

# 美國科際化學 (IAC) 課程簡介

魏明通 國立臺灣師範大學

## 一、緒論

一九六〇年代，美國CBA化學及CHEMS化學轟動了整個世界的高中化學課程，以探討方式學習化學，不必強記化學式及化學事實而使用化學鍵理論來闡明化學現象的教學取代了以往的敘述化學，孰牛耳了將近二十年的全球化學教育。可是，近幾年來在美國，許多化學教師覺得高中科學教育課程與學生的興趣及學生的需要脫節，必須重新檢討CHEMS化學，革新高中化學課程以符合學生及時代需要的呼聲四起。很顯然的，一九六〇年代的美國高中科學課程，尤其是高中化學，學生選修人數逐漸減少，根據美國明尼蘇打州立大學布雷司特教授 (Dr, Robert C. Brasted) 報導，該校入學學生5000名中，受過CHEMS化學課程的不到十分之一而受過CBA化學課程的幾乎沒有。毫無疑問的，CBA及CHEMS化學都是很成功的化學課程，可是，因其內容均一而缺乏個別化，即教材固定而無伸縮性；重視純粹化學理論與實驗的配合而忽略了實用性及社會連帶性，因此使美國高中學生選擇較容易的生物或地球科學等課程。

我國高中化學課程均以CHEMS為藍本而編輯，因此經過高中化學教育的學生，不必強記各化學試劑的製法、性質及用途，能夠由化學鍵結構觀點來解釋各物質的結構及特性。可是，他們可能不知此物質怎樣存在，怎樣使用及對人類的影響等問題。例如：學生們或許能夠由離子鍵結構點說明氯化鎂的結構，其熔點及溶解性等問題，

但他們可能不知氯化鎂存在於食鹽中的影響，怎樣從食鹽中分離氯化鎂及氯化鎂在化學工業上的用途。

美國科際化學 (Interdisciplinary Approaches to Chemistry, 簡稱 IAC) 課程為設法解決上列各觀點所提出的高中化學課程，其觀點、模式及作法與CHEMS化學顯然不同，介紹如後：

## 二、IAC 課程簡史

一九七〇年一月四日美國馬里蘭大學舉行第一屆化學教育年會 (Regional Educators Annual Chemistry Teaching Symposium)。會上決定以高中教師，教育行政者及大學教授組織研究委員會並由迦耳納博士 (Dr, Marjorie Gardner) 領導積極研究發展高中化學新課程。一九七〇年五月，在馬里蘭大學化學系正式進行IAC課程研究計畫，由大學教授及高中教師共同決定各模式單元 (module) 的特性及其內容；一九七〇年夏天擬定實驗項目及各內容之大綱；一九七〇年至一九七一年間在在職課程中從事基本模式單元的試教及修訂；一九七一年夏天在高中學生暑期班從事實驗教學及第二次修訂工作。一九七一年至一九七二年間在馬里蘭州，華盛頓特區及維吉尼亞州北部等地區選擇二十所高級中學做實驗教學，從事第三次修訂並開發評量計劃。一九七二年至一九七三年間擴大實驗教學及評量後，在一九七四年出版為學校使用的教科書。

### 三、IAC 課程目標

整個 IAC 課程目標在於使化學的學習普遍化，擴大化學教育於更廣泛範圍的學生，因此課程本身為更有趣的，更易適應各地域的，並隨時代可變的。

IAC 化學委員會認為高中化學應具有較廣泛的背景，因此 IAC 化學強調與生物、物理、核子科學、環境科學及地球科學等學科的連繫，故 IAC 化學具有科際科學的特色。

### 四、IAC 化學課程的特色

IAC 化學以八個模式單元所組成，這些模式單元的設計特別考慮到能夠引起非科學組（即相當於我國高中社會組）學生的興趣外尚可做為有志於理工科學生的基礎。IAC 化學課程尚具有下列與其他化學課程不同的特色：

1. 讓學生認識化學並不是已完成的學問，化學是不斷在生長的，高中化學為解決今日重要問題的、活的學生活動。因此 IAC 化學強調學生的探究活動。因為學生必須親自參與活動，所以設計的實驗均顧慮任何高中能容易準備的器具及試劑，同時重視學生的興趣與生活的關連，使學生覺得化學是一種很有興趣的學問。為了達到此目的，在 IAC 化學各模式單元中常有漫畫、笑話及詩歌等出現。

2. 根據學生的能力、興趣等而設計具有彈性的課程。IAC 化學由八模式單元所成。各模式單元均含重要的化學概念及實驗。八模式單元中只有一模式單元「反應及理由（Reactions and Reasons）」為必修而其他為選修。在「反應及理由」模式單元裏學生學習化學基本概念與實驗方法。修過此一模式單元後，學生根據自己的興趣、能力及志願，從其他七模式單元選修自己喜歡的模式單元。每一模式單元都是獨立的，只要學過「反應及理由」後均能任意選修，也沒有先修

模式單元的限制，因此 IAC 課程為根據學生興趣所設計，富有彈性的課程。

3. 各模式單元均以實驗為中心，不另設實驗書，在教科書中課文、實驗及問題等配合的很適當。各模式單元自成一冊，因此，在一學年中學生能夠接觸到數冊新教科書以提高學習興趣。

4. 使學生瞭解科學的進展乃是人類活動的結果，因此介紹以往化學成就時附帶提歷史上的其他成就，增加學生的印象。例如在道耳吞原子說時提到貝多芬的皇帝交響樂的作曲。

5. 以往的化學教育強調化學概念及化學方法的教學。IAC 化學課程除了化學概念、化學方法外尚留意學生對於化學課程的態度與感覺等問題，使學生覺得學習化學是一種有趣的經驗。因此 IAC 化學課程不強調使學生都成為成功的化學研究者而希望學生認識化學的價值與重要性。

### 五、IAC 化學課程的模式單元

各模式單元的名稱，所包括的概念、科學方法及實驗操作法等如下：

#### 1. 反應及理由（基礎化學模式單元）

| 概念或內容       | 科學方法、實驗操作 |
|-------------|-----------|
| 混合物與純物質     | 觀察        |
| 化學性質與物理性質   | 測量、記錄     |
| 化學法、反應式、命名法 | 圖表化       |
| 元素與化合物      | 計算        |
| 分子與化學計量     | 解釋資料      |
| 溶液          | 分類        |
| 物質的狀態       | 調配試劑      |
| 能量與分子運動     | 昇華        |
| 酸鹼、氧化還原、沈澱等 | 傾倒法       |
| 反應          |           |
| 原子結構        | 過濾        |
| 化學結合        | 分離法       |
| 分子的形狀       |           |

## 2.週期律與多樣性(無機化學模式單元)

| 概念或內容     | 科學方法、實驗操作 |
|-----------|-----------|
| 元素週期律     | 滴定        |
| 金屬與非金屬    | 模型的組成     |
| 過渡元素      | 預測        |
| 晶體        | 萃取        |
| 結合        | 合成        |
| 分子結構      | 精製        |
| 酸與鹼       |           |
| 氧化與還原     |           |
| 配位化合物     |           |
| 稀有金屬      |           |
| 生物—無機化學系統 |           |

## 生物分子

胺基酸、蛋白質  
碳水化合物  
核糖苷、核酸  
脂質  
維生素與激素  
生物機能  
酵素催化反應  
生殖與生長  
結合與結構  
DNA與RNA  
酸與鹼  
能量的路徑

## 透析

密度  
測定PH值  
調製酵素  
分析  
發酵  
吸管的使用方法

## 3.形態與機能(有機化學模式單元)

| 概念或內容     | 科學方法、實驗操作 |
|-----------|-----------|
| 物理性質與化學性質 | 模型的組合     |
| 化學結合      | 聚合        |
| 分子的種類     | 合成        |
| 試藥        | 分離及確認     |
| 石油製品      | 層析術       |
| 爆炸物       | 測定熔點      |
| 高分子       | 精製        |
| 化學發光及化學戰  |           |
| 農藥        |           |
| 肥皂與界面活性劑  |           |
| 異構化       |           |
| 能量關係      |           |
| 酸與鹼       |           |
| 有機化合物命名法  |           |

## 5.物質的中心(核化學模式單元)

| 概念或內容   | 科學方法、實驗操作 |
|---------|-----------|
| 基本粒子與力  | 測定放射性衰變   |
| 核的性質    | 測定放射線能量   |
| 質能守恆定律  | 應用示踪劑追蹤實驗 |
| 元素的起源   | 應用對數      |
| 核反應     | 溶離        |
| 放射性衰變   | 應用科學符號    |
| 半生期     | 使用核反應式    |
| 同位素     |           |
| 超鈾元素    |           |
| 核分裂與核融合 |           |
| 放射性的應用  |           |

## 6.地球與其環境(地球化學模式單元)

| 概念或內容     | 科學方法、實驗操作 |
|-----------|-----------|
| 物理性質與化學性質 | 測定質量      |
| 化學式與反應式   | 測定體積      |
| 元素與化合物    | 萃取        |
| 化合物命名法    | 模型的組合     |
| 化學計量      | 觀察        |

## 4.生物系統中的分子(生物化學模式單元)

| 概念或內容 | 科學方法、實驗操作 |
|-------|-----------|
| 生物    | 分離        |

|        |    |
|--------|----|
| 莫耳     | 記錄 |
| 原子結構   | 分解 |
| 化學鍵結   |    |
| 氧化與還原  |    |
| 離子化    |    |
| 化學平衡   |    |
| 溶液與溶解性 |    |

#### 7. 奇妙的平衡（環境化學模式單元）

| 概念或內容 | 科學方法、實驗操作 |
|-------|-----------|
| 能量的需要 | 滴定        |
| 能源    | 收集試樣      |
| 大氣污染  | 分析試樣      |
| 天氣與氣候 | 比色分析      |
| 水污染   | 培養        |
| 食物鏈   |           |
| 毒性物質  |           |
| 放射性污染 |           |
| 循環    |           |
| 環境經濟學 |           |

#### 8. 分子的群落（物理化學模式單元）

| 概念或內容      | 科學方法、實驗操作 |
|------------|-----------|
| 量、大小的尺度及次數 | 計算        |
| 氣體定律       | 圖表化       |
| 分子間作用力     | 分離        |
| 液體與固體      | 透析、過濾     |
| 溶液         | 測定壓力      |
| 膠態、泡沫、凝膠   | 乳化        |
| 能量變化       | 滴定        |
| 反應速率       | 電解        |
| 化學平衡       |           |
| 電化學        |           |

## 六、IAC 化學課程的教學

IAC 化學課程模式單元的利用方法，隨學校及教師可定為一年課程，一學期課程或配合其他化學課程（如 CHEMS）使用。下列為其實例，可是不必完全如此：

1. 一年課程：開始時，共同修 8 週的基礎化學模式單元「反應及理由」，其後任意編排 4～5 個模式單元，每一模式單元教學時間約 4～6 週，隨學生的程度決定。

2. 配合其他化學課程：基礎化學模式單元中的化學概念及實驗操作法與其他化學課程共通，因此可配合使用。其他模式單元均不需特別預備知識就可進入，同時亦有其他課程看不到的主題，可補充其他化學課程不夠的地方。例如在有機化學模式單元裏有官能基與試劑，性引誘物質及化學戰爭等主題。

3. 短期課程：使用一或兩個模式單元做為一學期的課程。可是，這短期課程必須對已修過基礎化學模式單元的學生才能實施。

4. 可用於增強其他課程：對於主修生物的學生可使用有機化學、生物化學及環境化學模式單元為補助；主修物理的即使用核化學、物理化學模式單元；主修地球科學即使用基礎化學、環境化學模式單元為補助教材，可增強其主科的學習。

5. 教學目標：各模式單元均列有詳細的教學目標。下表為基礎化學模式單元所準備的教學目標之一部分：

| 項 目      | 概念中心     | 態度中心               | 操作中心               |
|----------|----------|--------------------|--------------------|
| 化學：人類的活動 | 辨別觀察與推理。 | 認清化學在日常生活的<br>重要性。 | 以物理及化學眼光觀察現象並正確傳達。 |
|          | 確認兩種物質間的 | 細心客觀記錄實驗時觀         | 區別反應性物質及不反         |

|       |                                      |                                                      |                                                                                           |
|-------|--------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | 交互作用                                 | 察的事象。<br>對反對的意見所做自己觀察的驗證。                            | 應性物質。                                                                                     |
| 物質的測定 | 解釋質量與重量的差別。<br><br>從質量一體積相關圖決定兩者的關係。 | 班級討論交換意見及構想。<br><br>認識測量時所用單位的重要性。<br>認識世界傾勢仍使用公制單位。 | 測量固體的質量及體積，根據所使用的器具報告含不準度的測定值。<br>加單位於所測得的數值。<br>從質量一體積數值畫相關曲線圖。<br>從圖讀取質量與體積。<br>使用公制測量。 |

如此，各模式單元均有詳細的教學目標，並列舉達成這些目標具體的方案。為了達成個別化教學，各模式單元亦介紹現場有經驗的教師所做個別化教學的實例。

6.實驗：以往的化學課程雖然重視實驗，但是往往是教師的講解為主要的教學手段。在IAC化學課程，學生至少有一半的時間用在實驗。實

驗的結果往往利用班級討論決定最佳數值及平均值，使學生瞭解細心控制變因的實驗才能獲得較正確的結果。如果所得的結果不太正確時，指導學生解析其原因，讓學生自己解釋以增加其信心。

## 七、IAC 化學課程的評量

在 IAC 教學指引裏列有各教學目標評量實例，教師可直接使用或適當改變為適合於本班學生的評量。評量不但對於實驗技術，化學知識的評量，並留意學生態度改變的評量。IAC 化學很重視受過此一課程的學生對化學的興趣及態度方面有怎樣的影響，雖然這方面的評量較困難，但IAC化學引用一些參考文獻，嘗試評量之。

## 八、結語

IAC 化學課程認為化學是一種人類的活動，在教學時重視學生的興趣與關心，教學以實驗為主，學生學習基礎化學模式單元後可任選各自獨立的模式單元等優點。這些特色很可能引起學生學習化學的興趣，而在美國可能會增加高中學生學習化學的人口。在我國正擬定改善高中科學課程的今天，相信 IAC 化學課程有些地方值得我們學習，值得我們參考。聯考的影響使我們高中社會組學生無法接受正常科學教育的今天，怎樣提高這些學生們對化學的關心，使他們所學習的化學不但有興趣，而且能夠與生活打成一片，是我們化學教育者應走的方向。

(上接 64 頁，台東縣立新生國民中學自然科學課程實驗，六十六學年度第一學期學習興趣問卷調查)

學態度放輕鬆些，使每人都能快樂上課。

(14)器材足夠，活動都能引起我們做實驗的興趣，而上學期都已做到，大家都很感興趣，希望這學期仍能如此，我們也能認真去做。

(15)我認為此種實驗教材比現行生物教材學得容易，記得也容易，因它由我們自己

操縱檢討，是現行生物教材所沒有的例子。希望給我們一些東西，如：放大鏡、培養皿、指南針，以便隨身帶著，隨時觀察奇異之物。

(16)我覺得自然科學實驗教材，對學生來講很有幫助，讓自己去發現問題，自己找尋答案，自己做過就會牢記，不必再費時去背。