

探究教學中適切融入雙語之實踐：以高中化學醛酮單元為例

洪炘燕^{1*}、張明娟²、吳德鵬²

桃園市立中壢商業高級中等學校¹

桃園市立武陵高級中等學校²

¹sapia@clvsc.tyc.edu.tw

摘要：本教學設計針對高中三年級學生，結合「歸納法」與「POEC」(預測、觀察、解釋、比較)探究策略，並融入雙語教學模式，旨在引導學生掌握醛類與酮類的命名規律及化學性質差異。教學分為兩階段：第一階段藉由介紹 IUPAC 命名法，融入雙語教學，並用 ChemSpider 搜尋 3D 分子模型並透過歸納法認識官能基；第二階段則藉由過錳酸鉀反應與銀鏡反應實驗，透過 POEC 教學策略讓學生主動推論出醛基的還原性。實施結果顯示，學生對於探究導向的學習普遍持正面評價，認為能促進主動思考與加深記憶，但在雙語詞彙掌握上仍有精進空間。

■ 前言

在有機化學課程中，醛 (Aldehydes) 與酮 (Ketones) 的命名與化性是學生理解羰基化合物的重要基礎。傳統教學多採取直接講授，學生往往難以區分兩者結構上與化性的細微差異。本課程設計針對已修習過烴類及氧化還原概念的高三學生，透過有機化學專有名詞 (如 IUPAC name, prefix, suffix 等) 的引入、強化學生的科學過程技能，如觀察、歸納與比較 (Observation, Induction, Comparison) 等，進一步透過實驗探究來建立完整的概念模型。

■ 醛與酮的結構認識與命名

第一階段採用歸納法 (Induction)，帶領學生從已知的烷、烯、炔類命名規則延伸至醛酮類。學習單中附有高中常見有機物命名字首字尾，如圖 1。

substituent	Structural formula	Name	prefix
甲基	CH ₃ –	Methyl	Meth
乙基	C ₂ H ₅ –	Ethyl	Eth
正丙基	CH ₃ CH ₂ CH ₂ –	Propyl	Prop
正丁基	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ –	Butyl	But
正戊基	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ –	Pentyl	Pent

Organic Compound	Functional group	Name	suffix
烷	C–C	Alkane	-ane
烯	C=C	Alkene	-ene
炔	C≡C	Alkyne	-yne
醇	R–O–H	Alcohol	-anol
醚	R–O–R	Ether	+ ether
醛		Aldehyde	-anal
酮		Ketone	anone

圖 1 高中常見有機物命名字首字尾

一、分子模型、ChemSpider 3D 模型與結構歸納

(一) 分子模型與 IUPAC 命名

學生藉由觀察甲醛、乙醛、丙酮等化合物的分子模型(圖 2)，找出 IUPAC 命名所對應的中文名稱及結構式，再使用 ChemSpider 電腦模擬軟體搜尋有機物的 3D 模型(Royal Society of Chemistry, 2026)，完成表 1。利用學習單中參考資料，找出丙醛、丁酮、2-戊酮的 IUPAC 命名、並使用 ChemSpider 電腦模擬軟體搜尋 3D 模型、再寫出結構式，完成表 2。其中 3D 模型圖片以 google 共編 ppt 繳交，如圖 3。



圖 2 甲醛、乙醛、丙酮分子模型

表 1 甲醛、乙醛、丙酮

IUPAC names	Chinese names	Structural formula	3D models
Methanal			
Ethanal			
Propanone			

表 2 丙醛、丁酮、2-戊酮

Chinese names	IUPAC names	Structural formula	3D models
丙醛			
丁酮			
2-戊酮			

Fill in the form_第三組

IUPAC Names	3D models (with chemspider)	Chinese names	3D models (with chemspider)
Methanal		丙醛	
Ethanal		丁酮	
Propanone		2-戊酮	

圖 3 ChemSpider 電腦模擬軟體 3D 模型照片繳交
(要求照片需能呈現每一個原子)

(二) 歸納官能基與示性式

完成上述表格後，學生可知 3 種醛類及 3 種酮類的 3D 模型以及結構式，藉由分別觀察醛類以及酮類結構上相似處(原子排列以及鍵結情形)，歸納得到醛類與酮類的官能基及式性式，最後再比較醛類與酮類結構上相異處，進而獲得分辨兩者之能力，醛類與酮類構造歸納流程如圖 4，學習單如圖 5 所示。

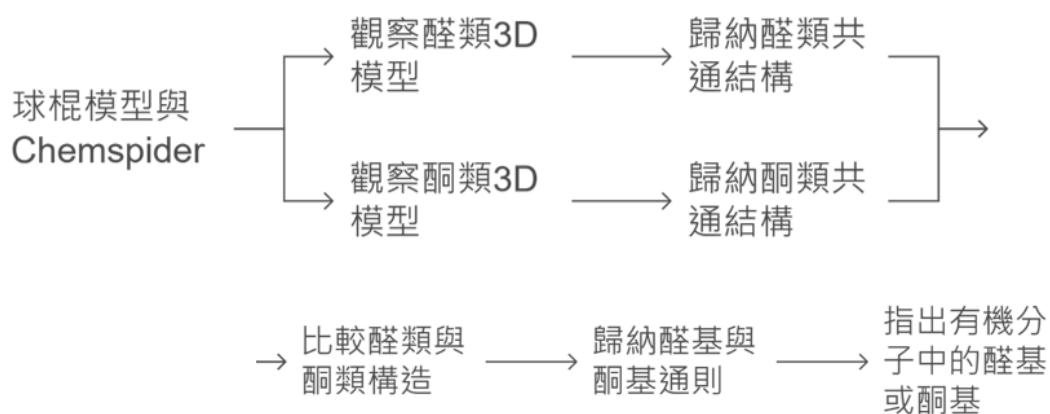


圖 4 醛類與酮類構造歸納流程

B. Induction

1. Aldehyde :

(1) What are the structural similarities between Aldehydes?

Try to describe the arrangement and bonding between atoms.(2) Try to write functional group and General formula of aldehyde.

And explain how you get general formula ?

2. Ketone

(1) What are the structural similarities between Ketone ?

Try to describe the arrangement and bonding between atoms.(2) Try to write functional group and General formula of ketone.

And explain how you get general formula ?

3. Compare with Aldehyde and Ketone :

(1) What similarities do you notice among Aldehyde and Ketone ?

(2) What different do you observe among Aldehyde and Ketone ?

圖 5 醛類與酮類結構歸納學習單提問

二、學生成果

三組學生的部分學習單如圖 6，經由比較發現：同一個問題下，學生回答表現具有顯著差異，可能是學生參與度不同或邏輯思考與論述能力不同導致。部分同學可以針對學習單所提示的 arrangement 及 bonding，產出敘述性的文字；部分同學僅能表達出知識點而無法將這些點串聯成具備因果關係的段落；部分同學則無視題目提示，導致回答顯得片面且缺乏系統性。

1. Aldehyde :

(1) What are the structural similarities between Aldehydes? 醛

Try to describe the arrangement and bonding between atoms.

排列方法 鍵結
 氧與碳以雙鍵連結，且與氧相連的碳在主要鏈頭尾不在中間。

(1) What are the structural similarities between Aldehydes?

Try to describe the arrangement and bonding between atoms.

1. 碳氧雙鍵 ($C=O$)
2. 碳氫雙鍵 ($C=H$)
3. 羰基周圍幾何形狀是三角形

(1) What are the structural similarities between Aldehydes?

Try to describe the arrangement and bonding between atoms.

除了 O 其它的都是單鍵

圖 6 學生學習單：醛酮結構

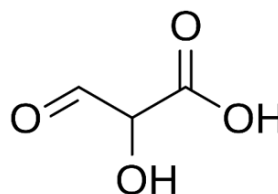
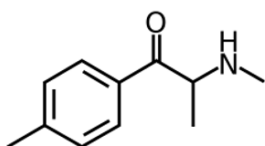
三、結構辨識挑戰

課程最後藉由提供 4 種化合物，如圖 7，讓學生指出結構中所含之羰基及醛基，進一步確認學生已可辨識並分辨兩者之異同。

C. Please point out and name carbonyl group and aldehyde group :

★喵喵

★絲胺酸(Serine)



★Atpenin A5(抗生素)

★Balanol(潛在抗癌抗炎作用)

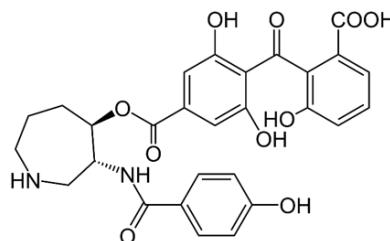
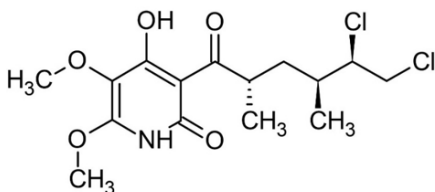


圖 7 醛類與酮類官能基辨識學習單範例

四、雙語教學

考量教學執行學校學生普遍英語能力，雙語融入部分主要分兩大部分。第一部份藉由介紹 IUPAC 命名法之前綴、主鏈、後綴，讓學生對於有機物英文命名有基本認識，並可藉此類推其餘簡單化合物名稱。第二部分則藉由簡單英語句型、關鍵字以粗體+底線方式標註，降低學生對於全英學習單的焦慮感。課堂中為加快課程進度，開放學生以中文回答學習單。

■ 醛類與酮類化學性質探究——POEC 教學策略與知識轉移

為探討醛與酮在氧化反應上的差異，教學中引入 POEC 教學策略。因安全性考量，實驗中以葡萄糖（具醛基）代替純醛類進行驗證。課程流程圖如圖 8。

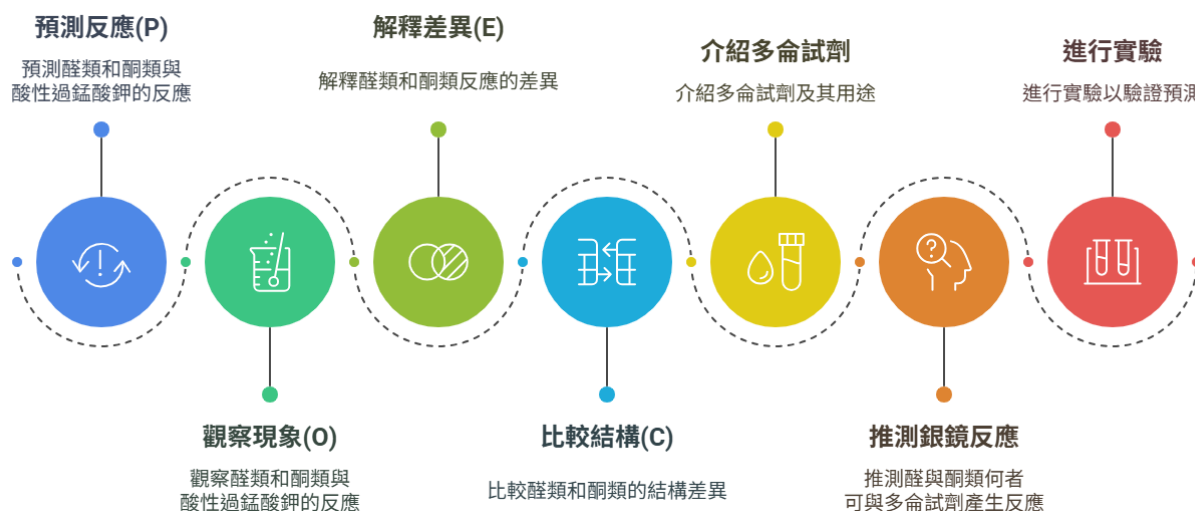


圖 8 醛類與酮類化學性質差異課程流程圖

一、醛類和酮類分別與酸性過錳酸鉀反應

在沒有任何提示的情況下，讓學生預測醛類與酮類分別與酸性過錳酸鉀溶液會發生什麼反應，而後讓學生操作實驗親身體驗兩者結果差異，並藉由過錳酸鉀顏色變化引導學生討論醛類與酮類在還原性上的差異。學習單如 9 所示。

◆ 與酸性過錳酸鉀溶液：

1. P(預測)：

當葡萄糖和丙酮分別與酸性過錳酸鉀溶液的反應現象是否相同，並說明你的理由

2. O(觀察)：

- (1) 取兩支試管，分別加入 1ml 葡萄糖及丙酮，並貼上標籤標示清楚。
- (2) 分別於試管中加入 1~2 滴酸性的 0.01M 過錳酸鉀溶液，混合均勻，觀察溶液顏色變化，並將結果紀錄於以下表格。

試劑	葡萄糖溶液	丙酮
與酸性過錳酸鉀溶液反應		

3. E(解釋)：

根據實驗結果，試解釋造成上述現象差異的原因：

- (1) 過錳酸鉀溶液為什麼會變色？
- (2) 承上題，試推測葡萄糖與丙酮在化學性質上有什麼不同？

4. C(比較)：

試從結構式中推測酸性過錳酸鉀溶液與葡萄糖跟丙酮反應結果不同的原因。

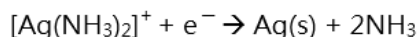
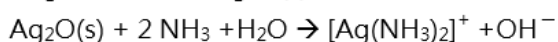
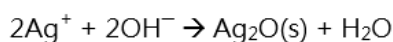
圖 9 醛類和酮類與過錳酸鉀溶液反應學習單

二、銀鏡反應

銀鏡反應是著名的有機反應，但許多學生都是知其然而不知其所以然，本課程希望藉由介紹多倫試劑及其反應原理，再加上前述過錳酸鉀實驗經驗，讓學生再次以 POEC 教學策略進行知識遷移，認知到銀鏡反應的發生與過錳酸根變色原理相同(皆為發生還原反應)，故可推論出葡萄糖可產生銀鏡反應，而丙酮無法。進而理解為何銀鏡反應可以用來辨識醛類與酮類，學習單詳見圖 10。

◆ 銀鏡反應：二氨銀錯離子被還原成金屬銀析出的過程

1. 相關反應式：



2. 根據上列反應式，試推測若將葡萄糖與丙酮分別與多倫試劑混合，何者可以產生銀鏡反應？請詳述你的做此推測的理由。

3. 實驗步驟：

(1) 取 10 mL 的硝酸銀溶液置於大試管中，以滴管逐滴緩慢加入濃氨水。

(2) 初期會產生褐色沉澱物，再逐滴加入濃氨水至沉澱消失且溶液澄清為止，此澄清溶液即為多倫試劑

多倫試劑：硝酸銀的氨溶液，通常以「 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{OH}^-$ 」表示。

(3) 取兩支試管，分別加入 1ml 葡萄糖及丙酮，並貼上標籤標示清楚。

(4) 分別加入 1mL 的多倫試劑，輕搖試管，使溶液均勻混合後，置入 40~50℃ 的溫水中，觀察顏色變化情形。

4. 實驗記錄：

試劑	葡萄糖溶液	丙酮
與多倫試劑反應		

5. 根據實驗結果，試解釋造成上述現象差異的原因：

(1) 多倫試劑為何會發生銀鏡反應？

(2) 承上題，實務上常利用多倫試劑分辨何種官能基？

圖 10 醛類和酮類與多倫試劑反應學習單

三、學生成果

POEC 教學策略中，學生答案正確與否並不重要，重點是學生寫出的理由能否在邏輯論述上與自己預測一致。與第一堂課的醛酮結構學習單相似，學生也顯示出因邏輯思考與論述

能力不同導致填寫內容品質不一。部分學生依據課堂主題與投影片內容，推測出結果應與官能基種類有關，也聯想到前面章節提及 π 鍵可使過錳酸根溶液褪色，雖然仍存在迷思概念，但整體顯示出具有邏輯思考能力；部分學生理由雖與預測方向一致，內容卻與預測之間的關聯性低(學生學習單示例如圖 11)。

1. P(預測): 當<u>葡萄糖</u>和<u>丙酮</u>分別與酸性過錳酸鉀溶液的反應現象是否相同，並說明你的理由 一樣、因為葡萄糖是醛糖有(CHO)、有π鍵，而丙酮也有π鍵，有π鍵就會使過錳酸鉀褪色。
1. P(預測): 當葡萄糖和丙酮分別與酸性過錳酸鉀溶液的反應現象是否相同，並說明你的理由 不會相同 二者酸鹼值不同、組成也不同

圖 11 醛酮化學性質 學生學習單

■ 結語

傳統學習有機化學物質構造，學生須利用結構式了解原子鍵結關係，輔以混成軌域及 VSEPR 才能想像分子 3D 構造，但藉由使用 ChemSpider 電腦模擬軟體，學生能輕易自行獲得目標化合物的 3D 模型圖片並進行觀察歸納，進而認識官能基及示性式；在認識有機物化學性質部分，此次以 POEC 教學策略取代傳統講述法，學生認為在過程中花了更多時間在思考及知識串聯上，此激發主動思考並驗證思路的過程，比直接背誦記憶效果更好。兩堂課程方式均獲得學生高度肯定。

而在雙語部分，學生肯定雙語的重要性，也認為對之後大學課程有所幫助，但也有直言增加雙語融入或提高雙語比重，均對學習化學知識造成困擾或增加壓力，因此，實施雙語融入課程，建議平時少量加於課程之中，讓學生逐漸習慣。

不論哪份學習單，學生都有回答方式過於簡略的問題，如何提升學生參與度？這需要更多先進的共同努力。本次僅針對加強學生邏輯論證述能力討論。可在學習單中提供鷹架：一方面拆解問題，將大問題轉化為數個具邏輯關聯的小問題，引導學生思考；另一方面提供克漏字式句型或因果連接詞(因為...導致...所以...)，輔助學生將知識點串聯起來，建立論述能力。

■ 參考文獻

Royal Society of Chemistry. (2026). ChemSpider: Search and share chemistry.
<https://www.chemspider.com/>