

化學教學單元案例

一、教學設計理念說明

本教案以哈柏法製氨作為主軸，讓學生閱讀當時科學家的實驗背景及數據，並藉由逐步地提問，引領學生結合所學，並思考實驗設計時所需考量的變因。前三個問題主要著重於數據中與勒沙特列定律的連結，以不同溫度、壓力下所得產率，請同學將實驗數據整理、繪成圖表，除能解釋繪製的想法，並能比較圖表與的勒沙特列定律是否能相互解釋。之後的問題著重於引導學生在做科學文章、數據的閱讀時，可以發現若僅就某一個理論觀點切入思考，在實務操作時可能遇到問題，因此須從不同角度再次分析，更全面性地探討變因之間的關係，並能經由討論過後，學習科學家最終如何選擇反應條件。

二、教學單元案例

領域/ 科目	高中選修化學 II	設計者	丁建棋、張明娟、劉曉倩、蔡孟祐
實施 年級	11 年級	總節數	共 1 節，50 分鐘
單元 名稱	科學閱讀：哈柏法製氨		
設計依據			
教學設備/資源	網路、投影機、學習單		
學習目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生能學習圖表的使用以及繪製 2. 學生能解釋自己整理的圖表，並連結已學過的知識 3. 學生能熟悉勒沙特列定理，並能將其應用於思考哈柏法製氨的設計 4. 學生能說明此反應中，降低溫度能提升產率，卻會造成反應速率的下降。 		
核心素養	<p>自 S-U-A2 依據科學理論、數理演算公式等方法，進行比較與判斷科學資料於方法及程序上的合理性，</p> <p>自 S-U-B1 能合理運用思考智能、製作圖表、使用資訊及數學運算等方法，有效整理自然科學資訊或數據。</p> <p>自 S-U-C2 能從團體探究討論中，主動建立與同儕思考辯證、溝通協調與包容不同意見的能力。</p>		
學習重點	<p>一、學習表現</p> <p>pa-Vc-1 能合理運用思考智能、製作圖表、使用資訊 及數學等方法，有效整理資訊或數據。</p> <p>po-Vc-2 能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論 等，確認並提出生活周遭中適合科學探究或 適合以科學方式尋求解決的問題 (或假說)。</p> <p>二、學習內容</p>		

	CBa-Vc-1 化學反應發生後，產物的能量總和較反應物低者，為放熱反應；反之，則為吸熱反應。	
	CJe-Va-2 反應能量圖	
	CJe-Va-6 勒沙特列原理	
學習評量	1.學習單 40% 2.表現評量 40% 3.上課參與度 20%	
教學活動設計		
教學活動內容及實施方式	時間 (分)	備註
<p>先向同學簡單說明哈柏法製氨的重要性，再請同學進行分組，藉由閱讀科學短文以及圖表，回答以下問題 (<u>每題皆給同學分組討論完，再進行全班討論</u>，老師再討論後也應補充說明此提問的目的，以及和課程的連結為何?)</p> <p>■ 圖表使用及繪製</p> <p>Q1：請利用上述數據，將數據以折線圖的方式呈現，並利用你的數據，說明圖形中縱軸和橫軸的關係，以及圖形的趨勢所代表的意義。</p> <p>(1) 縱軸：產率、橫軸：溫度 (固定壓力為 400 atm)</p> <p>(2) 縱軸：產率、橫軸：壓力 (固定溫度為 500°C)</p> <p>(3) 為什麼這個資料要以折線圖的方式呈現？試討論對於此資料分析若用散佈圖、折線圖、直方圖或長條圖的優缺點。</p> <p>教師提問、引導：</p> <p>(1) 在同學繪製時：</p> <p>① 提醒同學繪圖時，橫軸、縱軸的座標一定要標上 (包含單位)</p> <p>(2) 同學繪製完畢時：</p> <p>① 學生可能不知道如何選取橫軸和縱軸，因此先幫同學選定好，但在教學時可詢問同學，為什麼橫軸和縱軸要如此選擇，若用其他的選擇方法繪製出來的圖可能會如何？</p> <p>② 由於課程時間可能不足以讓學生將所有點都點上、連線，因此請同學先畫中間的點 (例如固定壓力為 400 atm)，並可以在口頭詢問同學上方或下方應為較高壓/低壓的曲線之後，再將繪製結果呈現給學生看。</p> <p>■ 變因探討 (壓力、溫度)</p> <p>Q2：依據實驗數據與上題的繪圖結果，你認為加大壓力對產率</p>	<p>5</p> <p>10</p> <p>5</p>	

的影響是什麼？你根據的證據是什麼？

教師提問、引導：

① 同學可能會回答：「根據勒沙特列定律，因為氣體加壓時平衡向莫耳數較少的一方移動，因此加大壓力會向右反應，產率會增加。」這時可以提醒學生「實驗結果（證據）」和「推論結果（模型）」之間的差別。

Q3：依據實驗數據與 Q1 的繪圖結果，回答下列問題：

- (1) 你認為升高溫度對產率的影響是什麼？你根據的證據是什麼？
- (2) 你認為此反應為吸熱或是放熱反應？理由為何？(以微觀的粒子運動情形說明)

教師提問、引導：

① 第(2)題期待同學不僅以勒沙特列定理快速地得知此反應為吸/放熱，還希望動能分布曲線、低限能的觀點說明，升溫會使低限能較高的一方通過低限能的比例增加較多。

② 若有時間，亦可延伸請同學繪製「速率-反應時間」在升溫之後的改變情形。

Q4：依照老師附上的關係圖，如何調整改變反應爐溫度及壓力，能得到更高的產率？

教師提問、引導：

① 本題相對容易，將 Q2 和 Q3 的資訊統整後即可以得到「提高壓力、降低溫度」的答案。可以再提醒同學回到表格，或是繪製好的圖表，都運用到「控制溫度固定」、「控制壓力固定」的概念，意即「控制變因」、「操縱變因」以及「應變變因」的選擇。

■ 理論與現實狀況比較（尋找溫度造成的其他影響）

Q5：依照同學 Q4 的預測趨勢，若以 25°C、200atm 的條件製備氨氣，理論上，是否與 400°C、200atm 下相比能得到更高的產率？若在此溫壓下能得到更高的產率，試想：為何哈柏最終不選擇 25°C、200atm 進行反應？

教師提問、引導：

① 這個題目開始跳脫僅是本章考慮反應平衡的問題，而開始關注「反應速率」亦是影響工業上反應設計的要件，因此若是學生無法快速地連結到上一章的內容，教師可進一步提問：「影響反應速率的因素、反應平衡的因素分別有哪些？」

5

5

5

<p>② 引導同學下出結論：反應速率考量→溫度高較好，產率考量→溫度低較好，因此哈柏取了折衷解。</p> <p>③ 繼續口頭提問：那哈柏取的是最佳的溫度嗎，有沒有可能讓溫度再更降低？(可提示：要使粒子的動能高於低限能有幾種方式呢？)</p> <p>Q6：如果你是一個工廠設計師，你在選擇溫度和壓力時，除了產率的考量之外，還須將什麼因素考慮其中？請依溫度、壓力分別討論。</p> <p>教師提問、引導：</p> <p>① 溫度：產率、反應速率、消耗能量...</p> <p>② 壓力：產率、反應速率、容器耐受程度...</p> <p>Q7：假設已經找到最理想的溫度、壓力，但還有沒有提高產量的策略？</p> <p>教師提問、引導：</p> <p>① 學生可能回答「催化劑」(若沒有人提出催化劑，老師可詢問催化劑能否提升產量？)</p> <p>② 提示改變平衡的因素有哪些，若溫度、壓力、催化劑不能使用了，還有什麼策略可以使用？</p>	<p>5</p> <p>5</p>	
<p>參考資料：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Haber process for ammonia synthesis (2002, Jayant M Modak) 2. The history of development of ammonia synthesis (1991, Kenzi Tamaru) 3. Fritz Haber – A conflicting chemist (2002, Jaime Wisniak) 4. The ammonia equilibrium (1923, A. T. Larson and R. L. Dodge) 5. Robert Le Rossignol, 1884-1976 : Engineer of the ‘Haber’ process (2017, Deri Sheppard) 		