究目的如下：

- (1) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與課程教材實用性的相關影響。
- (2) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與思考角度及技巧的相關影響。
- (3) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與改善事情處理看法的相關影響。
- (4) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與應用所學開擴原有思維和做法的相關影響。
- (5) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與應用所學提升倫理與法律認知的相關影響。
- (6) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與應用所學提升溝通表達能力的相關影響。
- (7) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與應用所學增進自我管理能力的相關影響。

4. 研究設計與方法 Research Methodology

一、教學設計與規劃說明

(一) 研究主題

本研究將應用「體驗式學習暨 CLIL 教學模式」之策略，進行分析化學(一)課程教學。探討此一策略是否能有效提升 111 學年度的學生對於教材的實用性看法、新思維力、溝通表達力、問題解決力及自我管理力。學習成效評估將利用 Kirkpatrick 自評學習成效量表，待 111 學年度課程結束後施測，測驗結果將與 110 學年度的學生(傳統講述授課方式)相比較，探討體驗式學習暨 CLIL 教學模式對分析化學課程學習成效之影響。

(二) 教學目標

本研究之教學目標有二：

- (1) 發展融入分析化學原理課程之體驗式學習暨 CLIL 教學活動。
- (2) 以行動研究法(110 學年度學生為控制組，111 學年度學生為實驗組)，探討此體驗式學習暨 CLIL 教學活動對分析化學課程學習成效之影響。

(三) 教學方法

- (1) 體驗式學習教學活動：預計進行體驗式學習活動皆有相配合之學習單。學習單內容包含動手做實驗量測、數據計算處理及學習反思。體驗活動分別為 Learn Microbalance and Micropipette、Find the density of liquid using Excel Calculations、Find a Gaussian Curve-1 (Flipping Coins)、Find a Gaussian Curve-2 (Calibration a 10 mL pipette)、Replicate data for Calibration a 10 mL pipette (confidence limit)、Q-test, t-test, F-test, ANOVA (Calibration a 10 mL micropipette)、Calibration curve, standard addition, and internal standard (Colorimetric detection of Ag^+ , Au^{3+} and Fe^{2+} ions by using Tannic Acid)。
- (2) CLIL 教學活動：針對分析化學本質及測量誤差定義的內容將以 CLIL 教學模式進行，學習分析化學常用英文術語。CLIL 教學模式將以共學夥伴及自主學習的方式，結合英語對話與繪製心智圖方式，增加學生參與度。或是結合多媒體互動教學(YouTube)，模仿”空中英語教室”的教學影片，藉由口說英文、字彙練習、搶答活動、小組分組活動不斷引導學生進行英語分組討論。

(3) 傳統講述授課活動：課本教材選自 Fundamentals of Analytical Chemistry 10E, Skoog, West, Holler and Crouch, Eurasia Book Cooperation。教材內容由書本提供之 ppt 為主，部分講義內容會修正。

(四) 成績考核方式

成績考核方式以全部體驗學習活動占成績 55%，三次筆試占成績 35%，口頭英文分組報告佔成績 10%。統整總成績為該學期該生之學期成績。測驗考題內容主要是依分析化學(一)課程內容、課程目標、能力指標、習作題型所編制雙向細目表。該學習知識測驗適用對象為化學系學生，在考量題數、題目內容以及比對課程內容、習作評量後確立。

(五) 學習成效評量工具

以 Kirkpatrick 多年來所發展的評估模式為主要建立量表的來源，用來評估學生學習成效。其評估項目包含反應、學習、行為及結果。然而「結果」的評估需經長時間觀察表現才能得到此課程的有效性。故僅以反應、學習及行為等三項做為量表主要構面(自評學習成效量表)。此評量表為 5 分量表，每個構面層次皆為五題項。此外，111 學年度學生之教學評鑑及該課程學期成績也納入學習成效評估考量。

(六) 教學場域

教學場域為一般教室及教學實驗室(二場次收集所需處理數據，時間皆不超過 50 分鐘)。本研究對象為本校化學系二年級 55 位大學生，學生背景為高中一般生，繁星及個人申請占全班人數 56.3%。其中大部分學生學測英文級分皆落在 11-12 級分區間(占全班人數 47.2%)。

二、教學設計

(一) 研究架構

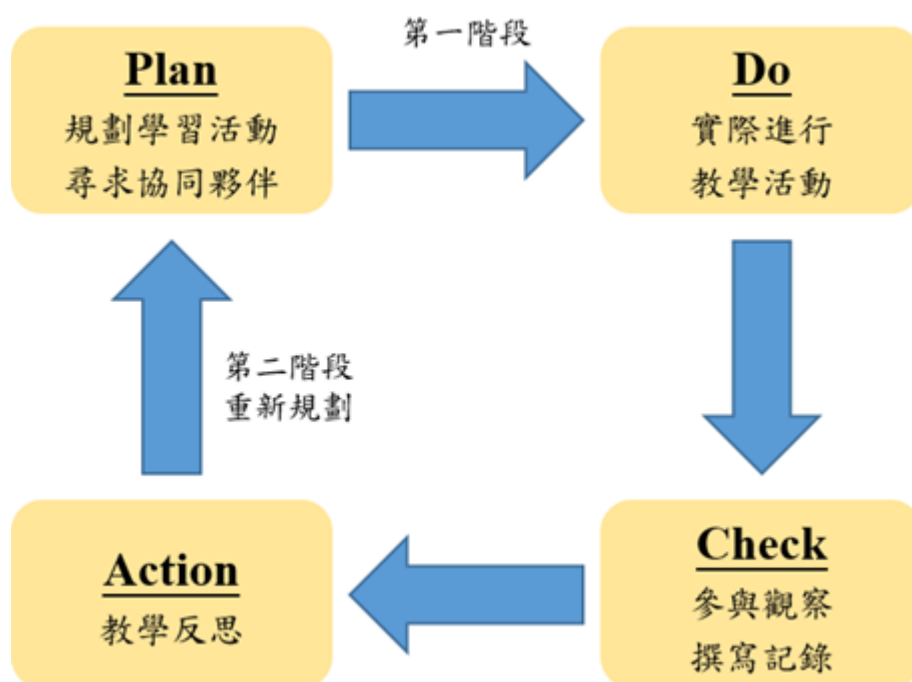


圖 1. 體驗式學習暨 CLIL 教學模式研究架構

(二) 研究問題

本研究將以體驗式學習暨 CLIL 教學模式進行分析化學(一)的教學活動，希望提升學生的表達力、自主學習力及增加學生間互動及參與度。本研究主要研究目的如下：

- (1) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與課程教材實用性的相關影響。
- (2) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與思考角度及技巧的相關影響。
- (3) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與改善事情處理看法的相關影響。
- (4) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與應用所學開擴原有思維和做法的相關影響。
- (5) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與應用所學提升倫理與法律認知的相關影響。

- (6) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與應用所學提升溝通表達能力的相關影響。
- (7) 體驗式學習暨 CLIL 教學模式與應用所學增進自我管理能力的相關影響。

(三) 研究方法與工具

本計畫將以 Kirkpatrick 多年來所發展的評估模式為主要建立量表的來源，用來評估學生學習成效。其評估項目包含反應、學習、行為及結果。然而「結果」的評估需經長時間觀察表現才能得到此課程的有效性。故僅以反應、學習及行為等三項做為量表主要構面(自評學習成效量表)。此評量表為 5 分量表，每個構面層次皆為五題項。資料蒐集後再由計畫主持人進行內容分析，探討體驗式學習暨 CLIL 教學模式融入大學專業課程對於提升學習成效之影響。

(四) 資料整理與分析

施測結果收集後，究使用 SPSS 28.0 統計軟體進行學習成效量表分析與學生學習成效評估分析為兩大主軸。一是分析學習成效量表構面檢定情形與信度分析，及各題項因素負荷量分析，另一為分析學生學習成效。量表依 110 年度結果，擬由三個構面組成，每個構面各 5 題 15 個題項，將分別分析構面與題項之相關統計與分析。分析方法為 KMO 與 Bartlett 球形檢定及題項因素分析與量表構面信度分析。依據外國學者觀點（引自吳明隆，2007），KMO 值應介於 0~1 之間，其值愈接近 1 時，表示愈適合進行因素分析。Bartlett 球形檢定則需達到顯著水準，才能表示母群體相關矩陣間有其共同因素存在，希望藉由 KMO 值或球形檢定值來判斷本問卷是否適合進行因素分析。

確認完量表信效度後，再統計學生學習成效及量表構面描述性統計。針對因素負荷量，其因素負荷量係數值標準如下：0.45 是普通 (fair) 程度、0.55 是好 (good) 的程度、0.63 為非常好 (very good) 程度、0.71 則為理想 (excellent)。預期能滿足每題項因素負荷量均屬非常好以上，才能說明各題項可解釋程度的情形。最後，將學習成效和該學生之學期成績進行一致性分析，評估體驗式學習暨 CLIL 教學模式融入分析化學課程之可行性。

(五) 實施程序

- (1) 文獻探討：蒐集國內外體驗學習活動及 CLIL 教學模式之相關文獻，並瞭解其實施成效，作為分析化學課程體驗式學習暨 CLIL 教學模式之教學活動設計參考。
- (2) 規劃 CLIL 教學模式：初步規劃將進行英文教學影片講稿及英文紙本教材撰寫，完成約 50 分鐘 CLIL 教學影片。並且設計分組討論學習單及多媒體互動問題。
- (3) 尋求 CLIL 協同合作夥伴：在本校文學院尋求協同教學的教師，並與其溝通說明本課程教學目標，達成共識，模仿”空中英語教室”的影片拍攝，成果如圖 2 所示。

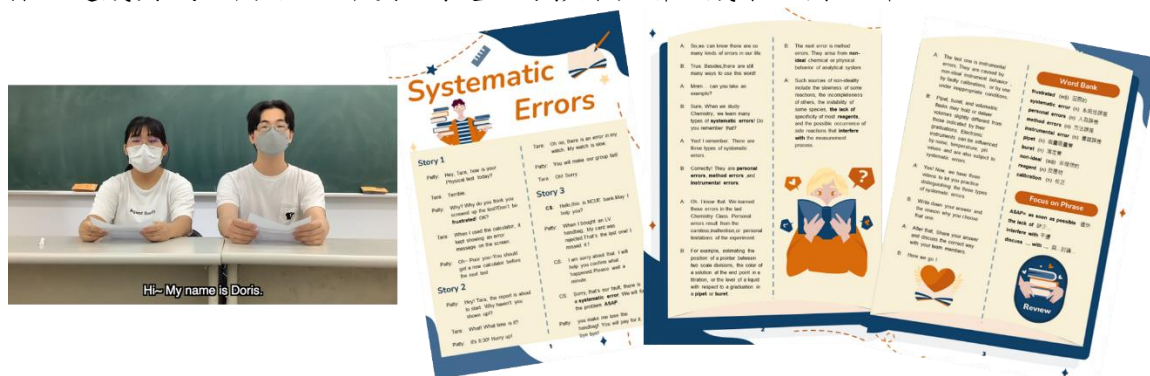


圖 2. 系統性誤差影片及英文文稿教材。

- (4) 設計體驗式學習活動：重新整合講述式課程內容，並於教學活動中融入測量活動。目前已規劃二場次進入教學實驗室收集所需處理數據，方便進行體驗式學習活動。
- (5) 實施體驗教學活動：依據設計之教學活動進行或然率理論、區分精密度或精確度、信賴區間、統計檢定(t-檢定、F-檢定及 Q 檢定)、變異係數分析、標準添加法和內標準法等分析化學定性定量單元。於教學活動間進行研究評估資料收集。
- (6) 評估實施成效：檢測時間點在課程結束後，形同形成性評量，檢測時間點通常在課程實施一段時間後，為了檢視學習成效而進行評估。測量時間利用約 10 分鐘進行施測。

(g) 修正問題、總結行動研究成果、分享教學活動及撰寫成果報告。

5. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

一、敘述性統計

110 學年度，本人在以能短時間內傳授最多化學知識的講述式教學法為主，進行分析化學(一)課程之授課任務。110 學年度分析化學(一)課程之教學評量平均分數為 4.58 分(滿分為 5 分)。111 學年度，本人改以本研究授課方式為主，進行分析化學(一)課程之授課任務。111 學年度分析化學(一)課程之教學評量平均分數為 4.47 分(滿分為 5 分)。兩學年度相比較，雖然教學評量平均分數降低了 0.24 分，但是體驗式學習暨 CLIL 教學模式仍是可以被學生所接受。透過教學評量質性回饋發現：課程活動太多、花太多時間在做實驗收集數據，沒聽到上課內容、學習單太多，填寫描述模糊，很難結合課本知識和所得到數據等。

在相同課程但不同授課方式結束當下，立即進行 Kirkpatrick 自評學習成效評量表施測，施測時間約 10 分鐘。Kirkpatrick 自評學習成效評量表共 15 題。因量表為 5 點量表，其值 5 代表「非常同意」、值 4 表示「同意」、值 3 表示「普通」、值 2 代表「不同意」、值 1 表示「非常不同意」，數值的高低即表示學生對學習成效自我評量肯定與認同程度的高低。表 1 呈現本人在 110 及 111 學年度學生自評學習成效的統計結果，包含每題項題目、平均數及標準差。

表 1. 110 及 111 學年度 Kirkpatrick 自評學習成效評量表描述性統計表

題目	110 學年度		111 學年度	
	平均數	標準差	平均數	標準差
1. 研修課程後，我覺得課程內容很充實。	4.07	0.68	4.25	0.79
2. 研修課程後，我覺得課程教材很實用。	3.96	0.76	4.38	0.62
3. 研修課程後，我覺得課程安排很適當。	4.26	0.66	4.19	0.74
4. 研修課程後，我覺得教師表達很清楚。	4.52	0.64	4.38	0.70
5. 研修課程後，我覺得教師教學態度很認真。	4.74	0.53	4.90	0.30
6. 研修課程後，我覺得有提升對這個課程相關的知識與認知。	4.33	0.68	4.17	0.70
7. 研修課程後，我覺得有學習到不同的思考角度與技巧。	3.85	0.72	4.02	0.72
8. 研修課程後，我覺得所學的內容與知識具有實用價值。	4.19	0.68	4.10	0.76
9. 研修課程後，我覺得授課內容容易理解與吸收。	4.19	0.68	4.36	0.66
10. 研修課程後，我覺得有助於改善事情處理的看法。	3.85	0.72	4.07	0.75
11. 研修課程後，我有應用所學，以開擴原有思維和做法。	3.85	0.82	4.02	0.72
12. 研修課程後，我有應用所學，以提升倫理與法律認知。	3.33	0.92	3.57	1.17

13.研修課程後，我有應用所學，以提升溝通表達能力。	3.67	0.88	3.79	0.75
14.研修課程後，我有應用所學，以提升問題解決能力。	4.00	0.68	4.19	0.71
15.研修課程後，我有應用所學，以增進自我管理能力。	3.63	0.84	3.88	0.94

由上表可知，110 學年度講述式教學法，從平均分數來看，第 2 題、第 7 題、第 10 題至第 13 題及第 15 題平均值低於 4，其值介於不同意~同意之間的自我認同度，表示以傳統講述的上課方式，學生對於教材的實用性、新思維力、溝通表達力、問題解決力及自我管理力的肯定度較為低弱。第 4 題及第 5 題平均數值分別為 4.52 及 4.74，其值皆介於同意至非常同意之間的肯定認同度，即表示學生對於本人的教學態度有高度正面的肯定與認同。111 學年度體驗式學習暨 CLIL 教學法，從平均數值來看，除了第 12 題、第 13 題及第 15 題外，其餘皆高於 4 分，皆介於同意至非常同意之間的肯定認同度，表示以體驗式學習暨 CLIL 教學法進行課程授課，學生對於授課反應、學習及行為皆朝向高度自我肯定。若同時比較二者教學法差異，111 學年度中除了第 3 題、第 4 題、第 6 題及第 8 題的平均值略低於 110 學年度外，其餘皆高於 110 學年度。分析其原因及由學生教學評量質性回饋，可能原因是第一次進行體驗式學習暨 CLIL 教學法，在課程時間安排、表達方式、整體知識傳遞過程及實用價值未能有效充分掌握。因此，此結果將對本學期的教學方法、課程內容及評估方式進行整體性考量，做為下次課程進行的參考依據。

二、學生學習表現

110 學年度修習分析化學(一)的學生(n = 68)，在學期成績方面(成績評量方式為 3 次考試各占 30%，平時成績占 10%)，全班平均分數為 75 分，標準差為±17 分。共有 5 人學期成績未達 60 分。111 學年度修習分析化學(一)的學生(n=51)，在學期成績方面(體驗學習活動占成績 55%，三次筆試占成績 35%，口頭英文分組報告佔成績 10%)，全班平均分數為 77 分，標準差為±10 分。共有 2 人學期成績未達 60 分。雖然平均分數僅提升 2 分，但是分數標準差降低了±7 分，學期成績未達 60 分減少 3 人。此結果顯示，體驗式學習暨 CLIL 教學之多元評量，對於學生學期成績有正向鼓勵。

三、結果分析

在自評學習成效量表方面，110 學年度分析結果無論在反應、學習及行為三構面，學生自我評量學習成效均有正面性認同與肯定度(如表 2 所示)，即學生對分析化學課程傳統講述方式的訓練與學習成效皆正向性認同與肯定。然而，在「行為」構面每題平均較低，僅 3.70。相較於 110 學年度分析結果，111 學年度無論在反應、學習及行為三構面皆有正向提升(如表 3 所示)。然而，在第 11 題至第 15 題之「行為」構面仍無法超過 4.00 分，表示目前所設計之體驗式學習暨 CLIL 教學內容在影響學生日後學習行為有待加強。

表 2. 110 學年度自我評量學習成效量表三構面描述性統計表

構面	最小值	最大值	平均數	標準差	題數	每題平均
反應	15.00	25.00	21.56	2.56	5	4.31
學習	15.00	25.00	20.22	2.68	5	4.04
行為	11.00	25.00	18.48	3.53	5	3.70

表 3. 111 學年度自我評量學習成效量表三構面描述性統計表

構面	最小值	最大值	平均數	標準差	題數	每題平均
反應	18.00	25.00	22.10	2.06	5	4.42
學習	15.00	25.00	20.71	2.59	5	4.14
行為	11.00	25.00	19.45	3.47	5	3.89

111 學年度修習分析化學(一)的化學系大二學生共 51 名，其中大部分學生學測英文級分皆落在 11-12 級分區間(占全班人數 47.2%)，表示應該可以實施 CLIL 教學模式。以英文教學影片及課本原文教材為主，進行分組討論學習單及多媒體互動問題。在當週課程結束後，進行學生 CLIL 授課自我評量(同樣為 5 點量表，其值 5 代表「非常同意」、值 4 表示「同意」、值 3 表示「普通」、值 2 代表「不同意」、值 1 表示「非常不同意」)，結果如表 4 所示。由表得知，目前平均數皆小於 4.0 分，其中第 2 題、第 4 題至第 6 題、第 8 題及第 10 題之最小值為 2.0 分，第 7 題、第 9 題及第 11 題之最小值為 1.0 分，表示學生對於以英文授課分析化學(1)之聽、說及寫之能力，仍較難接受，可能原因是目前高中並無開設分析化學原理課程，對於所有的同學而言都為一門新的科目。

表 4. CLIL 授課自我評量表

題目	最小值	最大值	平均數	標準差
1.研修課程後，我覺得課程內容很充實。	3.0	5.0	3.95	0.57
2.研修課程後，我覺得 CLIL 課程教材很實用。	2.0	5.0	3.68	0.71
3.研修課程後，我覺得 CLIL 課程安排很適當。	3.0	5.0	3.78	0.67
4.研修 CLIL 課程後，我覺得教師英文表達很清楚。	2.0	5.0	3.62	0.86
5.研修 CLIL 課程後，我覺得我更敢說出關於分析化學內容的英文句字。	2.0	5.0	3.68	0.75
6.研修 CLIL 課程後，我覺得我對於分析化學課文裏英文閱讀能力有提升。	2.0	5.0	3.73	0.65
7.研修 CLIL 課程後，我覺得我在分析化學科目裏的英文聽力有提升。	1.0	5.0	3.62	0.89
8.研修 CLIL 課程後，我會嘗試用英文來溝通表達。	2.0	5.0	3.38	0.76
9.研修 CLIL 課程後，我會嘗試用英文來回答測驗問題。	1.0	5.0	3.38	0.92
10.研修 CLIL 課程後，我覺得對於閱讀其它科目的英文能力有所提升。	2.0	5.0	3.54	0.73
11.研修 CLIL 課程後，我覺得我將來能接受全英授課的挑戰。	1.0	5.0	3.08	1.14

此外，部分學生對於 CLIL 教學之質性描述如下：(紅色：反對，橘色：贊成，藍色：鼓勵)

-聽別人念英文、朗誦英文、自行閱讀英文這幾件事有時候真的不在同個腦迴路上，有時感覺聽別人念的時候自己閱讀會被打亂思考。說真的依照我自己的想法還是在學新東西的時候用中文學習比較好，英文有時候在單個字上每個人使用方式的歧異較大(或是剛好漏看字)理解上會有差。

-如果是用在複習的部分或偏理論性質的知識上我還比較能接受，實際题目的方面用英文去帶是我個人有點無法苟同。

-有些單詞發音怪怪的

-念課文還無法充分發揮到英文的表達能力

-對於上課過程中需要同學朗讀的方式不是很認同，希望變為原本的上課方式

-我覺得老師和學生互動很好，雖然大家不太敢開口說英文，但是帶著同學們一起做練習可以增加我們的印象

-我覺得講解題目可以慢一點點，讓我們有思考時間，讓我們開口用英文念課文我覺得不錯，對未來不論是甚麼方面都有幫助

-部分英文還可以，但真的要全英文，對像我英聽比較弱的人較有負擔，覺得可以保持現在部分英文的方式

-本學期有英文口說練習，雖然覺得麻煩，但讓我更加有機會練習到英文口說，很好！

-正所謂教學相長，我覺得如果真的未來的趨勢是要逐漸以全英語融入教學的話，老師上課的時候如果多多用英文跟學生互動也許可以增進彼此英文實力~謝謝老師!!

-對於英文發音不太標準，老師不要太在意，你是最棒的，老師嘎油

-英文教學方面可以在給同學多表現的機會，其他都還不錯!

-希望英文教學可以從學期初就開始，感覺會比較有用

-I think asking students to *read the question is a little waste of time.*

-suggestions: 要考慮調分救救孩子嗎? 另外，參雜著英文教學有點累。

四、研究結果

綜合以上分析，111 學年度分析化學(一)採用體驗式學習暨 CLIL 教學模式可依章節性質不同做總整。在 7 次體驗活動皆配合分析化學課本內容，包含 Learn Microbalance and Micropipette、Find the density of liquid using Excel Calculations、Find a Gaussian Curve (Flipping Coins)、Replicate data for Calibration a 10 mL pipette (confidence limit)、Replicate data for Calibration a 10 mL pipette (Q-test, t-test, F-test, ANOVA)、Colorimetric detection of Ag^+ , Au^{3+} and Fe^{2+} ions by using Tannic Acid (calibration curve, standard addition, and internal standard)。以體驗式學習對於課程教材實用性、思考角度及技巧、改善事情處理看法、開擴原有思維和做法、提升倫理與法律認知、提升溝通表達能力及增進自我管理能力皆有正向影響。雖然在最後 3 項仍未達到同意-非常同意區間，但是相對於傳統講述授課方式仍有所提升。

另外，針對分析化學本質及測量誤差定義的內容(Ch1: The Nature of Analytical Chemistry 及 Ch3: Precision and Accuracy of Chemical Analyses)將以 CLIL 教學模式進行，並且以分組討論報告方式，學習分析化學常用英文術語。分析結果得知，以英文授課分析化學(一)之聽、說及寫之能力，仍較難接受。因此，CLIL 教學模式在學生英文溝通表達能力及增進自我管理能力未有明顯幫助。這部分仍需重新規劃學習活動並且諮詢協同夥伴幫助。

6. 建議與省思 Recommendations and Reflections

本研究將提出以「體驗式學習暨 CLIL 教學模式」融入分析化學(一)課程的教學策略，讓學生處理自己的實驗結果數據，培養學生在分析化學之專業知識與能力、提升學生的表達力及自主學習力、增加學生間互動及參與度，達到提升學習成效的效果。

本研究採行動研究法，課程內容以分析化學(一)「分析化學工具 (課程章節，第 1 章至第 6 章)」為主。今年度學生為實驗組進行體驗式學習暨 CLIL 教學模式融入分析化學(一)教學；去年度學生為對照組(主要是以傳統講述方式教學)，以此兩組不同的教學法作為操作變因。本教學實踐計畫之已完成目標包含 (a) 發展融入分析化學原理課程之體驗式學習暨 CLIL 教學活動；(b) 以行動研究法(110 學年度學生為控制組，111 學年度學生為實驗組)，探討此體驗式學習暨 CLIL 教學活動對分析化學課程學習成效之影響。

以知識測驗、Kirkpatrick 自評學習成效量表及課程教學評量來評估學生的學習成效、興趣、態度及動機。重要結論有 3 點，分述如下：

(1) 111 學年度修習分析化學(一)的學生，在學期成績方面，全班平均分數為 77 分，標準差為 ± 10 分。共有 2 人學期成績未達 60 分。雖然相較於 110 學年度之平均分數僅提升 2 分，但是分數標準差降低了 ± 7 分，學期成績未達 60 分減少了 3 人。此結果顯示，體驗式學習暨 CLIL 教學之多元評量，對於學生學期成績有正向鼓勵。

(2) Kirkpatrick 自評學習成效評量除了少數 3 題外，其餘題目平均數皆高於 4 分，皆介於同意至非常同意之間的肯定認同度，表示以體驗式學習暨 CLIL 教學法進行課程授課，學生對於授課反應、學習及行為皆朝向高度自我肯定。

(3) 111 學年度分析化學(一)課程之教學評量平均分數為 4.47 分(滿分為 5 分)。和 110 學年度相比較，教學評量平均分數降低了 0.24 分，但是由 Kirkpatrick 自評學習成效評量分析結果表示，體驗式學習暨 CLIL 教學模式仍可被學生所接受。

最後，希望將「體驗式學習暨 CLIL 教學模式」之部分策略應用於其它化學領域相關課程，幫助學生提升學習動機及學習成效。

二. 參考文獻 References

吳清山、林天祐(2004)。體驗學習。教育研究月刊，126，151。

王為國(2016)。體驗學習在綜合活動學習領域之運用。臺灣教育評論月刊，5(2)，58-63。

陳美華、李尚穗、簡秋蘭(2011)。體驗式學習法與學習單的使用對企業參訪課程學習成效之研究。遠東學報，28(2)，149-162。

徐正芳(2005)。體驗式教學訓練成效之因素探討。國立中央大學人力資源管理研究所碩士論文。

陳惠欣(2018)。體驗式學習融入大學生食品專業課程學習之行動研究。教育部教學實踐研究計畫。

侯雅文、林政逸(2021)。我國中小學實施 CLIL 教學模式現況、問題與解決策略。臺灣教育評論月刊，10(6)，118-124。

廖偉民(2020)。2020 年臺灣公立國小推展雙語教育之探討。臺灣教育評論月刊，9(9)，090-096。

鄒文莉(2018)。CLIL 教案撰寫和跨領域教師協作。載於鄒文莉、高實玫(主編)，CLIL 教學資源書：探索學科內容與語言整合教學(21-51 頁)。臺北市：書林。

Coyle, D. (1999). Supporting students in content and language integrated learning contexts: Planning for effective classrooms. In J. Masih (Ed.), Learning through a foreign language: Models, methods and outcomes (pp. 46-62). London, UK: Centre for Information on Language Teaching and Research.

Coyle, D. (2005). CLIL planning tools for teachers. Nottingham, UK: University of Nottingham.

黃子純(2019)。華語內容與語言整合學習課程設計與教材編寫：「臺灣社會議題」課程之個案探析。國立臺灣師範大學，臺北市。

劉欣旻、鄭涵予(2019)。探究學科內容與語言整合教學能力：CLIL 教師專業能力分析。學校行政，122，141-153。

三. 附件 Appendix

英文影片內容連結：https://drive.google.com/file/d/1yNyeUhoB2_G-9_2bl-dqagh92UVPs6Ne/view?usp=sharing

Systematic Errors



Story 1

Patty: Hey, Tara, how is your Physical test today?

Tara: Terrible.

Patty: Why? Why do you think you screwed up the test? Don't be **frustrated!** OK?

Tara: When I used the calculator, it kept showing an error message on the screen.

Patty: Oh~ Poor you~ You should get a new calculator before the next test.

Story 2

Patty: Hey! Tara, the report is about to start. Why haven't you shown up!

Tara: What! What time is it?

Patty: It's 8:30! Hurry up!

Tara: Oh no, there is an error in my watch. My watch is slow.

Patty: You will make our group fail!

Tara: Oh! Sorry.

Story 3

CS: Hello, this is NCUE bank. May I help you?

Patty: When I bought an LV handbag, My card was rejected. That's the last one! I missed it!

CS: I am sorry about that. I will help you confirm what happened. Please wait a minute.

CS: Sorry, that's our fault, there is a **systematic error**. We will fix the problem **ASAP**.

Patty: you make me lose the handbag! You will pay for it. bye bye!

A: So, we can know there are so many kinds of errors in our life.

B: True. Besides, there are still many ways to use this word!

A: Hmm... can you take an example?

B: Sure. When we study Chemistry, we learn many types of **systematic errors**! Do you remember that?

A: Yes! I remember. There are three types of systematic errors.

B: Correctly! They are **personal errors**, **method errors**, and **instrumental errors**.

A: Oh, I know that. We learned these errors in the last Chemistry Class. Personal errors result from the careless, inattention, or personal limitations of the experiment.

B: For example, estimating the position of a pointer between two scale divisions, the color of a solution at the end point in a titration, or the level of a liquid with respect to a graduation in a **pipet** or **buret**.

B: The next error is **method errors**. They arise from **non-ideal** chemical or physical behavior of analytical system.

A: Such sources of non-ideality include the slowness of some reactions, the incompleteness of others, the instability of some species, **the lack of specificity** of most **reagents**, and the possible occurrence of side reactions that **interfere with** the measurement process.



A: The last one is instrumental errors. They are caused by non-ideal instrument behavior, by faulty calibrations, or by use under inappropriate conditions.

B: Pipet, buret, and volumetric flasks may hold or deliver volumes slightly different from those indicated by their graduations. Electronic instruments can be influenced by noise, temperature, pH values and are also subject to systematic errors.

A: Yes! Now, we have three videos to let you practice distinguishing the three types of systematic errors.

B: Write down your answer and the reason why you choose that one.

A: After that, Share your answer and discuss the correct way with your team members.

B: Here we go!



Word Bank

frustrated (adj) 沮喪的

systematic error (n) 系統性誤差

personal errors (n) 人為誤差

method errors (n) 方法誤差

instrumental error (n) 儀器誤差

pipet (n) 微量吸量管

buret (n) 滴定管

non-ideal (adj) 非理想的

reagent (n) 反應物

calibration (n) 校正

Focus on Phrase

ASAP= as soon as possible 儘快

the lack of 缺少...


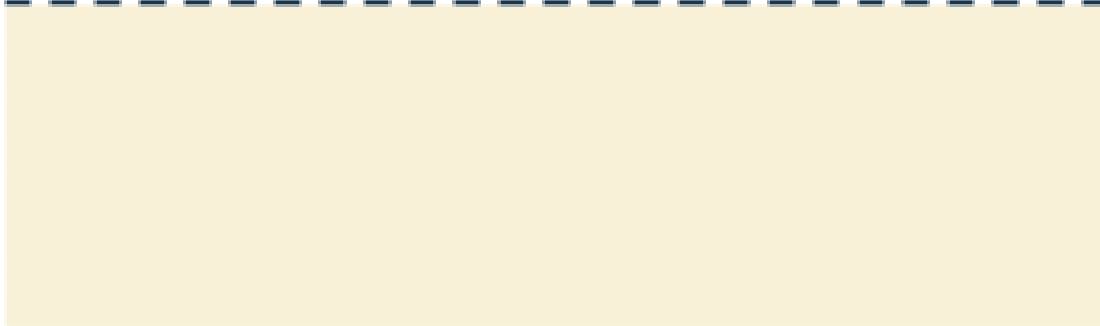
interfere with 干擾

discuss ... with ... 與...討論...


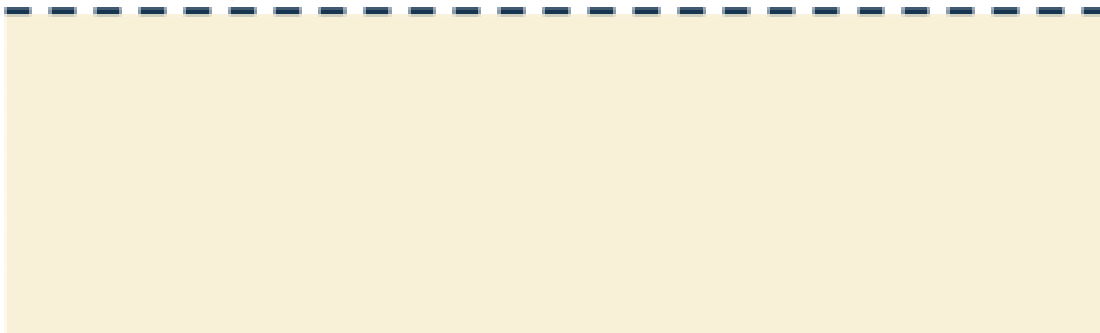




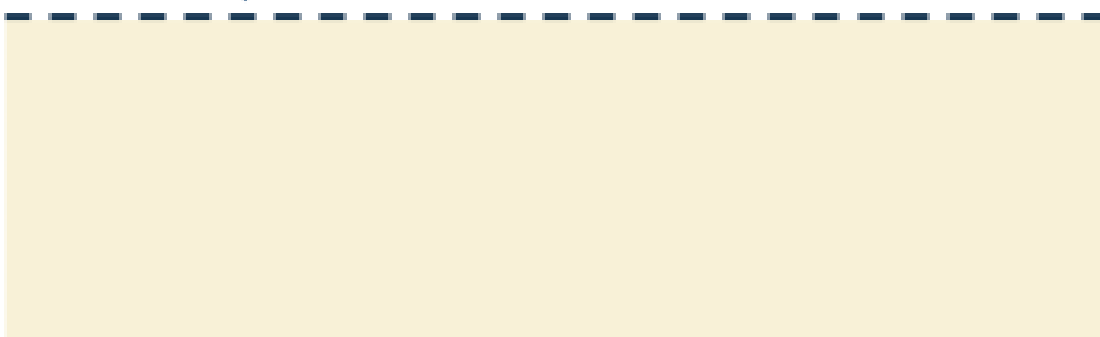
1. In video 1, what kind of systematic error is it? Please explain. What is the correct way to do?



2. In video 2, what kind of systematic error is it? Please explain. What is the correct way to do?




3. In video 3, what kind of systematic error is it? Please explain. What is the correct way to do?





1. Name three types of systematic errors

2. Describe at least three systematic errors that might occur while weighing a solid on an analytical balance.



3. Describe at least three ways in which a systematic error might



4. Describe how systematic method errors may be detected.

5. What kind of systematic errors are detected by varying the sample size?



5



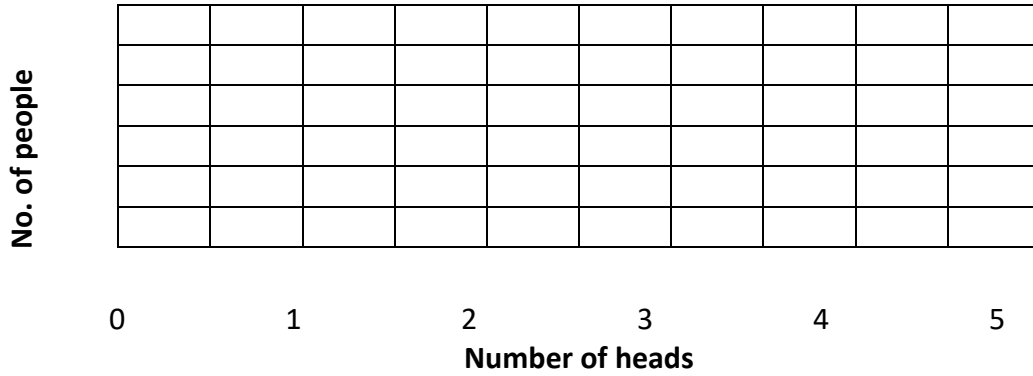
學習活動單-1 : Gaussian curve practice: 2022/10/26

Name: _____ School No.: _____

Activity 1

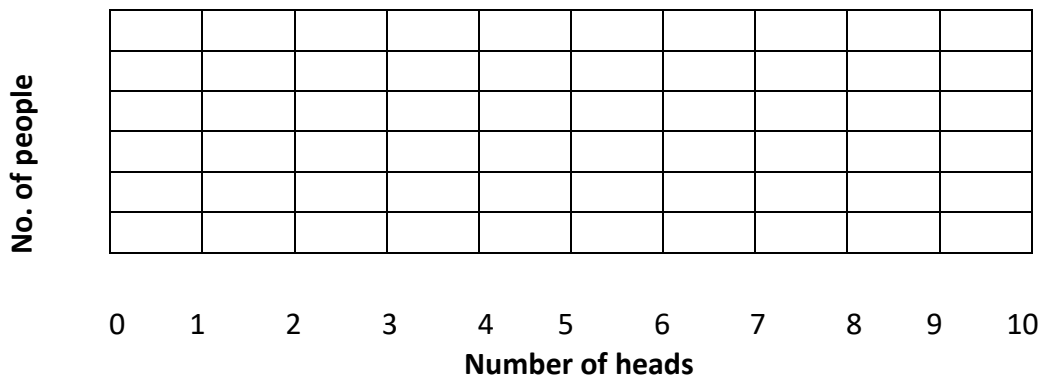
Flipping Coins-5

No.	0	1	2	3	4	5
people						



Flipping Coins-10

No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
people											



Summary

Activity-2

Replicate Data for the calibration of a _____ mL pipet

Temp : _____ Density: _____

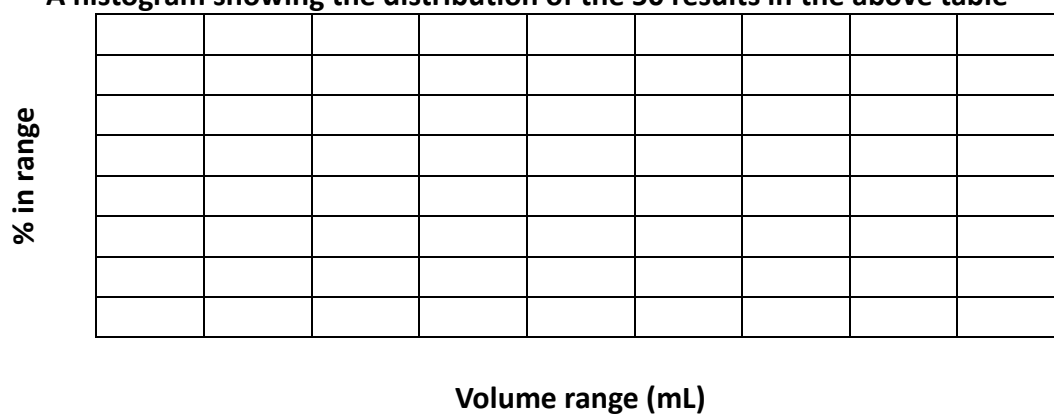
Trial	Mass, g	Volume, mL		Trial	Mass, g	Volume, mL
1				26		
2				27		
3				28		
4				29		
5				30		
6				31		
7				32		
8				33		
9				34		
10				35		
11				36		
12				37		
13				38		
14				39		
15				40		
16				41		
17				42		
18				43		
19				44		
20				45		
21				46		
22				47		
23				48		
24				49		
25				50		

Mean		Maximum	
Median		Minimum	
Std. Dev.		Spread	

Frequency distribution of data from the above table

Volume range, mL	Number in range	% in range
	Total = 50	Total = 100%

A histogram showing the distribution of the 50 results in the above table



學習活動單-2 : Confidence interval practice: 2022/11/30

Name: _____ School No.: _____

Temp : _____ Density: _____

Table 1. Replicate Data for the calibration of a 10 mL pipet-2						
Trial	Mass, g	Volume, mL		Trial	Mass, g	Volume, mL
1				26		
2				27		
3				28		
4				29		
5				30		
6				31		
7				32		
8				33		
9				34		
10				35		
11				36		
12				37		
13				38		
14				39		
15				40		
16				41		
17				42		
18				43		
19				44		
20				45		
21				46		
22				47		
23				48		
24				49		
25				50		

Mean		Maximum	
Median		Minimum	
Std.		Spread	

N = 1, *std.* is a good estimate of σ .

CL:

N = 50, *std.* is a good estimate of σ .

CL:

Activity 2

Determine the 50% and 90% confidence intervals for (a) the first entry1 in **Table 1** and (b) the mean value for **Table 1** in the same example. Assume that in each part, *std* is a good estimate of σ .

Summary:

1. What observation and ideas do you find about confidence level (interval)?

2. Please provide an important concept and conclusion for today's activities.

3. Please give an example of confidence level (interval) in daily lives.

學習活動單-3 : Q-test, t-test, F-test: 2022/12/07

Name: _____ School No.: _____

Temp : _____ Density: _____

Trial	Mass, g	Volume, mL		Trial	Mass, g	Volume, mL
1				6		
2				7		
3				8		
4				9		
5				10		

volume	Mass, g	Volume, mL		Volume	Mass, g	Volume, mL
1.00				6.00		
2.00				7.00		
3.00				8.00		
4.00				9.00		
5.00				10.0		

Activity 1: Outlier rejection

Q1. Decide whether the maximum and minimum value should be rejected at 95% confidence level from the Table 1.

Activity 2: Comparing standard deviation

Q2. Is your measurement significantly more precise than that of other at 95% confidence level?

Activity 3: Comparing an experimental mean with a known value

Q3. What are the volume (mean value) and standard deviation of the pipet you used from table 1? Are the data in agreement with the capacity of the pipet ($10.00 \pm 0.02\text{mL}$) at 90% and 95% confidence level?

Activity 4: Comparison of Two experimental means

Table 3. The volume and standard deviation of the pipet you used

Trial	volume	Standard deviation
A		
B		

Q4. Is A's measurement significantly more precise than that of B at 95% confidence level?

Q5. Do the data indicate a difference between A and B at 95% confidence level?

Activity 5: Paired Data

Q6. A new method for calculating the volume of pipet was developed. To test the method, ten samples containing known volumes of water were analyzed with each method. The paired results are shown in Table 2. Evaluate the accuracy of the new method at 95% confidence level.

Summary:

1. What observation and ideas do you find about statistical calculation?

2. Please provide an important concept and conclusion for today's activities.

3. Please give an example of statistical calculation in daily lives.

學習活動單-4 : Calibration, standard addition: 2022/12/28

Name: _____

School No.: _____

Stock solution: 1.0 M HCl, 1.0 M NaOH, phenolphthalein indicator

Table 1: Strong acid and base neutralization			
Solution	1.0 M HCl (mL)	H₂O (mL)	1.0 M NaOH (mL)
1	0.5	9.5	
2	1.0	9.0	
3	2.5	7.5	
4	5.0	5.0	
5	7.5	2.5	

Table 2: Unknown acid sample 1 (10 mL) neutralization	
Test	1.0 M NaOH (mL)
1	
2	
3	

Table 3: Unknown acid sample 2 (10 mL) neutralization	
Test	1.0 M NaOH (mL)
1	
2	
3	

Table 4*: Unknown acid sample 2 neutralization (single point)			
Sample 2 (mL)	1.0 M HCl (mL)	H₂O (mL)	1.0 M NaOH (mL)
9.0	0	1.0	
9.0	1.0	0	

Table 5*: Unknown acid sample 2 neutralization (multi point)			
Sample 2 (mL)	1.0 M HCl (mL)	H₂O (mL)	1.0 M NaOH (mL)
5.0	0	5.0	
5.0	1.0	4.0	
5.0	2.0	3.0	
5.0	3.0	2.0	
5.0	4.0	1.0	

Calibration, standard addition: 2022/12/28

Name: _____

School No.: _____

Activity 1: Calibration curve from Table 1

Solution	[HCl] (mM) x_i	1.0 M NaOH (mL) y_i
1		
2		
3		
4		
5		

Q1: Construction calibration curve

S_{xx}
S_{yy}
S_{xy}
m
b
R^2

Q2: x-y calibration curve

Activity 2: Qualitative analysis from Table 2 and Table 3

Sample	Average [H ⁺] (mM)	Standard deviation
Sample 1		
Sample 2		

Q3. Are the results in agreement with [H⁺] of sample 1 and sample 2 are 300.0 mM and 300.0 mM, respectively, at 95% confidence level?

Q4. From Table 4, use single point standard addition method to find the [H⁺] of sample2. Is the result in agreement with [H⁺] of sample 2 is 300.0 mM at 95% confidence level (n= 5)?

Q5. From Table 5, use multi point standard addition method to find the [H⁺] of sample2. Is the result in agreement with [H⁺] of sample 2 is 300.0 mM at 95% confidence level (n = 5)?

Sample 2	[HCl] (mM) xi	1.0 M NaOH (mL) yi
1		
2		
3		
4		
5		

Construction calibration curve

Sxx
Syy
Sxy
m
b
R ²

x-y standard addition curve

Q6. Do the data indicate a difference between the result from single point (Q4) and multi point (Q5) method at 95% confidence level?

Student	Single point	Multi point	Different (di)
1			
2			
3			
4			
5			