

有機化學實驗與遠距教學課程設計

何桂華

國立成功大學化學系

z8503006@email.ncku.edu.tw

■ 前言

有機化學實驗在大學部的實驗課程中，相對於普化、物化及分析是屬於較危險的實驗課程，實驗室內會用到不同種類的化學藥品以及較大量的有機溶劑，且反應過程常需要進行高溫加熱，故進入成大有機化學實驗室必須遵守的最高守則，就是「安全第一，學習至上」。第一堂課同學就要接受超過三小時以上的安全震撼教育，除專業知識的學習外，有機實驗更希望培養同學滿滿的愛心及利他的觀念，來維護彼此的安全。這次因為新冠疫情，讓原本動手做實驗的課程，一夕之間風雲變色，學生無法實體上課，改成遠距學習，突如其來的改變，令老師和學生都亂了手腳，唯一的想法，就是該如何在線上，將每一顆想要學習的心凝聚起來，讓同學的學習盡量不受到影響。即使無法實作，也要能深入了解每個實驗的重點，才能收穫滿滿。去年 8 月化學會與台大合辦，2021 全國化學實驗課程設計線上交流會，很榮幸參與介紹成大有機化學實驗及疫情下的課程設計，今撰寫成文稿。

■ 有機化學實驗

成大有機化學實驗室於民國 98 年全面重新規劃，營建成以工安標準為規範的實驗室。實

臺灣化學教育

驗室為每一位上課同學，裝設程式控制型的排煙櫃，並配合設計良好的排氣風管，將實驗室廢氣集中收集，再連結到活性碳濾清水洗塔處理排放。而實驗桌則是以釉晶為材質故可以耐強酸強鹼，且實驗操作台之間的距離符合安全規範，提供學生一個良好安全的實驗空間（圖 1），以便安心作實驗。以下針對有機化學實驗的分組設備、課程安排、上課教材及教學核心，四大項目來介紹成大的有機化學實驗。



圖 1：成大有機化學實驗室

一、有機化學實驗分組及設備

成大化學系有機化學實驗課程，採小班制教學（圖 2），平均每班 21-23 人（一個班級 63-69 人，分成 3 班），每班師資配置除授課教授，還有一位專任助教和一位研究生助教，每位同學獨立操作實驗，享受實驗的樂趣，同時每位同學也獨自擁有一台排煙櫃、一套專屬的玻璃器材及加熱板、抽氣機等實驗設備，實驗室內並配置有常用的儀器，包含：電熱式熔點儀、減壓旋轉濃縮儀、紫外光燈、真空烘箱、真空幫浦、電子天平.....等，其他有機化合物鑑定所需用到的大型儀器 FT-IR、UV-VIS、GC-MS 置放於綜合實驗室共用。



圖 2：小班制教學

二、有機化學實驗課程安排

上學期主要訓練同學各種分離、純化混合物及化合物結構鑑定的技巧，而下學期則以有機合成為主，讓同學藉由實驗教學與理論互相配合。並訓練同學微量試劑操作的實驗技巧，且設計多步驟的合成實驗，以節省藥品消耗及減少環境污染。每學期並安排二次分組研討，讓同學對每個單元實驗的原理及應用能更加深入了解。

三、有機化學實驗教材

以綠色化學相關的實驗作為實驗課程設計的指標(表 1)，除參考國外著名的有機實驗原文課本外，並配合有機實驗室內的各項實驗設備及儀器，自編成英文版的實驗教材，提升學生對原文相關資料及文獻的閱讀能力。

表 1：有機化學實驗更新為綠色化學實驗部份課程內容

混合物的分離、純化技術
Distillation: <i>Simple Distillation of the Ethanol Solution of Unknown Concentration</i> <i>Fractional Distillation of the EtOH-H₂O Mixture and Concentration Assignment of the Unknown</i>
Crystallization: <i>Crystallization of Impure Phthalic Acid, Acetanilide and Benzoic Acid</i>
Thin-Layer Chromatography: <i>Identification of Unknown Compounds and Confirmation of Unknown Solvents with TLC</i>
Column Chromatography: <i>Separation of Fluorene and Benzoic Acid</i>
Extraction: <i>Separation of Fluorene and Benzoic Acid</i>
化合物的合成技術
Esterification: <i>Preparation of Methyl Benzoate</i>
Hydrolysis: <i>Hydrolysis of Methyl 3-Nitrobenzoate</i>
The Reaction of Alkenes: <i>Oxidation of Alkenes; Preparation of Adipic Acid from Cyclohexene</i>
Reaction of Ketones: <i>Preparation of 1-Phenylethanol from Acetophenone</i>
Oxidation of Aromatic Aldehydes: <i>Preparation of Benzoic Acid from Benzaldehyde</i>
Aldol Condensations: <i>Synthesis of Dibenzalacetone</i>
Benzoin Condensation: <i>Preparation of Benzoin from Benzaldehyde by Catalyst Thiamine</i>
Preparation of an Anticonvulsant Drug: <i>Synthesis of Dilantin from Benzil and Urea</i>
The Cannizarro Reaction <i>Preparation of Benzyl Alcohol and Benzoic Acid</i>

臺灣化學教育

Wittig Reaction:

Preparation of trans-1,2-Diphenylethylene

Hofmann Rearrangement:

Preparation of Anthranilic Acid

上述綠色化學實驗的特色：

- (1)反應所用的試劑及催化劑盡量無毒害性
- (2)反應過程中減少溶劑的使用
- (3)使用較無毒的溶劑
- (4)產物可回收再利用做為下次反應的起始物
- (5)微量製程減少對環境的污染

四、有機化學實驗教學核心

- (一) 提供良好安全的實驗學習空間，並建立學生安全衛生的觀念，來維護學生的安全 and 健康。
- (二) 以綠色化學相關的實驗，為主要的實驗素材 (表 1)，減少對周邊環境的汙染，降低公害且資源再利用。
- (三) 更新實驗內容及多元化 (表 1)，提高實驗教學品質與成效，以強化有機化學課程理論知識，與實際實驗教學互相印證。
- (四) 加強學生分離純化混合物的技術和合成化合物的技能(圖 3)，讓學生獲得最好的學習，增加學生專業技能的競爭力。



圖 3：有機化學實驗上課情形

■ 遠距教學課程設計

2021 年 5 月中旬，疫情突然升溫，學校緊急公布同學不用到學校上課，那時候有機化學實驗課程剛完成期中實作考試，緊接著後面還有 6 個實驗課程尚未完成。在疫情的衝擊下，有機實驗課不得不改成線上上課，除錄製影片外，就是邊想邊做邊學，雖然無法親手操作實驗，也期盼能克服遠距教學的種種困難，幫助同學即使線上上課，也不會影響到對有機實驗的學習熱忱與成效，遠距教學概況就從以下三大項目來做說明。

一、遠距教學軟體

這次線上軟體使用 Cisco Webex，上課軟體採 Power Point，同時錄製實驗步驟教學影片，再搭配置入 PPT 的上課教材內容中，做為這次遠距教學的輔助工具。

二、遠距教學上課流程

遠距教學採線上同步上課，每位同學都必需入鏡，以互動式的教學方式來進行（圖 4），

臺灣化學教育

首先由老師講解實驗目的及原理，接著各小組接力報告實驗內容，同時老師也搭配上課教材和實作影片來進行講解，讓學生更深入了解實驗原理及操作。實驗步驟及內容討論結束之後，各小分組互相進行 Q&A (問答內容不可重複)，過程中老師也會隨時提出問題，在一連串的問題解析之後，最後老師統整今天上課的實驗重點，並交代大研討的作業，下課後同學必須整理提問的內容，做為實驗結果的報告，上傳給老師，而當天上課實況的錄製影片，課後也會上傳雲端提供同學複習。

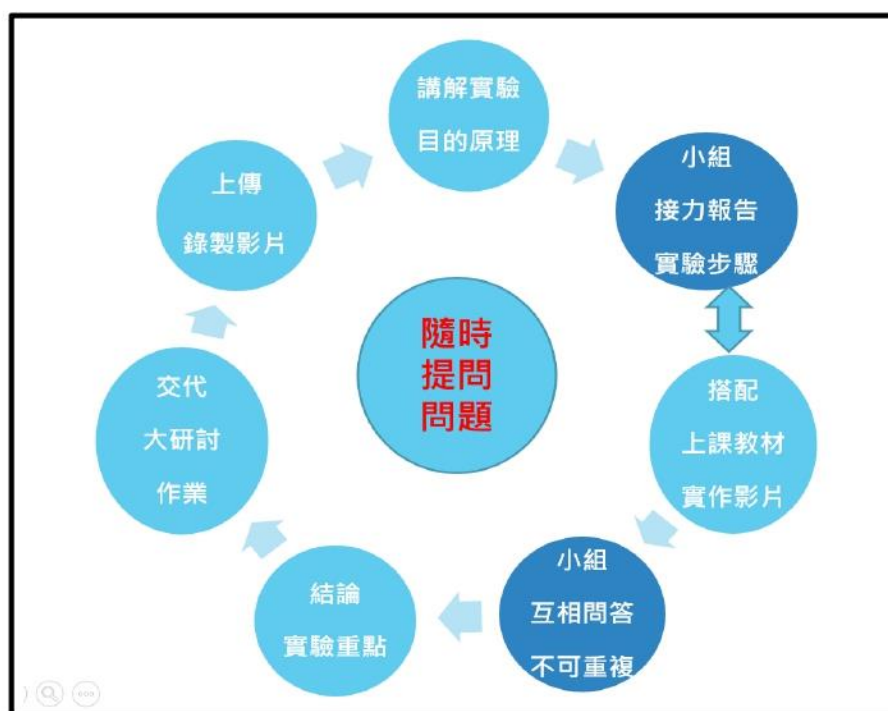


圖 4：遠距教學上課流程圖

三、遠距教學學習評量

我們遠距教學的學習評量重點，包括：課前的準備、上課的參與度、課後問題整理 (圖 5) 和期末口試 (圖 6)。

臺灣化學教育

- (一) 預習實驗分數的考評：上課前學生需上傳反應機轉及實驗劑量，同時每位學生需準備接力報告的內容，包含：實驗原理、步驟及各項注意事項。
- (二) 實驗結報分數的考評：同學需針對被提問的問題、及自己準備的 Q&A 問答做詳細的補充整理，並於課後上傳。
- (三) 實驗態度分數的考評：上課的參與度與熱忱，包含：所準備問題的深度以及回答問題的正确性。
- (四) 實驗期末口試：期末口試分成兩部份，第一部份是混合物基本分離純化技術，第二部份是有機合成指定實驗。考試順序採抽籤的方式，考題是盲選模式，應考的學生需於規定時間內，將實驗內容採重點條列式串連介紹，而線上其他陪考的同學，則必須仔細聆聽應考者的報告內容手抄筆記，下線後上傳給老師。

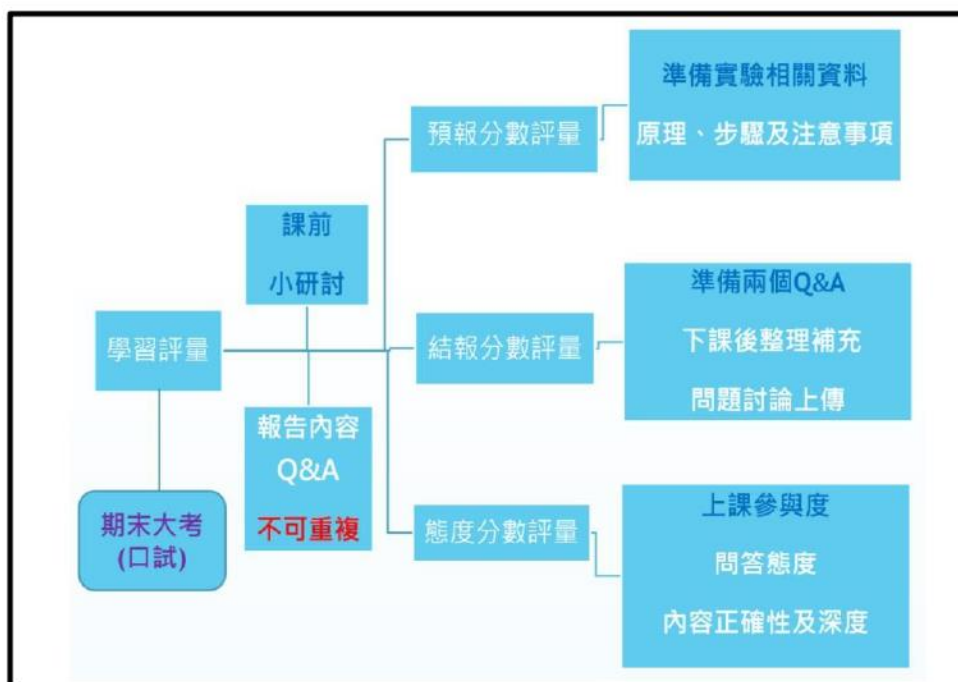


圖 5：遠距教學學習評量

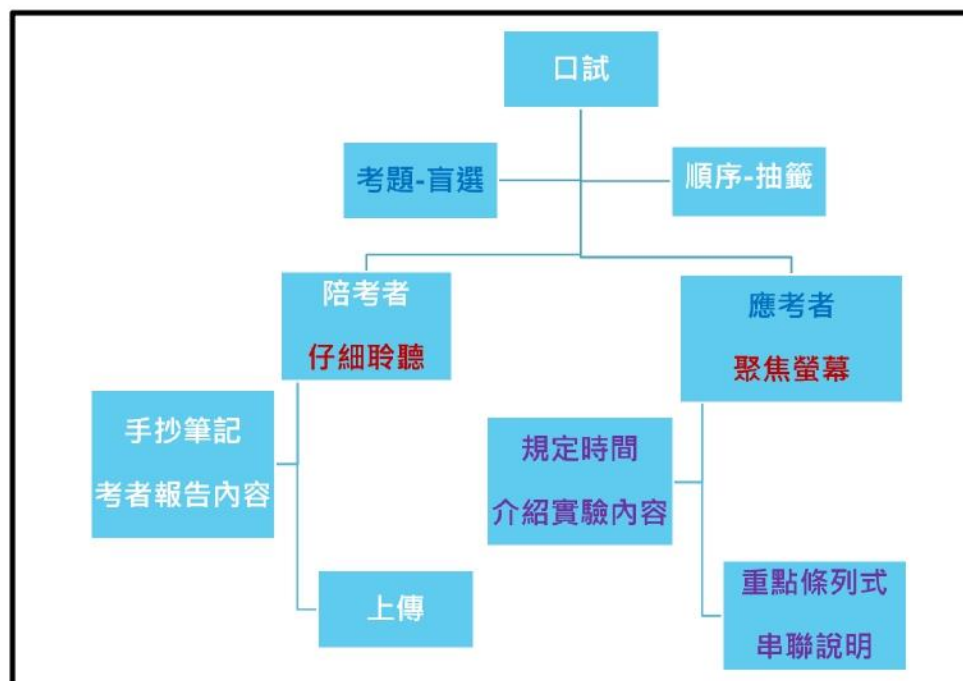


圖 6：期末口試說明圖

■ 結論

嚴峻的疫情，改變了人與人之間的距離，也改變了上課的距離，從實作上課改成遠距教學，而期末大考也從實作考試和筆試改成口試。電腦螢幕將全班的同學集合在一起，以互動的教學方式進行接力報告，相互提問解答，因此同學們並沒有因為線上上課而放鬆學習，反而需要花更多的時間先預習實驗，對原理、步驟等內容深入了解，方能提出有深度的問題，且必須準備更多實驗相關的資料及文獻，才能回答出其他同學的提問。部分同學也會為了線上的 Q&A，課前先開實驗預習研討會，且下課後還會有同學繼續留在線上追問問題，同學參與的熱情與學習的態度，不亞於實體上課，而線上上課所耗費的時間也多於實作。線上期末大考——口試，更是讓每位同學既興奮又緊張，同學必須將實驗內容準備得更充分扎實，才有辦法在應考的時候順利作答。這種用集體聽寫的方式來考口試，不但可以訓練同學的應變、

臺灣化學教育

組織以及表達能力，還可以複習一整年有機化學實驗的內容。由於去年 6 周的線上實驗課程，同學與老師都必須投入更多的精神與體力去準備。所以同學即使不能親手作實驗也能深入了解每個實驗的精髓，但實驗室內實作的經驗是無可取代的，還是希望這波疫情，能盡速消彌，大家平安健康，回到充滿人氣與活力的實驗室，親自動手作實驗，去享受作實驗的樂趣。

■ 參考資料

成功大學化學系有機化學實驗遠距教學同學心得分享影片

Organic Chemistry Experiments 1&2. Tainan, Department of Chemistry, National Cheng Kung University.