

SF521.8

2424

05706

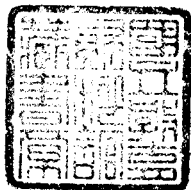
1

高級中學化學課程改進研究計畫

(第五階段)

承接「九年一貫」義務教育的高級中學化學課程；國際主要國家高中化學課程大綱及其呈現方式

研究報告



70033894

己 33894

教育部中等教育司委辦

國立台灣師範大學科學教育中心編印

中華民國八十七年六月

壹、工作內容

本研究為配合教育部科學教育中期發展計畫，國中、小九年一貫課程，研究改進高級中學課程及教材，以為將來全面實施第六代新高級中學課程鋪路。本年度工作之重點在於「現階段國際主要國家高中化學課程大綱及其呈現方式」。其工作內容包括：

- (1). 召開諮詢委員及教師行動研究小組聯席會議。
- (2). 定期召開研究小組會議。
- (3). 搜集先進國家，如英、美的化學課程的建構及其教材。
- (4). 檢討我國現行 ch1-12 之物質科學課程架構及其教材。
- (5). 研究國情類似的鄰近國家地區、如日本及中國大陸的化學課程及其教材。

貳、研究目標

- (1). 國中、小九年一貫課程因屬義務教育性質，其目標在於為我國國民奠定必備之基本物質科學素養，其新教材大綱教育部預定今年內公佈，高中化學課程如何因應。
- (2). 高級中學學校形態的發展，除了一般的高中外，增加完全中學、綜合中學與單類科的高中、如科學中學。
- (3). 為培養我國基礎科學研究人才，實應妥善規劃所有高級中學物質科學課程以銜接九年一貫課程與大學基礎科學課程。

參、研究方法與進行步驟

研究方法：

- (1). 邀請教育部教改會執行小組，實際負責「國中、小九年一貫課程」執行的總綱及目標二小組的代表成員，到本小組諮詢指導，民間對教改的期望。
- (2). 籌組研究小組，由 Pannel 討論數個須加以「研究」的子題，以因應本年度研究主題。
- (3). 邀請對化學課程有研究及經驗的學者專家來研究小組諮詢指導。

進行步驟：

- (1). 籌組研究小組
- (2). 回顧過去五十年我國在化學課程的發展並參閱先進國家的課程與教材，尤其是美國著名的 2061 計畫，及新頒佈美國國家科學教育標準，與英國執行 1988 年國家課程標準的成果；並研議與我國國情教類似的日本及彼岸的大陸課程大綱和教材。
- (3). 定期舉行研究會議，邀請專家及學者來會指導，研究成果與進度。
- (4). 諮詢審議與審議各研究報告。
- (5). 撰寫研究成果報告。
- (6). 各研究會議記錄如下：

高中化學課程研究計畫第一次會議記錄

時間：民國八十六年九月二十七日（星期六）11:30 ~ 14:00

地點：科教中心 403 室

主持人：方教授 泰山

指導教授：彭教授 旭明

諮詢委員：周校長 麗玉

研究教師：謝惠珠、何振揚、林泰彬、葛重光、曹淇峰等五位老師。

見習研究生：余瑞虔、楊文貴。

一、主持人報告：(略)。

一、諮詢委員指導要點：

教改推動小組接受教育部委託，研議新“九年一貫，K-12”的國民義務教育課程總綱架構，至於以何種方式呈現自然科學裡的物質科學，將向本小組提供最新資訊，期待本小組也能加以研究提供各層次指標資訊。

二、研討議題與結果：

1. 確立本年度研究方向與重點：

結果：

- 檢討現行第四代課程教材。
- 先進國家（如美國、英國、日本）如何因應與改進其化學課程。
- S T S 與創造力平台上的化學課程。

2. 確立本研究小組如何分工

結果：

- 檢討我國現行 K-12 之物質科學課程及其架構。(謝惠珠老師)
- 台灣鄰近國家,以日本及大陸為首的物質科學課程課程架構研究。(何鎮揚老師)
- 美國國家課程標準的物質科學課程與美國 2061 計劃 Benchmark 裡的物質科學課程與實驗。(葛重光老師)
- 英國 1988 年國家科學課程,物質科學課程與教材執行之成果與動向。(林泰彬老師)
- 先進國家利用 STS 與創造力平台用在物質科學課程的表現。(曹淇峰老師)

※ 請各研究教師依本研討重點方向及分工，分別收集資料。在十月底前提供研究初步架構，在 11 月 5 日星期三下午 4:00，進行第二次會議報告，書面資料請於 10 月 29 日前請 FAX：930-9074，或逕寄至：國立台灣師範大學化學系方泰山教授彙整。

三、其他（臨時動議）

下次會議：11 月 5 日星期三下午 4:00，討論各研究子題初步架構（請各教師將擬妥之資料 FAX：930-9074，或逕寄至：國立台灣師範大學化學系方泰山教授彙整）。

高中化學課程研究計畫第二次研究會議記錄

時間：民國八十六年十一月五日（星期三）下午4時0分~6時30分

地點：科教中心403室

主持人：方 教授 泰山

指導教授：彭 教授 旭明

諮詢委員：魏 教授 明通

一、主持人報告：各科主持人聯席會議，再確認本年度研究重點，本小組第一次研究會所獲的研究重點於方向是可行，請繼續努力。

二、諮詢委員指導：

- 我國小學課程重點在“觀察”並瞭解物質間交換作用的觀念，能加以掌握。
- 螺旋（或油漆式）的K-12，是我國課程基本架構，能加以指出目前K-12所呈現不合理的部份。
- 英國 STS 教材，在普級教材部份以科學史方式，有正面與負面的價值觀滲入其間，
可加以學習。至於高級，可舉例加以研究。
- 日本的高中化學 IA 相當於我國的基礎理化或基礎化學，IB 為二年級化學除有食譜式實作，高三還有“專題研究”。
- 美國部份，可將物質科學部份取出翻譯成中文，並加以評析。

三、研討議題：

審議並檢討各研究教師研究初步架構：

- 謝惠珠老師：檢討我國現行K-12之物質科學課程及其架構。（附件一）
除已呈現方式，能再將不協調的部份特別指出，並能在教材與教法（包括教與學的態度）加以批判。
- 何鎮揚老師：臺灣鄰近國家，以日本及大陸為首的物質科學課程課程架構

研究。(附件二)採納魏教授建議，將高中的部份精簡之。

- 葛重光老師:美國國家課程標準的物質科學課程與美國 2061 計劃

Benchmark 裡的物質科學課程與實驗。(附件三)

仿效方教授數年前將英國國家課程標準，將物質科學部份自“美國新公佈之科學課程”取出加以研究。

- 林泰彬老師:英國 1988 年國家科學課程, 物質科學課程與教材執行之成果與動向。(附件四)如所擬的計劃實施, 並取一代表性概念, 評述 A-級教材之實施情形。

- 曹淇峰老師:先進國家利用 STS 與創造力平台用在物質科學課程的表現。(附件五)能指出精彩部份, 以個案質的方式分別加以呈現。

四、結論與建議:

如各研究子題及諮詢委員之指導建議, 請各研究子題研究結果初稿, 能在元月假期的第一個星期三下午 3:00 前完成。定於元月 7 日星期三、下午 4 時, 舉行第三次研究會議, 請各完成之初稿能事先郵寄或 FAX 科教中心, 陳洋珍小姐收, 以便複印討論。

(下次會議邀“蕭次融”教授為諮詢委員。)

高中化學課程研究計畫第三次研究會議記錄

時間：民國八十七年一月七日（星期三）下午4時0分至7時

地點：科教中心403室

主持人：方教授 泰山

指導教授：彭教授 旭明

諮詢委員：蕭教授 次融

一、主持人報告：(略)

二、諮詢委員指導：(略)

三、研討議題：

審議並檢討各研究教師研究報告初稿：

- 謝惠珠老師：檢討我國現行K-12之物質科學課程及其架構。(附件一)

結論與建議：指出新課程從K-12的大架構，教材目前只有實施至小三及國一。能稍加評論架構之優缺點。至於現行教材，大部份為舊課程。所提的互相重疊或矛盾之處，能加以評論。蕭教授建議高階教材應禮讓低階教材如此類推。另外在相同教材應以螺旋或油漆式寫法，由淺入深，界定清楚各階之指標。

- 何鎮揚老師：臺灣鄰近國家，以日本及大陸為首的物質科學課程課程架構研究。(附件二)

結論與建議：條例式比較各該國的課程與教材，內容豐富，由於限於篇幅只就其重要精彩處做為文。做精闢的分析與比較。其餘放置在附錄，大陸舊課程可引用教育研究中心出版之大陸課程報告。日本的IA-IB到IIA像我國課程制度，但三年級的專題研究部份我國闕如，可加以引入。

- 葛重光老師：美國國家課程標準的物質科學課程與美國2061計劃Benchmark裡的物質科學課程與實驗。(附件三)

結論與建議：由所列指標威信是由科學院士所提，似乎比CHEM還CHEM的屬培養理論科學家的課程，能再詳細指出我國可取與仿效之部份。

- 林泰彬老師:英國 1988 年國家科學課程, 物質科學課程與教材執行之成果與動向。(附件四)如所擬的計劃實施, 並取一代表性概念, 評述 0-級教材之實施情形。已指出英國實施 STS 課程之基本內涵, 至於評鑑報告目前仍在搜尋中, 如能找到資料將置入, 否則連同 A-級教材部份留到明年度繼續研究。
- 曹淇峰老師:先進國家利用 STS 與創造力平台用在物質科學課程的表現。(附件五)已指出精彩部份, 以個案質的方式分別加以呈現。STS 平台上的課程教材分析研究, 簡潔而清晰, 至於創造力平台上的課程教材, 分析比較非常困難, 擬暫時保留。

四、結論與建議:

下次會議 2 月 20 日〔五〕, 中午 12 點, 舉行第四次會議, 請務必完成稿件並以曹老師所打的模式存入 word 5.0 以上(7.0 最佳)以細明體 12 號字打存檔能在會議之前逕送陳小姐或 e-mail "cmetsf@scc.ntnu.edu.tw"。到時將邀請廖淑芬老師參與評論, 並請楊寶旺教授諮詢指導等。

高中化學課程研究計畫第四次研究會議紀錄

時間：民國八十七年二月二十日（星期五）中午 12 時 0 分～3 時 30 分

地點：科教中心 703 室

主持人：方 教授 泰山

指導教授：彭 教授 旭明(請假)

諮詢委員：楊 教授 寶旺

一、主持人報告：(略)

二、諮詢委員指導：(1)檢討舊課程要能找出問題，才有改進之必要，並且要能想出新點子，切合時代的脈絡來發展課程。

(2)以微觀世界之原子及其電子軌域，如何由小學至高中的認知發展過程，來發展課程與教材。

三、研討議題：

審議並檢討各研究教師研究報告完稿：

- 謝惠珠老師：檢討我國現行 K-12 之物質科學課程及其架構。(附件一)

說明：指出新課程從 K-12 的大架構，教材目前只有實施至小三及國一。能稍加評論架構之優缺點。至於現行教材，大部份為舊課程。所提的互相重疊或矛盾之處，能加以評論。蕭教授建議高階教材應禮讓低階教材如此類推。另外在相同教材應以螺旋或油漆式寫法，由淺入深，界定清楚各階之指標。

結論與建議：已完成了 K-12 現行“物質科學”(化學部份)之比較分析。只差評論與結論，能如期完成。將前三次研究資料會整，以“檢討及評析我國現行 K-12 之物質科學課程化學部份”為題成文。

- 何鎮揚老師：臺灣鄰近國家，以日本及大陸為首的物質科學課程課程架構研究。(附件二)

說明：條例式比較各該國的課程與教材，內容豐富，由於限於篇

幅只就其重要精彩處為文做精闢的分析與比較。其餘放置在附錄，大陸舊課程可引用教育研究中心出版之大陸課程報告。日本的 IA-IB 到 IIA 像我國課程制度，但三年級的專題研究部份我國闕如，可加以引入。

結論與建議：已完成初稿，整體良好，但 format 能比照葛老師研究報告的 format 加以編輯打字。

- 葛重光老師：美國國家課程標準的物質科學課程與美國 2061 計劃 Benchmark 裡的物質科學課程與實驗。（附件三）

說明：由所列指標咸信是由科學院士所提，似乎比 CHEM 還 CHEM 的屬培養理論科學家的課程，能再詳細指出我國可取與仿效之部份。

結論與建議：已照上次意見完成稿件，美國科學教育較兩大指標計劃：206 計畫為提升現階段全民科學素養，而國家標準的計劃，則是提升培養科學家科學素養為之，換言之，前名為 O 一級，而後者則為 A 一級的美國科學教育之發展方向。

- 林泰彬老師：

說明：英國 1988 年國家科學課程，物質科學課程與教材執行之成果與動向。（附件四）如所擬的計劃實施，並取一代表性概念，評述 O 一級教材之實施情形。已指出英國實施 STS 課程之基本內涵，至於評鑑報告目前仍在搜尋中，如能找到資料將置入，否則連同 A 一級教材部份留到明年度繼續研究。

結論與建議：已以根據上述意見完成研究稿件，擬在原本標題下，加子標題“牛津科學編序式教學”，物質科學（化學部份）課程與教材之分析。如，指出了飛行材料，計算物價的物質經濟學的 STS 課程，其教材編寫之精彩處。

●曹淇峰老師

說明：先進國家利用 STS 與創造力平台用在物質科學課程的表現。

(附件五)已指出精彩部份，以個案質的方式分別加以呈現。

STS 平台上的課程教材分析研究，簡潔而清晰，至於創造力平台上的課程教材，分析比較非常困難，擬暫時保留。

結論與建議：將上次的初稿，加以潤釋與編輯，尤其第 5 頁的統整表格，加以評析，做了大幅修正，以完整呈現本研究報告。

總結：5 篇研究報告，已皆接近 90%完稿程度。請各報告依照所附附件一及二，曹老師及葛老師格式以 word 7.0 的 12 號字細明體(仿宋體)，加以打字在 4 月 7 日(本校春假結束)以前，將稿件連同磁片，逕送化學系方教授或科教中心陳洋珍處統整，以便 4 月 8 日下午 3:30 起連續二次的結案、審議會。並將再邀，魏明通教授、楊寶旺教授、蕭次融教授、鍾崇榮教授、周麗玉校長、廖淑芬老師諮詢指導。

高中化學課程研究計畫第五、六次研究會議紀錄

時間：民國八十七年四月八日（星期三）下午 3 時 30 分～7 時 30 分

地點：科教中心 403 室

主持人：方 教授 泰山

指導教授：彭 教授 旭明

諮詢委員：楊寶旺教授 魏明通教授 蕭次融教授 鍾崇榮教授

研究教師：謝惠珠老師 何鎮揚老師 葛重光老師 林泰彬老師 曹淇峰老師

一、主持人報告：(略)

二、諮詢委員指導：(1)檢討舊課程要能找出問題，才有改進之必要，並且要能

想出新點子，切合時代的脈絡來發展課程。

(2)以微觀世界之原子及其電子軌域，如何由小學至高中的
認隻發展過程，來發展課程與教材。

(3)本年度各研究主題之間，環環相扣，極為嚴謹是發展我
國課程很好的參考指標。

三、研討議題：

審議並檢討各研究教師研究報告完稿：

- 謝惠珠老師：檢討我國現行 K-12 之物質科學課程及其架構。(附件一)

說明：已完成了 K-12 現行“物質科學”(化學部份)之比較分析。

只差評論與結論能如期完成。將前三次研究資料會整，以“檢

討及評析我國現行 K-12 之物質科學課程化學部份”為題成文。

結論與建議：1. 我國學制 K(幼稚園)非義務教育部份建議 K-12 改為 ch1-12

2. 本文詳盡指出 1-12 現行教材縱的連繫所產生的重疊與
不協調之地方相當有參考價值。

- 何鎮揚老師：臺灣鄰近國家，以日本及大陸為首的物質科學課程課程架構
研究。(附件二)

說明：條例式比較各該國的課程與教材，內容豐富，由於限於篇

幅只就其重要精彩處為文做精闢的分析與比較。其餘放置

在附錄，大陸舊課程可引用教育研究中心出版之大陸課程報告。日本的 IA-IB 到 IIA 像我國課程制度，但三年級的專題研究部份我國闕如，可加以引入。

結論與建議：已完成初稿，整體良好，但 format 能比照葛老師研究報告的 format 加以編輯打字，另外大陸化學教育期刊 1998 年第 1 期 p22-24 刊登了一篇「面目一新的高中化學新大綱」評論性文章，能摘其要，融入本研究報告中。

- 葛重光老師：美國國家課程標準的物質科學課程與美國 2061 計劃 Benchmark 裡的物質科學課程與實驗。(附件三)

說明：已照上次意見完成稿件，美國科學教育的兩大指標計劃：2061 計畫為提升現階段全民科學素養，而國家標準的計劃，則是提升培養科學家科學素養為之，換言之，前名為 O 一級，而後者則為 A 一級的美國科學教育之發展方向。

結論與建議：在結語部分，加一段評論科學內容標準 A 與標準 B 之內函。

- 林泰彬老師：

說明：已以根據上述意見完成研究稿件，擬在原大標題下，加子標題“牛津科學編序式教學”，物質科學(化學部份)課程與教材之分析。如，指出了飛行材料，計算物價的物質經濟學的 STS 課程，其教材編寫之精彩處。

結論與建議：編序教學過程嚴謹，以目前國內狀況實際執行會有相當困難，但可漸進先用在課外活動自然科社團或各別輔導之教學。

- 曹淇峰老師：

說明：將上次的初稿，加以潤釋與編輯，尤其第 5 頁的統整表格，加以評析，做了大幅修正，以完整呈現本研究報告。

結論與建議：這種模式的課程與教材，值得加以在國內推行。但需再加把勁，引發教師在自然科學綱領引導之下，開發本土化教材，對“打開”考試領導”教學的枷鎖，有無限大的助力。

總結:5 篇研究報告，幾乎相當完美地完成。少數的結論與建議已在各研究分別指出。請加以修正。再請各報告依照所附附件一及二，曹老師及葛老師格式以 ward 7.0 的 12 號字細明體(仿宋體)。加以修稿在 4 月 30 日以前，將印出原稿件連同磁片。逕送化學系方教授或科教中心陳洋珍處統整付印，呈送教育部主辦單位結案。

肆、研究結果與討論

我國教育改革運動，正如火如荼地展開，國中、小九年一貫課程，因為義務教育性質，其目標在於為我國國民奠定必備之基本科學素養。其中教材大綱，教育部預定 87 年內公佈草案，經修訂 88 年正式公佈實行。在五大研究主題其結果分別敘述如下：

- (1). 化學物質科學部份，發現大致可分為三階段，第一階段為 1-6 國小部份，化學融入三個領域之一“物質與能量”的“自然”課程，以探討自然現象為主。第二階段為 7-9 國中階段，分做共同必修與選修科的理化，在必修部份為較模糊化的巨觀理化性質，選修部份則使最基本的化學分類以逐漸浮現，到高中階段的 10-12，其中 10 為必修的基礎理化，以 S.T.S.（即科學、技術與社會）為整個教材基本綱領精神，11 將化學由物質科學中分化出來的化學領域通識化的選修課程，到 12 則為三年級的高中層次微觀世界的化學課程。本文中指出 1-12 之物質科學部份的漸進性與適應性，也指出重疊性與重複性。在重疊性若以螺旋式處理，有深淺度，但常由不同的作者所編寫，而導致各階段內容會有不當的重複。基於高階教材禮讓低階教材的理念，作者在編輯前應就前一階段教材內容，作一深入研究，避免雷同。建議採用專業的研究群組，以全天候的專職方式，利用一段較長時間的分析、研究，去擬定課程及教材，其所費及成果，決不會高及遜於以往聘請優秀卻是業餘的專家之成果。至於高中化學課程之群集，仍以承接九年一貫的“自然”“理化”，「11」，「12-13」二個階段漸進改革的理念，教能符合我國的國情。
- (2). 研究東亞地區教材，在大陸取以首屈一指的上海之課程改革為樣校：基本上，在高中分成兩階段，高一、高二為一階段（必修），是為通識化學，而高三（選修）單獨成一階段。教材編寫之特色為以實驗引導教學，每章節有足夠的示範實驗及閱讀參考資料，引起學生學習興趣；其執筆以偏向傳統敘述，較少涉及艱深理論。此模式，自 199 年秋，在天津、山西及江西三地高中，進行所謂《全日制普通高級中學課程計畫（實驗）》預計 2000 年全面實施。原大綱，在必修（化學 I，1、2 年級），共 204 總時數，將降到 140 小時，（1、2 年級各 70 小時），而原大綱選修（化學 II，3 年級）再加 72~120 小時，共 276~324 小時，將逐年降到共 253 小時（1 年級 70 小時，2 年級 105 小時，3 年級 78 小時）的化學課程時數。至於日本，高中的化學課程架構，則分成三階段，高一為生活的化學，高二為化學知識的充實，高三則以化學的探究為主。課程內容敘述生動活潑，內容減少許多，但仍相當完整。由於考試之壓力，和我國不相上下，我國的課程一直都有日本課程的影子，教材編寫頁數的限制，就成為規範課程的重要指標。以正在實施之大陸“上海”和日本“多元化”不同出版商各二套，在三個年級教科書頁數的比較，不難看出端倪了。

出版社 冊別	上海科學 技藝出版社	上海教育 出版社	日本 起林館	日本 三省堂
一年級	172	176	139	124
二年級	115	73	288	199
三年級	—	188	133	95

- (3). 以地方分權立國的美國，首次出現國家科學教育標準，由國家科學教師協會在 1996 年 1 月正式頒佈。這是結合了各級學校教師，課程專家、教授、科學家、工程師乃至行政人員、家長、政府官員通力合作的結果。共八章，六標準，在科學內容標準有關物質科學部份，有所謂的標準 A 及標準 B。大體而言，仍以物理化學為主要觀念導向，頗有 60 年代 Chem 教材的風格。我國教材少提的核化學、放射性同位素，甚至自由機、超導、亂度及由量子概念導出光譜鑑定物質的應用，已是我國大學的教材。這一套超高標準，為另一個輪迴為培養超級科學家，比 Chem 還 Chem 的教材；那麼先前所提下次哈雷彗星到來的公元 2061 計畫，就是培養現代公民的所謂 S. T. S. 的課程。
- (4). 英國在 1988 年 3 月國會立法正式簽署公佈實施的科學新課程國家標準；各書商據以為撰寫教科書，以逐年出版且實地教學，正進入末段的評估工作。本研究鑽研以牛津大學所出版，針對主階段 3 及 4（相當於我國國中及高一、二階段）所編撰的“牛津科學編序式教學計畫” S. T. S. 模組教材。有關物質科學在主階段 4，有二個模組，分別為模組 R：物質與模型，及模組 U：製造與使用物質；每個模組有六個單元，每個單元又含有 3~9 個小單元。其以(a)循序漸進的學習步驟；建立概念，深入探討，應用此概念。(b)以生活化為主要教材，並提前學習，如有機化學。(c)蘊含 S. T. S. 的理念。這三項特點很值得參考應用。
- (5). 比較三個先進國家，英國、日本及美國，在實施 S. T. S. 課程；從發展、適用對象、現行方式、特色、成效，到可供借鏡方式。S. T. S. 推出之初期，和我國背景相似的日本，咸認為是教師之適應力為最大障礙，當然背後原因還是在於科舉制度的考試領導教學。如何培養具有 S. T. S. 教學能力的科學教師？或如何將現行科學教師之人力資源予以整合，或提供進修機會？將會比如何編纂 S. T. S. 資料或評量等教材問題來的困難!?

各研究報告目錄

- 我國現行 Ch1-12 之物質科學課程及其架構 (1-18)1
 台北市立建國高級中學 謝惠珠老師
- 日本、大陸地區高中化學教材分析 (1-49)19
 台北市立第一女子高級中學 何鎮揚老師
- 美國國家科學教育標準中 9 至 12 級的物質科學內容標準 (1-13)68
 台北市立內湖高級中學 葛重光老師
- 英國 1988 年國家科學課程物質科學課程與教材之分析
 — 牛津科學編序式教學計畫之分析 (1-20)81
 台灣省立宜蘭高級中學 林泰彬老師
- S. T. S. 課程的研究—英、日、美三國在 S. T. S. 課程表現之比較 (1-16)102
 台北市立明倫高級中學 曹淇峰老師

我國現行 Ch1-12 之物質科學課程及其架構

謝惠珠

1-18

一.前言 |

科學教育的發展要同時顧及科學課程的架構、教材的內容、以及教學方法三者的互相配合，才能達到預期的目標，而其中科學課程的架構是否合適更是首先面臨考驗的第一個因素，由九年國民教育到三年的高中教育，十二年中課程的安排是否得當，關係著整個科學教育的教與學的內容與活動。也就成為科學教育能否順利發展的一個重要的指標與量尺。

我國現行 1-12 之物質科學課程分為三個階段，第一個階段為 1-6 即國民小學階段，這一階段的課程設計目標以探討自然現象為主，其課程主要分為：(一) 物質與能(二)生命現象(三)地球環境等三個領域，內容包含有：

- 1.溫度與熱
- 2.物質狀態
- 3.物質的性質
- 4.光合作用
- 5.環保

第二個階段為 7-9 即國民中學階段，根據課程標準的規定，國中理化課程仍在國中二、三年級開設，為共同必修科，另外為適應學生個別差異，得開設選修科。其共同必修科屬於物質科學的課程內容包含：

- 1.緒論
- 2.水與空氣
- 3.物質的變化
- 4.粒子概念
- 5.活性 反應速率
- 6.酸與鹼
- 7.電池與電解
- 8.功與能。

另外還有選修教材，內容可分為：

- 1.實驗活動入門
- 2.溫度與熱
- 3.元素與化合物
- 4.原子量分子量與莫耳
- 5.空氣

- 6.水溶液
- 7.化學反應
- 8.電
- 9.酸、鹼、鹽
- 10.氧化還原。

第三個階段為 10 - 12 即高級中學階段，其中 10 的課程為必修課程，內容分爲：

- 1.緒論
- 2.自然界的物質
- 3.物質的形成及其變化
- 4.生活中的能源
- 5.生活中的物質。

11 為高級中學物質科學化學篇，12 為化學選修課程，其架構皆分爲：

- 1.物質的構造
- 2.物質的狀態
- 3.物質的變化
- 4.物質的性質

由 1 - 12 的課程內容、主要概念及單元如表一至表五。

表中的國小部分為現行課程及教材內容，國中及高中的部分則為銜接此國小課程的未來課程內容。

表一 國小物質科學現行課程及教材內容

領域	內容	項目	冊 單元	說 明
	1.溫度與熱	使用溫度計測量溫度 熱及高低溫對物質的影響 熱源	二.	以色紙區分 水蒸發：加熱與否比較 吹風與否比較 表面積與蒸發速 酒精.電.瓦斯.碳的比較 火焰何處最高溫 善用能源:煤.石油.天然 氣. 水力.核能.(石油消耗量圖
			五	
			五	
			十二	
			三	
	2.物質狀態	水沒有一定形態 冰糖.方糖 水隨溫度變化之三態 水的循環加熱三態變化 蒸發作用蒸散作用	三	水隨容器變形狀 物體與物質 操作形定義(不適放在 五下應更早:三冊) (重覆了加熱三態變化) 加熱不加熱水蒸氣多少比 較 三態加熱膨脹:金屬環. 溫度計等 空氣佔體積
			三	
			十	
			八.十一	
			十一	
	3.物質的性質	氣.液.固態 物質佔空間 空氣可助燃 燃燒速率 氣體性質(吹氣及裝製造 之氣體) 氧與二氧化碳的製造與性 質 大氣壓 水蒸氣壓力 溶解度	七	蠟燭燃燒 蠟燭燃燒 氣球上升及下降 雙氧水與二氧化錳製氧 線香的實驗 碳酸氫鈉與鹽酸製二氧化 碳 . 二氧化碳與石灰水 實作 小蘇打.麵粉.粉筆灰.白糖 加水 硼酸的溶解度與溫度關係
			四.	
			四.	
			七	
			十二	
	九			
	八			
	三			
	五			

		溶解速率	五	硼酸的結晶
			十二	肥皂溶解度觀察 檸檬水.糖水.氨水.酒精等
		溶液的性質(酸鹼中和)	三	以石蕊試紙檢驗 小蘇打.麵粉.粉筆灰.白糖
			十二	與醋的反應(起泡與否)
		溶液的性質與反應	十二	鹽酸與氫氧化鈉
			五	胃酸與小蘇打 不同溶液互相作用的顏色變化 氨水性質(BTB 溴瑞香草藍)
		溶液的擴散作用.密度	六	硫酸銅與酒精.氨水.醋酸的反應 黑豆水與酒精.氨水.醋酸的反應 不同顏面溶液的密度不同 有色溶液在水中的擴散作用(實驗設計不好,誤導)
		溶液的性質	八	
		金屬與非金屬	七	滲透壓
		鐵生銹	十二	礦物的認識 鐵在鹽.肥皂水.溴酸.小蘇打.果汁.氨水.鹽酸.糖水中
	光合作用	光合作用	七	生銹速率之比較 光合作用放出氧 光合作用產生澱粉 澱粉與碘的反應
	環保	空氣污染	十二	
		水污染		
		CO ₂ .CO ₂ 循環	十一	微粒.
		礦物質循環	十一	毒物.細菌
		三圈物質循環	十二	

表二 新編理化教材屬於化學部分擬涵蓋的概念

冊數	項目	單元	主要概念
一冊	1	緒論	基本測量、觀察、基本器材使用
	2	水與空氣	混合物、溶液、質量、體積、固體、液體、氣體、測量、濃度、空氣、氧、水污染、空氣污染、溶解度
二冊	7	物質的變化	物理變化、化學變化、吸熱放熱反應、擴散、質量守恆、反應物與生成物、定比定律
	8	粒子概念	元素、化合物、純物質、原子、分子、化學符號、化學式、化學方程式、靜電、電子、中子、質子、常見元素
	9	活性 反應速率	活性、金屬活性、燃燒、反應快慢
	10	有機化合物	日常生活的有機物、藥物
三冊	13	酸與鹼	電解質、離子、酸鹼鹽、酸鹼中和
	14	電池與電解	電池、電池的化學反應、電解、電鍍
四冊	17	功與能	功、動能、位能、熱能、電能、光能、能的互換、核能、化學能

新編理化選修教材綱要

主題	名稱	主要概念
主題一	實驗活動入門	觀察、發現問題、基本測量能力、認識基本實驗器材 注意安全及廢棄物處理
主題二	溫度與熱	熱平衡、比熱、熱傳播、物質狀態改變
主題三	元素與化合物	元素：分類、規律性、週期性、週期表；化合物： 以實驗說明其組成、原子說、化學式
主題四	原子量分子量 與莫耳	原子量、分子量、莫耳
主題五	空氣	大氣圈、空氣組成、二氧化碳之製備
主題六	水溶液	真溶液與膠體溶液、溶解度、莫耳濃度
主題九	化學反應	粒子現象、反應方程式、反應速率
主題十五	電	電流化學效應
主題十七	酸、鹼、鹽	電解質、pH 值、酸鹼中和
主題十八	氧化還原	以對氧活性大小說明氧化還原反應、設計實驗說明： 燃燒的條件滅火原理火災的防範及逃生方法

表三 Ch10 高一基礎化學教材綱要

主題	內 容 綱 要	應 修 內 容	備 註
緒 論	一.化學	物質科學(化學)所研究的對象。	
	二.化學與生活	化學家與化學發展史。 化學與工業發展。	
自然 界 的 物 質	一.自然界(地球)的物質		
	二.水	水質及其淨化、消毒與軟化。 海水中所含的物質、含量、重要資源的提煉及海水的淡化。 水污染的種類、對環境的影響及防治。	
	三.大氣	空氣中所含的物質。 氣體的性質、製備及反應。 主要的大氣污染及其防治。	
	四.土壤	土壤中的主要化學成分及其應用。	
物 質 的 形 成 及 其 變 化	一.物質的形成	1-20 號元素原子的核外電子排列與元素的性質。 電子點式與簡單化學鍵結概念—離子化合物、分子化合物的形成。	示意圖說明物質的基本鍵結概念而不涉及電子組態。
	二.物質的質量	莫耳與簡單的化學計量。	不涉及氣體及溶液濃度。

	<p>三.物質的性質</p> <p>四.物質的變化</p>	<p>解離、電解質與非電解質的性質。</p> <p>離子沉澱反應。</p> <p>酸鹼中和反應。</p> <p>氧化還原反應。</p> <p>*簡易電解實驗。</p>	
<p>生活中的能源</p>	<p>一.能源簡界</p> <p>二.化石能源和燃燒熱</p> <p>三.化學電池</p> <p>四.其他的能源</p>	<p>化學反應熱、熱化學反應式、燃燒熱、吸熱、放熱。</p> <p>煤、汽油、柴油、天然氣、液化石油氣等熱值的比較。</p> <p>石油的分餾及其主要產物的用途。</p> <p>95、92 汽油。</p> <p>乾電池、水銀電池、鉛蓄電池、鎳鎘電池等之性能及廢棄問題</p> <p>* 簡易電池。</p>	<p>不涉及熱化學反應的計算。</p> <p>僅以電池結構示意圖說明簡單原理</p> <p>不涉及半反應式。</p> <p>核能部分與物理教材相銜接。</p>
<p>生活中的物質</p>	<p>一.食品與化學</p> <p>二.衣料與化學</p>	<p>糖與蛋白質的成分與營養價值。</p> <p>茶與咖啡的成分與對人體的影響。</p> <p>植物纖維、動物纖維合成纖維等衣料。</p> <p>肥皂及清潔劑所涉及的化學成分及去污原</p>	<p>僅結構示意圖而不涉及複雜的化學式及化學結構及反應機構。</p>

表四 C11 高二物質科學化學篇教材綱要

主題	內容綱要	應修內容	備註
物質的構造	一.原子的結構	原子軌域與能階。 電子組態構築法則。 庖立不相容原理。	不涉及量子力學 與量子數等抽象 觀念，只討論 s、 p 軌域。
	二.元素與週期	元素原子結構的規律性、元素週期表、元素的分類。	1-36 號元素的核 外電子的排列及 一般的性質—同 族性及週期性。不 涉及游離能、電子 親和力及電負 度。
	三.物質的形成	週期表上元素原子之間形成 離	
	四.碳化合物的構造	子鍵、共價鍵、金屬鍵等的規 律性。 IV 族典型元素—碳—的鍵結 飽和烴-烷烴。 不飽和烴-烯烴、炔烴、芳香烴 *有機物熔點的測定。	不涉及配位鍵及 分子間的作用 力。 僅說明常見烴類 的結構及其性 質。
物質的狀態	一.物質的狀態變化	粒子的運動模型、物質的三 態。	
	二.氣體的性質	波以耳定律、查理定律。 絕對溫度、理想氣體方程式。 莫耳分率與分壓定律。 氣體的擴散的應用。 *氣體的壓力、體積、溫度。 *氣體的擴散。	不涉及氣體動力 論。
	三.溶液的性質	常用濃度的表示法及溶解度 的計算。亨利定律。 離子的沉澱、分離、確認 *溶液中的離子反應。	僅討論 M、m、%、 ppm 而不涉及 N 濃度。

物質的變化	一.化學反應	質量守恒。 化學反應中的質量及能量關係、赫士定律。	僅涉及生成熱及燃燒熱。
	二.化學反應速率	活化能、活化錯合物。 由實驗數據歸納出零-二級反應。	不涉及瞬間反應及其反應機構。
	三.酸與鹼	*秒錶反應。 電解質的基本性質。 酸鹼的實驗定義與阿瑞尼士、 布-羅酸鹼學說。 解離常數及 K_w 。 酸鹼指示劑。酸鹼滴定。 *酸鹼滴定。	
	四.氧化與還原	氧化還原的概念。常用的氧化劑與還原劑及其用途。氧化數的概念、氧化還原反應式的平衡。 氧化、還原滴定原理與簡單的計算。 *氧化還原反應。 *氧化還原滴定。	不涉及電位計算。
	五.加成與取代	飽和烴的反應。 不飽和烴的反應。 *烴的製備與其性質。	僅簡介碳鏈的基本反應及其應用 簡述稀有氣體的發現。常見的非
物質的性質	一.非金屬元素的性質	氫氣和稀有氣體的性質、製取與其用途。 鹵素、硫、氮、磷、碳、矽。	金屬、金屬及其化合物的特性與用途。
	二.金屬元素的性質	鈉、鉀、鈣、鋁、錫、鉛、銅、銀、鐵及其重要化合物的化合製備、性質、用途、合金的性質與應用、開金、鋁合金、鋼。	不對金屬離子作系統化的整理。 不涉及錯離子。

表五 Ch-12 高三選修化學教材綱要

主題	內 容 綱 要	應 修 內 容	備 註
物質的構造	一.元素的特性	游離能、電子親和力及電負度。	只討論 s、p 軌域。不涉及 d、f 軌域的電子空間分佈及鍵偶極矩的計算。
	二.分子的結構	共價鍵-同核或異核雙原子、多原子等分子結構。鍵極性、分子極性分子幾何形狀及混成軌域。 *分子模型的探討。	
	三.晶體的結構	分子晶體及其結構與特性的關係。 分子間作用力、氫鍵。 共價網狀晶體及其結構與特性的關係。 金屬晶體的結構與特性的關係。	不涉及分子間作用力的定量計算。 不涉及晶型的探討及晶體格子能及容積率的計算。
物質的狀態	一.物質的狀態與性質	飽和蒸氣壓、沸點、熔點、昇華、相對濕度。	
	二.溶液的狀態與性質	膠體溶液及其應用。 溶液的依數性質 理想溶液 *溶液凝固點下降之測定	
物質的變化	一.化學平衡	化學平衡的動力性、影響化學平衡的因素。 勒沙特列原理。 K _p 與 K _c 溶度積常數、同離子效應。 *平衡常數的測定。 *溶解度與 K _{sp} 。	不涉及複平衡。

物質的性質	二.水溶液中的平衡	<p>酸鹼強度(K_a)(K_b)</p> <p>多質子酸的解離。</p> <p>同離子效應。</p> <p>鹽的種類與命名、鹽的水解。</p>	不涉及水解常數的計算。
	三.電池與電解電鍍	<p>金屬離子化傾向之大小、電化電池。</p> <p>電位與電池電壓。</p> <p>蓄電池、燃料電池的電極反應。</p> <p>電解電鍍、法拉第電解定律的應用。</p> <p>* 電解與電鍍、無電極電鍍。</p>	高一不涉及半反應式而高三則以半反應式說明。
	一.有機化合物	<p>有機化合物組成、結構、官能基。</p> <p>有機化合物的特性與分類及命名。鹵化烴、醇、酚、醚、酮。</p> <p>有機酸、酯、油脂、胺與鹽胺。</p> <p>*官能基性質的探討。</p> <p>*有機合成</p>	不對金屬離子作系統化的整理。不涉及錯離子。
	二.聚合物	<p>聚合物的定義、聚合反應。</p> <p>常見天然聚合物—糖類、蛋白質、天然橡膠等。</p> <p>合成纖維、合成橡膠、離子交換樹脂、合成橡膠、塗料及接著劑。</p> <p>*天然聚合物性質的檢驗。</p> <p>*合成聚合物的製備。</p>	僅以結構示意圖說明其結構及性質。

1-12 國小、國中、高中三階段物質科學(化學) 教材內容之相關

領域	內 容	高中 (11-12)	高中 (10)	國中 (7-9)	國小(1-6)
物質的結構	<p>原子的結構</p> <p>元素的特性</p> <p>分子的結構</p> <p>元素與週期</p> <p>晶體的結構</p> <p>物質的形成</p> <p>碳化合物的構造</p>	<p>原子軌域與能階。</p> <p>電子組態構築法則。</p> <p>庫立不相容原理。</p> <p>游離能、電子親和力及電負度。</p> <p>共價鍵-同核或異核雙原子、多原子等分子結構。</p> <p>鍵極性、分子極性分子幾何形狀及混成軌域。</p> <p>*分子模型的探討。</p> <p>元素原子結構的規律性、元素週期表、元素的分類。</p> <p>分子晶體及其結構與特性的關係。</p> <p>分子間作用力、氫鍵。</p> <p>共價網狀晶體及其結構與特性的關係。</p> <p>金屬晶體的結構與特性的關係。</p> <p>週期表上元素原子之間形成離子鍵、共價鍵、金屬鍵等的規律性。</p> <p>IV 族典型元素—碳—的鍵結</p> <p>飽和烴-烷烴。</p> <p>不飽和烴-烯烴、炔烴、芳香烴</p> <p>*有機物熔點的測定。</p>	<p>1-20 號元素原子的核外電子排列與元素的性質。</p> <p>電子點式與簡單化學鍵結構</p> <p>念—離子化合物、分子化合物的形成。</p> <p>莫耳與簡單的化學計量。</p>	<p>元素、化合物、純物質、原子、分子、化學符號、化學式、化學方程式、靜電、電子、中子、質子、常見元素</p> <p>質量守恆、反應物與生成物、定比定律</p> <p>@元素分類、規律性、週期性、週期表；化合物：以實驗說明其組成、原子說、化學式 原子量、分子量、莫耳</p>	

*為實驗 @為國中選修教材

物質的狀態	<p>物質的狀態變化</p> <p>氣體的性質</p> <p>溶液的狀態性質</p>	<p>粒子的運動模型、物質的三態、飽和蒸氣壓、沸點、熔點、昇華、相對濕度、波以耳定律、查理定律。</p> <p>絕對溫度、理想氣體方程式。莫耳分率與分壓定律。</p> <p>氣體的擴散的應用。*氣體的压力、體積、溫度。*氣體的擴散。</p> <p>常用濃度的表示法及溶解度的計算。亨利定律。</p> <p>離子的沉澱、分離、確認</p> <p>*溶液中的離子反應。</p> <p>膠體溶液及其應用。</p> <p>溶液的依數性質。</p> <p>理想溶液。</p> <p>*溶液凝固點下降之測定</p>	<p>空氣中所含的物質。</p> <p>氣體的性質、製備及反應。</p> <p>主要的大氣污染及其防治。</p> <p>水質及其淨化、消毒與軟化。</p> <p>海水中所含的物質、含量、重要資源的提煉及海水的淡化。</p> <p>水污染的種類、對環境的影響及防治。</p> <p>土壤中的主要化學成分及其應用。</p>	<p>固體、液體、氣體</p> <p>物理變化、化學變化、比熱、熱傳播、物質狀態改變</p> <p>擴散、</p> <p>@大氣圈、空氣組成、二氧化碳之製備</p> <p>空氣、氧、水污染、空氣污染、</p> <p>混合物、溶液、質量、體積、測量、濃度、</p> <p>溶解度</p> <p>@真溶液與膠體溶液、莫耳濃度</p>	<p>熱源。使用溫度計測量溫度。熱及高低溫對物質的影響</p> <p>物質佔空間。</p> <p>氣、液、固態</p> <p>空氣可助燃。</p> <p>氣體性質。氧與二氧化碳的製造與性質</p> <p>大氣壓。水蒸氣壓力</p> <p>空氣污染、水污染</p> <p>CO₂、CO₂ 循環礦物質循環</p> <p>三圈物質循環</p> <p>溶解度</p> <p>溶解速率</p> <p>溶液的性質與反應</p> <p>水沒有一定形態</p> <p>冰糖、方糖</p> <p>水隨溫度變化之三態</p> <p>水的循環加熱三態變化</p> <p>蒸發作用蒸散作用</p> <p>溶液的擴散作用。密度</p> <p>溶液的性質</p>
物質的變化	<p>化學反應</p> <p>化學反應速率</p> <p>化學平衡</p>	<p>質量守恆。化學反應中的質量及能量關係、赫士定律。</p> <p>活化能、活化錯合物。由實驗數據歸納出零、二級反應。</p> <p>*秒錶反應。</p> <p>化學平衡的動力性、影響化學平衡的因素。</p> <p>勒沙特列原理。</p> <p>K_p 與 K_c</p>	<p>解離、電解質與非電</p> <p>化學反應熱、熱化學反應式、燃燒熱、吸熱、放熱。</p>	<p>@粒子現象、反應方程、</p> <p>@反應速率</p> <p>反應快慢</p> <p>熱平衡、</p> <p>吸熱放熱反應</p> <p>能、光能、能的互換、核能、化學能</p>	<p>光合作用</p> <p>燃燒速率</p>

	<p>酸與鹼、水溶液中的平衡</p> <p>氧化與還原</p> <p>電池與電解電鍍</p> <p>加成與取代</p>	<p>溶度積常數、同離子效應。</p> <p>*平衡常數的測定。</p> <p>*溶解度與 K_{sp}。</p> <p>電解質的基本性質。</p> <p>酸鹼的實驗定義與阿羅尼士、布-羅酸鹼學說。</p> <p>解離常數及 K_w。</p> <p>酸鹼指示劑。酸鹼滴定。</p> <p>*酸鹼滴定。酸鹼強度 (K_a)(K_b)</p> <p>多質子酸的解離。</p> <p>同離子效應。</p> <p>鹽的種類與命名、鹽的水解</p> <p>氧化還原的概念。常用的氧化劑與還原劑及其用途。氧化數的概念、氧化還原反應式的平衡。</p> <p>氧化還原滴定原理與簡單的計算。</p> <p>*氧化還原反應。</p> <p>*氧化還原滴定。</p> <p>金屬離子化傾向之大小、電化電池。電位與電池電壓。蓄電池、燃料電池的電極反應。電解電鍍、法拉第電解定律的應用。</p> <p>*電解與電鍍、無電極電鍍</p> <p>飽和烴的反應。</p> <p>不飽和烴的反應。</p> <p>*烴的製備與其性質。</p>	<p>離子沉澱反應。</p> <p>酸鹼中和反應。</p> <p>離子沉澱反應。</p> <p>乾電池、水銀電池、鉛蓄電池、鎳鎘電池等之性能及廢棄問題</p> <p>*簡易電池。</p> <p>氧化還原反應。</p> <p>*簡易電解實驗。</p>	<p>電解質、離子、酸鹼鹽、酸鹼中和。</p> <p>@PH 值</p> <p>@電流化學效應</p> <p>、燃燒、</p> <p>活性、金屬活性</p> <p>電池、電池的化學反應、電解、電鍍</p>	<p>鐵生銹</p>
物質的	非金屬元素的性質	<p>氫氣和稀有氣體的性質、製取與其用途。空氣的液化。</p>			金屬與非金屬

性質	<p>金屬元素的性質</p> <p>有機化合物</p> <p>聚合物</p>	<p>鹵素、硫、氮、磷、碳、矽。</p> <p>鈉、鉀、鈣、鋁、錫、鉛、銅、銀、鐵及其重要化合物的化合製備、性質、用途，合金的性質與應用、開金、鋁合金、鋼、有機化合物組成、結構、官能基。有機化合物的特性與分類及命名。鹵化烴、醇、酚、醚、酮、有機酸、酯、油脂、胺與鹽胺。</p> <p>*官能基性質的探討。</p> <p>*有機合成</p> <p>聚合物的定義、聚合反應。</p> <p>常見天然聚合物—糖類、蛋白質、天然橡膠等。</p> <p>合成纖維、合成橡膠、離子交換樹脂、合成橡膠、塗料及接著劑。</p> <p>*天然聚合物性質的檢。</p> <p>*合成聚合物的製備。</p>	<p>煤、汽油、柴油、天然氣、液化石油氣等熱值的比較。</p> <p>石油的分餾及其主要產物的用途。95、92 汽油。</p> <p>*日常用品之製備而(合成反應)。</p> <p>糖與蛋白質的成分與營養價值。</p> <p>植物纖維、動物纖維。合成纖維等衣料。</p>	<p>日常生活的有機物、藥物</p>	
生活中的物質及其他			<p>茶與咖啡的成分與對人體的影響。</p> <p>肥皂及清潔劑的化學成分及去污原理與其對環境的影響。</p> <p>常用塑膠、玻璃、陶瓷與磚瓦的成分、性質及其應用</p> <p>介紹常用胃藥、消炎劑、及止痛劑。</p> <p>認識香煙、大麻、安非他命及海洛因。</p>	<p>基本測量、觀察、基本器材使用</p>	

由上述的相關課程架構，我們可以歸納出下列幾點：

一、國小、國中、高中三階段物質科學(化學)教材內容之漸進性。

國小完全沒有關於物質的結構方面的內容，這是很合理的，因為較為抽象的原子、電子的理論或知識對幼小的孩子是不合適的。因此國小的課程架構較偏重於物質的狀態，討論一些相的變化及物質的性質。

國中則延續對物質狀態的討論，並增加物質的變化；也就是化學反應的認識。並有了簡單的實驗基本技巧的訓練。國小及國中在有機化學方面則內容較少。即使有也不涉及化學式或結構式。

高中階段的高一為共同必修，一者銜接國中的內容，再者為適應不準備念理科的高一同學，增加較多與生活有關的化學課程內容。整體來說，由 1- 12 的安排是相當具備了適應性與漸進性。

二、國小、國中、高中三階段物質科學(化學)教材內容之重疊性。

例如在物質的結構部分，國中已有了原子、分子、化合物的認識，在選修課程方面更有了週期率、元素分類、原子量、分子量、莫耳的內容，而在高一仍有元素的性質、離子化合物、分子化合物的形成與國中成螺旋狀的重疊。另外增加元素的核外電子的排列及簡單化學計量與莫耳計算。

又如在物質的狀態部分，由國小、國中、到高中三階段，討論的皆是氣體的性質、製備、大氣、水、水溶液、空氣污染、水污染、溶解度、濃度等問題，其重疊性更高，如何避免重複則是特別需要注意的。

三、國小、國中、高中三階段物質科學(化學)教材內容之重複性。

單就國小部分而言，已有相當的重複，例如關於水的三態變化，在四、十、十一冊皆出現，而且是完全相同的概念並不是漸次深入的內容。又如氣體的性質的實驗及內容，在四、七冊有相同的重複。至於不同階段的重複；國小的氧氣製備與性質，用的是二氧化錳與雙氧水的反應並以線香檢驗氧氣。以碳酸氫鈉與鹽酸反應生成二氧化碳並以石灰水檢驗二氧化碳。而國中的新編教材仍為此方法，甚至到高中的氣體性質的製備仍為同一器材，如此非但減低學生學習的興趣，也浪費資源。

結論與建議：

- 一、我國現行 1-12 之物質科學課程及其架構，基本上是符合漸進式的、重疊式的、螺旋式的原則，但因分不同階段，由不同的作者分別根據課程及其架構去編輯教材；導致各階段的內容有不當的重複。基於高階教材禮讓低階教材的理念，作者在編輯前應就前一階段的教材內容作一深入的研究，避免雷同。例如前述的氧氣的製造；國小可用大量筒實驗，以雙氧水與清潔劑(如沙拉脫)的溶液中加少許碘化鉀反應，以線香檢試氧氣，具趣味性及安全性，而國中則以雙氧水與二氧化錳於錐形瓶中反應生成氧氣，一則學習使用玻璃儀器的裝置，並學習排水集氣法收集氧氣的方法。高中則可使用硬試管中強熱氯酸鉀與二氧化錳的方法製造氧氣，其實驗技巧則有漸次提高的意義。
- 二、課程的架構因為分由不同階段的研究者所提出，仍難免有不完全一貫的缺失，本身既已不夠完整，再經由不同的人去編輯不同階段的教材，就很難能有一套十二年一貫的理想教材了。
- 三、建議採用專業的研究組群，以全天候的專職方式，利用一段較長時間的分析、研究，去擬定課程架構，甚至編出一套造福全民的教材，其費用絕不會高於以往聘請雖優秀卻是業餘的專家所需的費用。

日本、大陸地區高中化學教材分析

19-67

北一女中 何鎮揚

化學知識、科學素養與科學態度在日常生活中，扮演著重要的角色。但要如何使一般的學生在學校教育中獲得足夠的知識，且能應用於日常生活中，這是一件非常重要的事。

俗話說“工欲善其事，必先利其器”，要化學教育能落實，能被學生所樂於接受，除須執行教學的老師有良好的教育熱誠與專業素養外，最重要的還是須有一套生動活潑、難易適中且與日常生活緊密結合的教材。而一套好的教材，先要能提起學生的好奇心，從好奇心中提出問題，然後能主動的接近，尋找解結問題的方法。當然好的教材也須使學生學習之後，能珍惜有限的自然資源，愛惜資源，讓人類能永續的在這個地球生活下去。好的教材也須使學生能愛護環境，保護環境，讓我們能有一個良好的環境，使人類能夠擁有一個乾淨舒適的生活空間。

要編出一套良好的教材，則須有良好的制度與長遠完善的規劃。在國內沒有一個常設的研究機構下，最好的方法，莫過於從研究世界先進國家，或與我們生活習慣較接近的鄰近國家地方的化學教材著手，從其中截長補短，然後編出一套適合國人的教材。大陸與日本是與我們最接近的兩個地區，所以就從這兩地區的高中化學教材開始研究，希望能從中得到一些寶貴的經驗與資料，有利於以後教材的規劃與編寫。

一、大陸地區化學課程與現行課程的比較

- 1.課程分成兩階段，高一、高二為一階段，高三單獨成一階段。
- 2.課程最主要的特色為以實驗引導教學，每章或每節均有足夠的示範實驗，從示範實驗中，引起學生的興趣。
- 3.整個教材偏向傳統敘述性的編寫方式，基本理論甚少涉及。
- 4.氣體內容只有氮氣、氨、氯氣、二氧化硫等氣體的製備性質。沒有提及理論性的氣體定律(波以耳定律、查理定律、理想氣體方程式)、也沒有擴散定律、分壓定律，更沒有氣體動力論。
- 5.溶液內容包含溶液的濃度(重量百分濃度、體積莫耳濃度)，膠體溶液；沒有拉午耳定律、溶液的沸點、凝固點，滲透壓等定量的內容。
- 6.酸鹼鹽的內容中，酸提到酸的通性，硫酸、硝酸、磷酸的製備及性質；鹼則有鹼的通性，氨水、氫氧化鋁的性質；鹽則有鹽水解的定性敘述。沒有酸鹼強度(K_a 、 K_b)，及鹽水解的定量討論。
- 7.原子結構中不談電子親和力；化學鍵與分子作用力則不談金屬鍵及凡得瓦力。
- 8.非金屬元素則沒又磷、矽、硼等元素及其化合物。
- 9.金屬元素的內容沒有過渡性元素、錯離子等

二、日本地區化學課程與現行課程的比較

- 1.以課程架構來分約可分成三階段，高一為生活的化學，高二為化學知識的充實，高三則以化學的探究為主。
- 2.課程內容的敘述生動活潑，概念內容較現行課程略少但完整。
- 3.氣態部分內容包括波以耳定律、查理定律、波查定律、理想氣體方程式、理想氣體與真實氣體的比較、氣體的分壓定律、氣體的擴散，但沒有擴散的定量敘述，亦無動力論方程式

- 4.液態部分的內容包括固體與氣體的溶解現象、固體與氣體的溶解度、濃度(重量百分濃度、體積莫耳濃度)、沸點上升、凝固點下降、滲透壓、膠體溶液(布朗運動、廷得耳效應、透析、電泳、凝聚作用、鹽析)
- 5.動力論的內容包括影響速率的因素，反應速率定律式，不談反應級數及反應機構。
- 6.熱力學的內容包括可逆反應、平衡、平衡常數、平衡的移動，沒有溶度積。
- 7.酸鹼鹽的內容包括酸與鹽的定義(阿瑞尼斯定義)、水溶液的 pH 值、中和反應、滴定、鹽的水解；酸鹼定義沒有路易士定義、沒有酸鹼強度與鹽水解的定量討論。
- 8.氧化還原反應的內容中沒有電位與電位的應用、沒有氧化還原滴定。
- 9.原子的結構內容不談量子力學模型。
- 10.物質的組成：離子鍵沒有晶格能；共價鍵沒有混成軌域的概念、沒有鍵的強度及鍵角；金屬鍵沒有能帶理論；分子間作用力沒有氫鍵。
- 11.高三主要部分為課題研究。

三、現行大陸高中化學課程大綱

(一)上海教育出版社

1、高級中學課本——化學(一年級)——1997年6月第4次印刷

(上海中小學課程教材改革委員會)

章、節	名 稱	內 容
第1章	物質的構成和化學反應	
第1節	物質的構成	原子核外電子排布的初步知識：[以電子層(軌道)為基礎，未涉及量子數] 1~20號元素原子的核外電子排布 原子核外電子分布規律 原子核外電子分布和元素的性質 物質是怎樣構成的：[以八隅體觀念說明] 離子化合物：NaCl (實驗 1-1 鈉在氯氣裏燃燒) 共價化合物：HCl (實驗 1-2 氫在氯氣裏燃燒) 化學鍵
第2節	溶液中的離子反應	電解質和電解質的電離 溶液的導電性 (實驗 1-3 物質的導電性實驗) 氯化鈉的電離 (實驗 1-4 高錳酸根離子的定向移動) 氯化氫在水溶液中的電離 電解質 離子反應 酸溶液和鹼溶液 離子反應

閱讀材料	氯化鈉在水溶液中為什麼會電離	
第 3 節	氧化還原反應	什麼是氧化還原反應 氧化-還原反應的特徵：以氧化數說明 氧化-還原反應的實質：以電子數的得失說明 氧化劑和還原劑 氧化劑和還原劑 氧化性和還原性 氧化-還原反應方程式的平衡
閱讀材料	物質氧化性、還原性強弱的標度(以電動勢說明)	
第二章	幾種重要的礦物資源	
第 1 節	鐵礦和鋼鐵的冶煉	鐵礦的成分和高爐煉鐵 鐵礦的成分 (實驗 2-1 一氧化碳還原氧化鐵) 高爐煉鐵 生鐵和煉鋼 生鐵 煉鋼
第 2 節	鋁和鈦	鋁礦和鋁的冶煉 鋁的性質和用途 (實驗 2-2 鋁粉還原氧化鐵) (實驗 2-3 鋁與燒鹼、鹽酸、硫酸的反應) 鋁礬土(鋁土礦) (實驗 2-4 氧化鋁、氧化鐵與酸鹼的反應) 電解鋁(電冶鋁) 鈦和鈦的冶煉 鈦的性質和用途 自然界中的鈦和鈦的冶煉 金屬冶煉的一般原理 (實驗 2-5 用焦炭還原氧化鉛和氧化銅)
第 3 節	自然界的硫資源 硫酸	自然界的硫資源及重要的含硫化合物 自然界的硫資源及硫的性質 (實驗 2-6 硫黃在氧氣中燃燒) (實驗 2-7 鐵絲在硫蒸汽中燃燒) 重要的含硫化合物 (實驗 2-8 濃硫酸跟紙片、棉花、蔗糖的反應) (實驗 2-9 濃硫酸跟銅的反應) 硫酸和其他含硫化合物的製取 硫酸的製法 (實驗 2-10 鍛燒硫鐵礦製硫酸) 用芒硝製硫化物

		(實驗 2-11)用碳粉還原硫酸鈉 硫酸鋇的製取 (實驗 2-12 硫酸鈉跟氯化鋇反應)
閱讀材料	稀土元素	
第三章	海水資源及其化學加工	
第 1 節	海水提鎂	鎂和海水提鎂 鎂和鎂的化合物 海水提鎂 (實驗 3-1 氯化鎂、氯化鈉跟鹼溶液的反應) 離子方程式 離子方程式及其意義 離子方程式的寫法
閱讀材料	海底錳結核	
第 2 節	食鹽和氯氣	食鹽的化學加工 粗鹽的成分 電解飽和食鹽水 (實驗 3-2 電解飽和食鹽水) 氯氣是重要的化工材料 氯氣 合成鹽酸 製造氯化鐵 (實驗 3-3 鐵在氯氣中燃燒) 氯氣跟磷反應 (實驗 3-4 紅磷跟氯氣反應) 氯氣的漂白、消毒作用 (實驗 3-5 氯氣的漂白作用)
閱讀材料	海水淡化	
第 3 節	海水提溴	溴和海水提溴 溴和溴的化合物 (實驗 3-6 觀察溴的色態和溶解性) (實驗 3-7 溴化銀見光分解) 從海水中提取溴 (實驗 3-8 溴離子氧化成單質溴的探討) 氯氣為什麼能氧化溴離子 碘的提取 碘的提取 (實驗 3-9 從含 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 和 I^- 離子的溶液中分離出碘) 從混合離子溶液中提取物質的一般方法 (實驗 3-10 銅離子跟硫離子的反應)

閱讀材料	從海水中提取微量元素	
第四章	莫耳及其在化學上的應用	
第 1 節	物質的量	莫耳—物質的量的基本單位 莫耳 莫耳質量 莫耳在化學上的應用 根據化學式的計算 根據化學方程式的計算
第 2 節	氣體莫耳體積	氣體的莫耳體積 標準狀況下氣體的體積 亞佛加厥定律 氣體莫耳體積和亞佛加厥定律的應用 氣體莫耳體積在化學計算中的應用 溶液的莫耳濃度 莫耳濃度 溶液的莫耳濃度在化學計算中的應用 一定莫耳濃度溶液的配製 配製一定莫耳濃度溶液的有關計算 一定莫耳濃度溶液的配製
閱讀材料	酸鹼滴定法	
第五章	化學和能源	
第 1 節	化學反應熱和礦物燃料	(實驗 5-1 吸熱的化學反應) 化學反應熱 化學反應熱 熱化學方程式 礦物燃料 燃料的熱值 石油和石油的分餾 (實驗 5-2 實驗室蒸餾石油)
第 2 節	化學電池	原電池和乾電池 原電池 (實驗 5-3 原電池) 乾電池 鋰電池 鉛蓄電池和鎳鎘電池 鉛蓄電池 (實驗 5-4 鉛蓄電池的原理) 鎳鎘電池

閱讀材料	燃料電池	
第 3 節	化學能源的充分利用 核能	化學能源的充分利用 石油的裂化 (實驗 5-5 石蠟的催化裂化) 煤的乾餾和加氫液化 熱交換 核能 原子核和同位素 核能 核反應堆
第六章	固氮 幾種重要的化學肥料	
第 1 節	固氮	氮氣和固氮 氮氣 氮的自然循環 (實驗 6-1 閃電產生一氧化氮) 人工固氮 (實驗 6-2 合成氨反應) 合成氨的適宜條件 可逆反應 合成氨生產的適宜條件
第 2 節	氮肥	銨態氮肥和尿素 氨和氨水 (實驗 6-3 氨的性質) 銨態氮肥 (實驗 6-4 鹽酸和氨水的反應) (實驗 6-5 銨鹽的性質(1)) (實驗 6-6 銨鹽的性質(2)) 尿素 硝態氮肥 氨氧化法製硝酸 (實驗 6-7 氨氧化法製硝酸) 硝態氮肥
第 3 節	磷肥 幾種化學肥料的酸鹼性	磷和磷肥 單質磷 磷礦和磷肥 (實驗 6-8 磷在空氣中燃燒) 幾種化學肥料的酸鹼性 幾種化學肥料的酸鹼性 (實驗 6-9 幾種鹽溶液的酸鹼性)

閱讀材料	氮和磷性質的比較	
第七章	大氣和水質	
第 1 節	大氣的污染與防治	臭氧層的破壞 溫室效應 臭氧層 臭氧層的破壞 溫室效應 (實驗 7-1 溫室效應) 酸雨 塵埃和煙霧 溶液的 pH 值 酸雨的形成和危害 酸雨的防治 (實驗 7-2 硫化氫跟二氧化硫反應) 塵埃和煙霧 (實驗 7-3 大氣中塵埃的測定) (實驗 7-4 煤油的不完全燃燒)
第 2 節	水質	飲用水 水源和飲用水 淨水和膠體 (實驗 7-5 鋁鹽和鐵鹽的水解反應) (實驗 7-6 氫氧化鐵膠體的製備和性質) 飲用水的消毒 飲用水的礦化 工業用水 工業用水和水質 (實驗 7-7 鈣鎂離子對銻黑 T 的影響) 硬水軟化和離子交換法
閱讀材料	逆滲透法	(實驗 7-8 半透膜和滲析(1)) (實驗 7-9 半透膜和滲析(2))
第 3 節	自然水的污染和防治	水的污染 金屬污染 熱污染 優養化作用 污水的處理 恢復水的自淨能力 污水的處理

2、高級中學課本——化學(二年級)——1997年6月第6次印刷

章、節	名 稱	內 容
第八章	元素週期律和物質結構	

第 1 節	元素週期表	元素原子結構的遞變規律 具有相同電子層數的原子 具有相同最外層電子數的原子 元素週期表 元素週期律 同週期和同族元素性質的遞變 (實驗 8-1 鈉鎂鋁性質的比較) (實驗 8-2 氫氧化鋁跟鹽酸、氫氧化鈉的反應) 同族元素性質的遞變 (實驗 8-3 鉀跟水的反應)
閱讀材料	元素週期律的發現	
第 2 節	鹼金屬和鹵族元素	鹼金屬 鹼金屬 (實驗 8-4 鈉和鉀的焰色反應) 鹵族元素 鹵族元素 (實驗 8-5 氟化氫與玻璃的反應) (實驗 8-6 用二氧化錳和濃鹽酸製造氯氣) (實驗 8-7 氯氣與銅反應)
閱讀材料	漫談氟元素	
第 3 節	化學鍵	化學鍵和化學反應 元素和離子鍵 元素和共價鍵 化學鍵和化學反應 碳鍵 碳碳單鍵 碳碳雙鍵 參鍵
閱讀材料	金剛石和石墨	
第九章	合成有機物	
第 1 節	有機物的種類為什麼特別多	飽和烴和它的碳鏈結構 烷烴的結構 同分異構物 烷烴的衍生物 不飽和烴和它的碳鏈結構 烯烴的結構 炔烴和二烯烴的結構 (實驗 9-1 電石與水的反應) 有機物為什麼特別多
閱讀材料	烷烴的系統命名	

第 2 節	合成有機物的幾種基本反應	碳鏈上的幾種基本反應 取帶反應和消去反應 (實驗 9-2 烷烴與鹵素的反應) 不飽和烴的加成反應 (實驗 9-3 烯烴與鹵素的加成反應) 聚合反應 苯環上的幾種基本反應 苯和芳香烴 苯的鹵化和硝化反應 (實驗 9-4 苯的溴化反應) (實驗 9-5 苯的硝化反應)
第 3 節	石油、煤和合成高分子	石油的裂解和煤的乾餾 石油的裂解 煤的乾餾 (實驗 9-6 煤的高溫乾餾) 煤的氯化 人工合成的高分子化合物 塑膠 合成橡膠
閱讀材料	汽油的抗震性和辛烷值	
第十章	農業副產品中的有機物及其利用	
第 1 節	農業副產品中的有機物	植物中的醣類 葡萄糖和澱粉 (實驗 10-1 葡萄糖與新製氫氧化銅的反應) 纖維素 (實驗 10-2 纖維素的水解) 油脂和蛋白質 酯 天然油脂 蛋白質和胺基酸 (實驗 10-3 雞蛋白的變性)
第 2 節	天然有機物的發酵	天然有機物在發酵過程中的變化 媒參與的水解反應 (實驗 10-4 澱粉媒催化澱粉的水解反應) (實驗 10-5 蛋白媒催化蛋白質水解) 媒參與的酯化反應 (實驗 10-6 製乙酸乙酯的反應) 釀酒和製醋 澱粉的糖化 葡萄糖的酒化

		用酒精製醋
閱讀材料	胺基酸的應用	
第 3 節	農業副產品的其他工業加工	油脂的工業應用 油脂的硬化 (實驗 10-7 觀察硬化油) 油脂的皂化 油脂在酸性條件下水解 纖維素的工業利用 製造硝化棉 (實驗 10-8 硝化纖維的製取和燃燒) (實驗 10-9 製取膠棉薄膜) 製造黏膠纖維 造紙

3、高級中學課本——化學(三年級理科班)——1997年6月第4次印刷

章、節	名 稱	內 容
第一篇	物質的結構和狀態	
第 1 章	原子的結構	
第 1 節	原子 原子量	原子 元素的原子量和莫耳質量
第 2 節	核外電子的運動狀態和排列規律	電子雲 描述核外電子運動狀態的四個方面 核外電子的排列規律
第 3 節	原子結構和元素週期律	現代週期表與原子結構 第一游離能和電負度
第 2 章	分子結構	
第 1 節	小分子和共價鍵	同核雙原子分子 異核雙原子分子
第 2 節	極性分子和非極性分子	分子的極性 (實驗 2-1 水分子在電場中發生偏向) (實驗 2-2 碘晶體在水與四氯化碳中的溶解) 分子的結構和分子的極性 甲烷的分子結構和混成軌域
第 3 章	晶體結構	
第 1 節	分子晶體	凡得瓦力和分子晶體 各種分子晶體熔點的比較 氫鍵
第 2 節	共價型網狀晶體	三維網狀晶體

		石墨的晶體結構
第3節	離子晶體和金屬晶體	離子化合物和離子晶體 金屬晶體
第4章	物質的聚集狀態和分散體系	
第1節	物質的蒸汽壓和熔沸點	蒸汽壓 液體的沸點 固體的熔化和昇華 (實驗 4-1 觀察碘的顏色、狀態和昇華)
第2節	溶液	溶液的種類 氣體和液體的水溶液 固體的水溶液 稀溶液的依數性 溶液的滲透壓
第3節	膠體	膠體顆粒 (實驗 4-2 食鹽和澱粉經過腸衣的滲透作用) 膠體的吸附性和電泳現象 親水膠體和疏水膠體 膠體的製備
第二篇	化學反應	
第5章	化學反應的能量和推動力	
第1節	反應熱	反應熱 生成熱和燃燒熱
第2節	自發反應的推動力	自發反應和非自發反應 反應熱和自發反應的推動力 亂度和自發反應的推動力 (實驗 5-1 鹼石灰和氯化銨的反應)
第6章	化學反應速率與化學平衡	
第1節	化學反應速率	化學反應速率及其表示法 碰撞學說 反應物的性質和表面大小與化學反應速率 溫度、濃度、壓力對反應速率的影響 催化劑對反應速率的影響
第2節	化學平衡	可逆反應和動態平衡 平衡常數 應用平衡常數進行的簡單計算
第3節	影響化學平衡的因素	勒沙特列原理

		溫度對化學平衡的影響 濃度對化學平衡的影響 壓力對化學平衡的影響 選擇適宜的化工生產條件
第4節	溶液中的一些動態平衡	電離平衡 影響電離平衡的一些因素 水的離子積和溶液的 pH 值 溶解平衡和離子沈澱反應 離子反應和離子方程式
第7章	氧化還原反應	
第1節	氧化數和氧化還原反應	氧化數 氧化還原反應 氧化還原反應方程式的平衡
第2節	電極電位和氧化還原反應	氧化還原反應的本質 標準電極電位 電極電位的應用
第三篇	無機物	
第8章	金屬和非金屬	
第1節	金屬	金屬晶體和金屬的分類 金屬的還原性 金屬離子的性質 金屬的冶煉(Na、Mg、Al、Fe、Cu)及其重要的性質
第2節	非金屬	非金屬單質的聚集狀態 非金屬單質的氧化性 某些非金屬單質的還原性 非金屬離子的性質 非金屬的製備(Cl ₂ 、S、P、Si) 及其重要的性質
第9章	氣態氫化物和氧化物	
第1節	氣態氫化物	氣態氫化物的分子結構(HF、H ₂ O、NH ₃ 、CH ₄)-以結構示意圖說明 氣態氫化物的一些性質及製備(NH ₃ 、H ₂ S、HF)
第2節	氧化物	鹼性氧化物 酸性氧化物 兩性氧化物 某些氧化物的氧化還原反應
第3節	過氧化物	過氧鍵和過氧化物 過氧化氫 過氧化鈉
第10章	酸鹼鹽	

第 1 節	酸	酸的分類 酸的通性 酸的氧化性和還原性 硫酸鹽酸硝酸的製備和重要性質
第 2 節	鹼	鹼的分類和通性 氨水 氫氧化鋁
第 3 節	鹽 純鹼的工業製法	鹽的分類 鹽的水解 鹽與鹽的反應 硝酸鹽和銨鹽的一些性質 純鹼的工業製法
第四篇	有機物	
第 11 章	烴	
第 1 節	飽和烴	烷烴的結構和同系物 烷烴的同分異構現象和命名 烷烴的性質 甲烷的實驗室製法 環烷烴
第 2 節	烯烴	烯烴同系物和乙烯的分子結構 烯烴的同分異構現象和命名 乙烯的實驗室製法和性質
第 3 節	炔烴和二烯烴	乙炔的製法和性質 1,3-丁二烯的性質 飽和烴和不飽和烴的鑒別
第 4 節	芳香烴	芳香烴的結構特點 苯及其同系物
第 12 章	烴的衍生物	
第 1 節	鹵代烴	
第 2 節	醇和酚	醇：醇的分類和命名 甲醇和乙醇 酚
第三節	醛和酮	乙醛 甲醛 丙酮
第 4 節	羧酸和酯	羧酸 酯 油脂
第 5 節	胺和鹽胺	

第 6 節	醣	葡萄糖和果糖 蔗糖和麥芽糖 澱粉和纖維素
第 13 章	合成高分子化合物	
第 1 節	聚合物的性質和結構的關係	聚合物的分子量 聚合物的一般性質
第 2 節	合成聚合物的反應	加成聚合物 縮合聚合物
第 3 節	合成高分子材料	塑膠 合成纖維 合成橡膠 常見的加成聚合物

(二)上海科學技術出版社

1、高級中學課本——化學(一年級) ——1997年5月第3次印刷

章、節	名 稱	內 容
1	物質及其變化	
1.1	物質的組成和結構 【閱讀材料】	物質的組成(以元素氧化數來組成化學式) 構成物質的微粒(分子、原子、離子) 原子的構成：1. 原子 2. 同位素 3. 原子核外電子的分布(以軌道說明) 考古學上年代的測定
1.2	物質的分類 【閱讀材料】	純物質和混合物 化學試劑的純度 單質和化合物 氧化物、酸、鹼、鹽
1.3	物質的變化	化學反應的基本類型 [實驗 1.1] 觀察銅片與 氯化汞溶液的反應 [實驗 1.2] 觀察硝酸鉀溶液和硝酸銀溶液加氯化鈉溶液的反應 單質、氧化物、酸、鹼、鹽的相互關係
2	物質的量	
2.1	物質的量	物質的量 莫耳質量 有關物質的量的計算

2.2	氣體莫耳體積	氣體莫耳體積 關於氣體莫耳體積的計算
2.3	物質的量 濃度	物質的量 體積莫耳濃度 有關物質的量、濃度的計算 配製一定濃度的溶液 [實驗 2.1] 配製 0.1M 的碳酸鈉溶液 500mL
3	物質變化中的能量關係	
3.1	溶解過程中的能量變化	物質溶解時的熱現象 [實驗 3.1] 觀察高錳酸鉀晶體在水中的溶解現象 [實驗 3.2] 觀察硝酸銨、氯化銨晶體溶於水的溫度變化 [實驗 3.3] 觀察氫氧化鈉、氯化鈉晶體溶於水的溫度變化 溶解的兩個過程(放熱反應與吸熱反應)
3.2	物質的結晶	溶解和結晶 結晶水合物 [實驗 3.4] 觀察硫酸銅晶體加熱的變化 [實驗 3.5] 觀察白色硫酸銅粉末加水的變化
3.3	化學變化中的能量關係	化學反應中的熱現象 [實驗 3.6] 觀察鹽酸溶液與氫氧化鈉溶液混合前後的溫度變化 熱化學方程式 化學變化中的能量關係
3.4	燃燒的充分利用 【閱讀材料】	燃燒熱和熱值 燃料的充分利用 一種新型能源—氫能
4	鹵素	
4.1	氯氣 【閱讀材料】	氯氣的物理性質 [實驗 4.1] 觀察氯氣的狀態、顏色 [實驗 4.2] 觀察氯氣在水中的溶解性 氣體鋼瓶 氯氣化學性質的初步認識 [實驗 4.3] 觀察鈉在氯中的燃燒情形 [實驗 4.4] 觀察鐵在氯中的燃燒情形 [實驗 4.5] 觀察氫氣在氯中的燃燒情形 [實驗 4.6] 觀察鎂帶在氯氣與氫氣的混合氣中的燃燒情形 【閱讀材料】 氯氣的發現
4.2	氯化氫與鹽酸	氯化氫 [實驗 4.7] 觀察氯化氫的顏色和狀態及與溼潤的藍色

	【閱讀材料】	<p>石蕊試紙接觸的顏色變化</p> <p>[實驗 4.8] 觀察氯化氫的噴泉實驗</p> <p>鹽酸</p> <p>[實驗 4.9] 觀察生鏽的鐵釘浸入鹽酸後表面的變化</p> <p>[實驗 4.10] 觀察氯化鈉溶液、蔗糖溶液、水的導電性</p> <p>人體裏的鹽酸</p> <p>氯離子的檢驗</p> <p>[實驗 4.11] 觀察鹽酸、氯化鋁、氯化鈉溶液加硝酸銀的變化</p> <p>[實驗 4.12] 觀察碳酸鈉溶液加入硝酸銀的變化</p> <p>[實驗 4.13] 觀察上二實驗的試管內分別加入稀硝酸的變化</p>
4.3	次氯酸 【閱讀材料】	<p>次氯酸</p> <p>[實驗 4.14] 氯氣漂白色布</p> <p>[實驗 4.15] 觀察鹽酸是否使色布褪色</p> <p>[實驗 4.16] 比較氯水與蒸餾水的顏色和氣味</p> <p>漂白粉</p> <p>[實驗 4.17] 觀察氯氣與氫氧化鈉的反應</p> <p>自來水的消毒</p>
4.4	氧化 還原反應	<p>氧化 還原反應</p> <p>氧化還原反應的實際意義</p>
4.5	氟 溴 碘	<p>氟</p> <p>溴和碘</p> <p>[實驗 4.18] 觀察溴的蒸發</p> <p>[實驗 4.19] 觀察碘的蒸發</p> <p>[實驗 4.20] 觀察溴和碘在水與四氯化碳中的溶解</p> <p>[實驗 4.21] 觀察溴和碘在四氯化碳中的顏色</p> <p>[實驗 4.22] 分別觀察碘與碘化鉀和澱粉相遇的顏色</p>
4.6	鹵族元素	<p>鹵素的原子結構與單質的物理性質</p> <p>鹵素單質的化學性質</p> <p>[實驗 4.23] 觀察鋅粉與碘在水的催化下反應</p> <p>[實驗 4.24] 觀察氯水與溴化鈉溶液的反應</p> <p>[實驗 4.25] 觀察溴水與碘化鉀溶液的反應</p> <p>[實驗 4.26] 觀察氯水與碘化鉀溶液的反應</p> <p>可溶性鹵化物的檢驗</p> <p>[實驗 4.27] 鹵化物的檢驗</p> <p>【閱讀材料】 鹵素和人體健康</p>
5	硫	
5.1	硫 二氧化硫	硫

		<p>[實驗 5.1] 觀察硫的顏色及在水與二硫化碳中的溶解現象</p> <p>[實驗 5.2] 觀察鐵粉與硫粉混合共熱的現象</p> <p>【選讀】 硫化氫的檢驗</p> <p>二氧化硫</p> <p>[實驗 5.3] 觀察硫化氫與二氧化硫氣體混合的現象</p> <p>[實驗 5.4] 二氧化硫的還原性</p> <p>酸雨</p>
5.2	化學反應速率 化學平衡	<p>化學反應速率</p> <p>[實驗 5.5] 濃度與反應速率</p> <p>[實驗 5.6] 溫度與反應速率</p> <p>[實驗 5.7] 表面積與反應速率</p> <p>[實驗 5.8] 催化劑與反應速率</p> <p>化學平衡</p>
5.3	硫酸工業製法	<p>硫酸工業製法</p> <p>[實驗 5.9] 二氧化硫的催化氧化和三氧化硫的吸收</p> <p>硫酸生產過程簡介</p>
5.4	<p>硫酸</p> <p>【閱讀材料】</p>	<p>硫酸的通性</p> <p>濃硫酸的特性</p> <p>[實驗 5.10] 濃硫酸的脫水性</p> <p>[實驗 5.11] 銅和濃硫酸的反應</p> <p>一些重要的硫酸鹽：CaSO_4、CuSO_4、FeSO_4</p>
5.5	溶液中的離子反應	<p>強弱電解質</p> <p>[實驗 5.12] 電解質導電能力的比較</p> <p>溶液中的離子反應</p> <p>硫酸根離子的檢驗</p> <p>[實驗 5.13] 硫酸鈉、硫酸、碳酸鈉溶液與氯化鋇溶液的反應</p>
5.6	氧族元素	<p>氧族元素的原子結構與單質的物理性質</p> <p>氧族元素單質的化學性質</p>
6	鹼金屬	
6.1	<p>鈉</p> <p>【閱讀材料】</p>	<p>鈉</p> <p>[實驗 6.1] 觀察鈉的顏色</p> <p>[實驗 6.2] 觀察鈉的燃燒現象</p> <p>【選讀】 過氧化鈉</p> <p>[實驗 6.3] 觀察鈉與水反應後溶液的酸鹼性</p> <p>[實驗 6.4] 觀察鈉與水反應後產生的氣體</p> <p>人體內的鈉元素</p> <p>氫氧化鈉</p>

		[實驗 6.5]觀察氫氧化鈉的顏色及在空中時表面的變化 [實驗 6.6]電解食鹽水 【選讀】電解原理
6.2	酸鹼中和滴定 【閱讀材料】	水的電離 溶液的酸鹼性和 pH 值 人體的酸鹼平衡 酸鹼中和滴定 [實驗 6.7]酸鹼滴定
6.3	碳酸鈉和碳酸氫鈉 【閱讀材料】	碳酸鈉和碳酸氫鈉 [實驗 6.8]碳酸鈉和碳酸氫鈉與鹽酸的反應 [實驗 6.9]碳酸氫鈉受熱分解 中國的純鹼工業 鹽類水解 [實驗 6.10]檢驗碳酸鈉、氯化銨、氯化鈉晶體水溶液的酸鹼性 [實驗 6.11]檢驗醋酸鈉、硫酸鋁、氯化銅、硝酸鉀溶液的酸鹼性
6.4	鹼金屬 【閱讀材料】 【閱讀材料】	鹼金屬元素的原子結構和物理性質 戴維(羅瑞) 鹼金屬的化學性質 [實驗 6.12]觀察鉀與水反應及水溶液的酸鹼性 最輕的金屬——鋰 焰色反應 [實驗 6-13] 觀察 K、Li、Rb、Ca、Sr、Ba、Cu 的焰色
7	元素週期律	
7.1	元素週期律	元素性質的週期性變化 核外電子分布的週期變化
7.2	元素週期表 【閱讀材料】	元素週期表的結構 元素性質的遞變規律 [實驗 7.1]分別觀察鈉與鎂在水中的反應，然後將加鎂的試管加熱再觀察，且觀察溶液的酸鹼性 [實驗 7.2]分別觀察鋁與鎂在鹽酸中的反應 [實驗 7.3]觀察氯化鋁與氫氧化鈉溶液在試管中的反應。將試管內的溶液分成兩部分，一部分加入硫酸，一部分加入氫氧化鈉溶液再觀察 稀土元素
7.3	元素週期律的發現和應用 【閱讀材料】	元素週期律的應用 氟利昂的發現與元素週期表

	【閱讀材料】	元素週期律的發現 鎔的發現證實門得列夫的預言
--	--------	---------------------------

2.高級中學課本——化學(二年級用)——1997年7月第2次印刷

章、節	名 稱	內 容
8	氮	
8.1	氮氣	氮氣的物理性質 氮氣的化學性質 氮氣的用途
8.2	氨 銨鹽	氨的物理性質 [實驗 8.1]觀察氨氣並嗅聞味道 [實驗 8.2]氨氣溶解性實驗(噴泉實驗) 氨的化學性質 [實驗 8.3]氨氣與氯化氫反應的實驗 [實驗 8.4]氨的催化氧化實驗 銨鹽 [實驗 8.5]觀察氯化銨受熱 [實驗 8.6]銨鹽與鹼溶液反應實驗 [實驗 8.7]銨鹽和鹼反應實驗
8.3	化學平衡和合成氨 【閱讀材料】 【閱讀材料】	外界條件對化學平衡的影響 [實驗 8.8]氯化鐵溶液與硫氰化鉀溶液反應 [實驗 8.9]濃度對化學平衡的影響 [實驗 8.10]壓力對化學平衡的影響 [實驗 8.11]溫度對化學平衡的影響 合成氨 氮的固定 鏗而不捨的人們——談哈伯的製氨
8.4	氮的氧化物 硝酸	一氧化氮、二氧化氮的性質 [實驗 8.12]一氧化氮與氧反應 [實驗 8.13]一氧化氮與二氧化氮與水反應 硝酸 [實驗 8.14]觀察硝酸的狀態、顏色 [實驗 8.15]銅片與濃硝酸稀硝酸的反應 硝酸鹽 [實驗 8.16]硝酸銅受熱分解 氧化還原反應方程式的平衡
【閱讀材料】	【閱讀材料】	【閱讀材料】

8.5	化肥	
9	鋁鐵	
9.1	金屬的性質	金屬的物理性質 金屬的化學性質
9.2	鋁及其化合物 【選讀】	鋁 [實驗 9.1] 氧氣與鋁的反應 [實驗 9.2] 鋁與硝酸汞的反應 [實驗 9.3] 鋁與水的反應 [實驗 9.4] 鋁熔劑的反應 [實驗 9.5] 鋁與強鹼的反應 鋁的化合物 [實驗 9.6] 氫氧化鋁的兩性實驗 為什麼氫氧化鋁具兩性 鋁鹽
9.3	膠體	膠體的製備 [實驗 9.7] 氯化鐵在熱水中的反應——膠體的製備 [實驗 9.8] 酒石酸鉀鉀溶液與氫硫酸溶液的反應—— 膠體的製備 膠體的重要性質 [實驗 9.9] 廷得耳效應 [實驗 9.10] 電泳實驗 [實驗 9.11] 膠體的凝聚性 [實驗 9.12] 豆漿的凝聚作用
9.4	鐵及其化合物 【閱讀材料】	鐵 鐵的化合物 練鐵和煉鋼 不銹鋼的發現
9.5	金屬的腐蝕和保護 【閱讀材料】	[實驗 9.13] 原電池實驗 化學電池：鉛蓄電池、銀鋅蓄電池、燃料電池 [實驗 9.14] 鐵片上鍍鋅
10	有機化合物	
10.1	甲烷 【閱讀材料】 【閱讀材料】	有機物 [實驗 10.1] 無機物和有機物的溶解性 [實驗 10.2] 甲烷的燃燒 燃氣汽車 [實驗 10.3] 甲烷與氯氣反應 幾種重要的鹵化烴
10.2	烷烴 石油	烷烴 石油

		[實驗 10.4]石油的分餾 [實驗 10.5]催化裂解實驗 汽油及辛烷值
10.3	乙烯 乙炔 【選學】 【閱讀材料】 【閱讀材料】	乙烯 [實驗 10.6]乙烯與溴水反應 [實驗 10.7]乙烯的燃燒 [實驗 10.8]乙烯的氧化 烯烴 二烯烴 合成橡膠 乙炔 [實驗 10.9]乙炔的燃燒 [實驗 10.10]乙炔通入過錳酸鉀溶液中 [實驗 10.11]乙炔與溴水的反應 幾種常見的塑料
10.4	苯 【選讀】 【閱讀材料】	苯的物理性質 [實驗 10.12]觀察苯的外觀並嗅聞味道 苯的化學性質 [實驗 10.13]苯與高錳酸鉀溶液反應 [實驗 10.14]苯加入溴水中 [實驗 10.15]苯與溴的取代反應 [實驗 10.16]苯的硝化反應 環烴 諾貝爾
10.5	乙醇 乙酸 【閱讀材料】 【閱讀材料】 【選讀】 【閱讀材料】	乙醇 [實驗 10.17]乙醇的製法 乙醚 酒精對人體的作用 苯酚 乙酸 [實驗 10.18]醋酸與碳酸鈉溶液的反應 [實驗 10.19]酯化反應 酯的用途
10.6	油脂 【閱讀材料】	油脂的組成結構 油脂的性質、用途 洗滌劑的發展
10.7	葡萄糖 蔗糖 【選讀】	葡萄糖 [實驗 10.20]葡萄糖與多倫試劑的反應 [實驗 10.21] 葡萄糖與斐林試劑的反應 蔗糖 澱粉 纖維素

(三) 人民教育出版社

1. 高中化學讀本 —— 第一冊 —— 1997 年 2 月第 5 次印刷

* 本書為《高級中學課本化學(甲種本)》第一冊和第二冊第一章第二章第三章的修訂本

章、節	名 稱	內 容
第一章	莫耳	
第一節	莫耳	莫耳 關於莫耳的計算
第二節	氣體莫耳體積	氣體莫耳體積 關於氣體莫耳體積的計算
第三節	莫耳濃度	莫耳濃度 在莫耳溶液中溶質微粒的數目 關於莫耳濃度的計算
第四節	反應熱	熱化學方程式 燃燒熱
第二章	鹵素	
第一節	氯氣	氯氣的性質 [實驗 2-1] 觀察氯氣的顏色 [實驗 2-2] 銅在氯氣中燃燒 [實驗 2-3] 氯氣與氫氣化合 [實驗 2-4] 磷在氯氣中燃燒 [實驗 2-5] 氯水的分解 [實驗 2-6] 次氯酸使色布褪色 氯氣的用途 氯氣的實驗室製法 [實驗 2-7] 實驗室製取氯氣
第二節	氯化氫和鹽酸	氯化氫 [實驗 2-8] 實驗室製取氯化氫 [實驗 2-9] 氯化氫的噴泉實驗 鹽酸和金屬氯化物
第三節	氧化還原反應	氧化還原反應
第四節	鹵族元素	鹵素的原子結構和它們的單質的物理性質 [實驗 2-10] 觀察液態和氣態溴 [實驗 2-11] 觀察固態碘及其昇華現象 [實驗 2-12] 觀察溴在不同溶劑的溶解

		<p>[實驗 2-13]觀察碘在不同溶劑的溶解 鹵素的單質的化學性質</p> <p>[實驗 2-14]觀察以水當催化劑時，鋅粉與碘的反應</p> <p>[實驗 2-15]觀察氯水與溴化鈉、碘化鉀的反應</p> <p>[實驗 2-16]觀察溴水與碘化鉀溶液的反應</p> <p>[實驗 2-17]澱粉檢驗碘</p> <p>鹵素的幾種化合物：氟化氫、氟化鈣、溴化銀、碘化銀</p> <p>[實驗 2-18]鹵離子的檢驗</p>
第三章	硫 硫酸	
第一節	硫	<p>硫的物理性質</p> <p>硫的化學性質</p> <p>[實驗 3-1]銅在硫蒸氣裏燃燒</p> <p>[實驗 3-2]硫粉與鐵粉的反應</p> <p>硫的用途</p>
第二節	硫的氫化物和氧化物	<p>硫的氫化物：硫化氫</p> <p>[實驗 3-3]觀察硫化氫燃燒的火焰</p> <p>[實驗 3-4]觀察硫化氫燃燒的產物</p> <p>硫的氧化物：二氧化硫、三氧化硫</p> <p>[實驗 3-5]觀察二氧化硫水溶液的酸鹼性</p>
第三節	硫酸的工業製法-接觸法	<p>接觸法製硫酸的反應原理和生產過程</p> <p>接觸法製硫酸的廢氣中的二氧化硫回收和環境保護</p>
第四節	硫酸 硫酸鹽	<p>硫酸</p> <p>[實驗 3-6]銅與濃硫酸的反應</p> <p>硫酸鹽</p> <p>硫酸根離子的檢驗</p> <p>[實驗 3-7]硫酸根離子的檢驗</p>
第五節	離子反應 離子方程式	<p>離子反應 離子方程式</p> <p>離子反應發生的條件</p>
第六節	氧族元素	氧族元素
第四章	鹼金屬	
第一節	鈉	<p>鈉的物理性質</p> <p>[實驗 4-1]觀察鈉的外觀</p> <p>鈉的化學性質</p> <p>[實驗 4-2]觀察鈉的燃燒</p> <p>[實驗 4-3]觀察鈉與水的反應</p> <p>鈉的存在</p> <p>鈉的製備和用途</p>
第二節	鈉的化合物	<p>鈉的氧化物</p> <p>[實驗 4-4]過氧化鈉與水的反應</p>

		鈉的其它重要化合物：硫酸鈉、碳酸鈉和碳酸氫鈉 [實驗 4-5]碳酸鈉和碳酸氫鈉與鹽酸的反應
第三節	鹼金屬元素	鹼金屬元素的原子結構和鹼金屬元素的物理性質 焰色反應 鹼金屬的化學性質 鋰鉀鈷鈉的用途
第五章	原子結構 元素週期律	
第一節	原子核	原子核 同位素
第二節	核外電子的運動狀態	電子雲 核外電子的運動狀態
第三節	原子核外電子的排列	泡利不相容原理 能量最低原理 罕得法則
第四節	元素週期律	核外電子排列的周期性 原子半徑的周期性變化 第一游離能的周期性變化 元素主要化合價的周期性變化
第五節	元素周期表	元素周期表的結構 元素的性質與原子結構的關係
第六節	元素週期律的發現和意義	元素週期律的發現和意義
第六章	化學鍵和分子結構	
第一節	離子鍵	什麼是化學鍵 離子鍵 離子的結構特性 離子晶體
第二節	共價鍵	共價鍵 共價鍵的飽和性和方向性 配位鍵 原子晶體
第三節	非極性分子和極性分子	非極性鍵和極性鍵 電負度 非極性分子和極性分子 [實驗 6-1]水分子是極性分子的實驗
第四節	分子間作用力	分子間作用力 分子晶體
第五節	氫鍵	氫鍵

第七章	氮族	
第一節	氮族元素	氮族元素的一些重要性質
第二節	氮氣	氮氣的物理性質 氮氣的化學性質 氮的固定 氮氣的用途
第三節	氨 銨鹽	氨 氨的物理性質 氨的化學性質 [實驗 7-1] 氨易溶於水(噴泉實驗) [實驗 7-2] 氨與鹽酸的反應 [實驗 7-3] 氨的催化氧化 氨的實驗室製法 [實驗 7-4] 氨的實驗室製法 氨的用途 銨鹽 [實驗 7-5] 氯化銨受熱分解 銨鹽與鹼的反應
第四節	硝酸的工業製法	硝酸的工業製法
第五節	硝酸 硝酸鹽	硝酸：物理性質、化學性質、氧化性 [實驗 7-6] 銅片與硝酸的反應 硝酸鹽
第六節	氧化還原反應方程式的平衡	利用氧化數平衡方程式
第七節	磷 磷酸 磷酸鹽	磷：物理性質、化學性質 [實驗 7-7] 白磷與紅磷的著火點比較 磷的存在與用途 磷酸和磷酸鹽
第八章	化學反應速率和化學平衡	
第一節	化學反應速率	化學反應速率 影響化學反應速率的條件： 濃度與反應速率 壓力與反應速率、催化劑 [實驗 8-1] 濃度與反應速率 溫度與反應速率 活化能 [實驗 8-2] 溫度與反應速率 催化劑與反應速率 [實驗 8-3] 雙氧水在二氧化錳催化下分解反應

第二節	化學平衡	化學平衡是動態平衡 化學平衡常數
第三節	影響化學平衡的條件	濃度對化學平衡的影響 [實驗 8-4]濃度對平衡的影響 壓力對化學平衡的影響 [實驗 8-5]壓力對平衡的影響 溫度對化學平衡的影響 [實驗 8-6]溫度對平衡的影響
第四節	合成氨工業	應用化學反應速率和化學平衡原理選擇合成氨的適宜條件 合成氨工業簡述

學生實驗

實驗一	化學實驗基本操作	托盤天平的使用、容量瓶的使用、萃取和分液操作
實驗二	配製一定莫耳濃度的溶液	
實驗三	在結晶法提純硫酸銅、測定硫酸銅晶體裏結晶水的含量	
實驗四	氯、溴、碘的性質	
實驗五	硫酸的性質、硫酸根離子的檢驗	
實驗六	實驗習題	<ol style="list-style-type: none"> 怎樣用化學方法除去熱水瓶內的水垢 用實驗證明鹽酸裏含有氫和氯兩種元素 有三組無色溶液，怎樣通過實驗把它們鑒別出來 <ol style="list-style-type: none"> 硫酸銨溶液和氯化銨溶液 硫酸鈉溶液和亞硫酸鈉溶液 稀硫酸和稀鹽酸 鋅粉加入溴水至無色，分倒入兩試管，一加入氯水一加入硝酸銀溶液，比較結果並說明 不用其它試劑，鑒別以下兩組溶液 <ol style="list-style-type: none"> HCl、CaCl₂、Na₂CO₃ NaBr、AgNO₃、HCl、Na₂CO₃
實驗七	鹼金屬及其化合物的性質	
實驗八	同週期、同族元素性質的變遷	
實驗九	實驗習題	1. 用實驗方法鑒別碳酸鈉和碳酸氫鈉

		2. 如何去除硫酸鈉中的少量硫酸鐵 3. 用實驗方法實現下列變化： $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2$ 4. 用實驗證明氯酸鉀裏含有鉀、氧和氯三元素 5. 有 NaCl 、 NaBr 、 NaI 和稀鹽酸四瓶無色溶液，利用實驗把它們鑒別出來 6. 不另用其它試劑，鑒別下列溶液： H_2SO_4 、 BaCl_2 、 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 7. 只用一種試劑，鑒別以下物質： HCl 、 NH_4Cl 、 Na_2SO_4 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
實驗十	氨的製備和性質 銨離子的檢驗	
實驗十一	硝酸和硝酸鹽的性質	
實驗十二	化學反應速率 化學平衡	
實驗十三	實驗習題	1. 用實驗方法鑒別： (1) 濃硝酸和稀硝酸 (2) 濃硫酸和稀硫酸 (3) 鹽酸和硝酸 2. 用實驗方法鑒別硫酸銨、硝酸鈉、氯化銨和氯化鈉四種白色粉末 3. 用簡單的實驗證明碳酸氫銨加熱的分解產物 4. 用簡單的方法去除氯化鈉晶體裏的少量氯化銨，又怎樣證明是不是去除淨了。 5. 只用一種試劑，鑒別下列溶液： Na_2CO_3 、 AgNO_3 、 NH_4Cl 6. 用濃度都是 0.02M 的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 H_3PO_4 依次製取 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 CaHPO_4 、 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
選做實驗	亞佛加厥常數的測定	7.

2. 高中化學讀本——第二冊——1997年2月第5次印刷

* 本書為《高級中學課本化學(甲種本)》第二冊第四章、第五章、第六章和第三冊的修訂本

章、節	名 稱	內 容
第一章	矽膠體	

第一節	碳族元素	
第二節	矽及其重要的化合物	矽：物理性質、化學性質 二氧化矽：物理性質、化學性質 矽酸、矽酸鹽
第三節	矽酸鹽工業簡述	水泥 玻璃
第四節	膠體	膠體 [實驗 1-1]製備 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 AgI 的膠體溶液 [實驗 1-2]滲析 膠體的重要性質：廷德耳效應、布朗運動、電泳現象、膠體的凝聚
第二章	電解質溶液	
第一節	強電解質和弱電解質	[實驗 2-1]電解質的導電性
第二節	電離度和電離常數	電離度 電離常數
第三節	水的電離和溶液的 pH 值	水的電離 溶液的酸鹼性和 pH 值 酸鹼指示劑
第四節	鹽類的水解	鹽類的水解 [實驗 2-2]鹽類溶液的酸鹼性 [實驗 2-3]氯化銨的水解 鹽類水解的應用
第五節	酸和鹼的中和反應	酸鹼中和滴定 中和熱
第六節	原電池 金屬的腐蝕和防護	原電池 [實驗 2-4]鋅銅電池 金屬的腐蝕和防護
第七節	電解和電鍍	電解的原理 [實驗 2-5]電解 $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ 電解原理的應用 [實驗 2-6]電解飽和食鹽水 電鍍 [實驗 2-7]鐵鍍鋅
第三章	鎂鋁	
第一節	金屬鍵	
第二節	鎂和鋁的性質	物理性質 化學性質 [實驗 3-1]鎂在二氧化碳中燃燒 [實驗 3-2]鋁熔劑
第三節	鎂和鋁的重要化合物	鎂的重要化合物：氧化鎂、氯化鎂

	鋁的冶煉	鋁的重要化合物：氧化鋁、氫氧化鋁、硫酸鋁鉀 [實驗 3-3]氫氧化鋁的製備與加熱分解 [實驗 3-4]氫氧化鋁與強酸和強鹼的反應 鋁的冶煉
第四節	硬水及其軟水	水的硬度 [實驗 3-5]觀察蒸餾水、天然水(硬水)加入肥皂水振盪後的現象 硬水的軟化：藥劑軟化法、離子交換法 [實驗 3-6]觀察天然水(硬水)經離子交換軟化後，注入肥皂水振搖後的現象
第四章	過渡元素	
第一節	過渡元素概述	過渡元素在週期表裏的位置和價電子的排列 過渡元素的通性 過渡元素對於國防和國民經濟的重要意義
第二節	錯合物	錯合物的概念 [實驗 4-1]觀察硫酸銅溶液滴入氫氧化鈉溶液的現象，再滴入適量的氨水，直至沈澱消失。再滴入少量氫氧化銅溶液，直至不再發生變化為止。 錯合物的組成 錯合物中的化學鍵 錯合物在水溶液裏的電離平衡 錯合物的應用
第三節	鐵	鐵的性質 鐵的化合物：鐵的氧化物、鐵的氫氧化物 [實驗 4-2]硫酸亞鐵溶液滴入氫氧化鈉溶液的變化 [實驗 4-3]觀察氯化亞鐵溶液滴入氫氧化鈉溶液的變化 鐵化合物與亞鐵化合物間的轉換 鐵的錯合物和鐵離子的檢驗 [實驗 4-4]觀察氯化鐵溶液滴入 KSCN 溶液的變化 [實驗 4-5]觀察氯化鐵溶液滴入幾滴鹽酸、加入少量鐵屑，再滴入幾滴 KSCN 後的變化
第四節	煉鐵和煉鋼	鐵的合金 煉鐵 [實驗 4-6]觀察氧化鐵粉末通入一氧化碳且加熱的現象 煉鋼
第五節	銅	銅的性質和用途 銅的化合物 銅在自然界的存在 銅的電解法精練

		用紙上層析法分離銅離子和鐵離子 [實驗 4-7]紙上層析法分離銅離子和鐵離子
第六節	鈦(閱讀教材)	鈦的性質和用途 鈦的冶煉
第五章	烴	
第一節	有機物	有機物的通性
第二節	甲烷	甲烷在自然界裏的存在 甲烷分子的組成和結構 甲烷的製法和性質 [實驗 5-1]甲烷的製取和物性 [實驗 5-2]觀察甲烷氣體通入過錳酸鉀溶液的現象 [實驗 5-3]甲烷和氧氣的反應 [實驗 5-4]甲烷的燃燒
第三節	烷烴 同系物	烷烴 同系物 烷基 烷烴的命名 同分異構物 環烷烴
第四節	乙烯	乙烯的構造 乙烯的物理性質 乙烯的化學性質和用途 [實驗 5-5]乙烯的實驗室製法 [實驗 5-6]乙烯的加成反應 [實驗 5-7]乙烯的燃燒 [實驗 5-8]乙烯的氧化反應
第五節	烯烴	烯烴及其命名 二烯烴
第六節	乙炔 炔烴	乙炔的物理性質和結構式 乙炔的製法、化學性質和用途 [實驗 5-9]製取乙炔 [實驗 5-10]乙炔的燃燒 [實驗 5-11]乙炔的氧化反應 [實驗 5-12]乙炔的加成反應 炔烴
第七節	苯 芳香烴	苯分子的結構 [實驗 5-13]苯與高錳酸鉀溶液與溴水均不反應 苯的化學性質和用途 [實驗 5-14]苯與溴的取代反應

		[實驗 5-15]苯的硝化反應 苯的同系物 [實驗 5-16]甲苯、二甲苯使高錳酸鉀溶液顏色褪色 奈和恩
第八節	石油和石油產品概述	石油的成分 石油的煉製 [實驗 5-17]實驗室分餾石油 [實驗 5-18]石蠟的催化裂化 石油化工
第九節	煤和煤的綜合應用	煤的組成 煤的乾餾
第六章	烴的衍生物	
第一節	鹵化烴	鹵化烴的物理性質 鹵化烴的化學性質
第二節	乙醇	乙醇的結構和物理性質 乙醇的化學性質 [實驗 6-1]觀察乙醇與鈉的反應 乙醇的性質 乙醇的工業製法 醇類
第三節	苯酚	苯酚的性質和用途 [實驗 6-2]苯酚的溶解性 [實驗 6-3]苯酚溶液與溴水的反應 [實驗 6-4]苯酚與氯化鐵溶液的反應 苯酚的工業製法
第四節	醛和酮	乙醛：乙醛的物理性質、乙醛的化學性質、乙醛的用途 乙醛的工業製法 [實驗 6-5]乙醛的還原性：銀鏡反應 [實驗 6-6]乙醛的還原性：斐林反應 醛類 丙酮
第五節	乙酸	乙酸的性質 [實驗 6-7]乙醇與冰醋酸的酯化 乙酸的用途 乙酸的製取
第六節	羧酸	甲酸 高級脂肪酸 苯甲酸 乙二酸

第七節	酯	酯的性質 [實驗 6-8]酯的水解
第八節	油脂	油脂的組成和結構 油脂的性質 去污作用和合成清潔劑
第九節	硝基化合物	硝基苯 三硝基甲苯
第十節	胺 醯胺	胺：苯胺的性質 [實驗 6-9]苯胺的性質 醯胺
第七章	醣類 蛋白質	
第一節	單醣	葡萄糖 [實驗 7-1]葡萄糖的還原性：銀鏡反應、斐林反應 果糖
第二節	雙醣	蔗糖 [實驗 7-2]蔗糖無還原性 麥芽糖
第三節	多醣類	澱粉 [實驗 7-3]檢驗澱粉是否有還原性 纖維素 [實驗 7-4]纖維素的水解產物 [實驗 7-5]纖維素硝酸酯的製備與燃燒
第四節	胺基酸	胺基酸 多汰
第五節	蛋白質	蛋白質的性質 [實驗 7-6]蛋白質具有膠體溶液的性質：凝析現象 [實驗 7-7]蛋白質溶液與乙酸鉛溶液的反應 [實驗 7-8]蛋白質與硝酸的反應 酶 [實驗 7-9]澱粉受唾液的催化水解
第八章	合成有機高分子化合物	
第一節	概述	有機高分子的分子量 有機高分子的結構 有機高分子的性質 [實驗 8-1]聚苯乙烯在苯中的溶解現象 [實驗 8-2]觀察聚醯胺的纖維在苯酚溶於三氯甲烷溶液中的溶解現象 [實驗 8-3]觀察聚甲基丙烯酸甲酯在三氯甲烷中的溶解現象

		[實驗 8-4]觀察橡膠粉末在汽油中所發生的現象 [實驗 8-5]觀察聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯加熱熔化的現象
第二節	加成聚合和縮合聚合	加成聚合反應：乙烯的聚合、丙烯的聚合 縮合聚合反應：合成纖維的縮合聚合、酚醛樹脂 [實驗 8-6]酚甲醛樹脂的製備
第三節	合成材料	塑膠 合成纖維 橡膠

學生實驗

實驗一	膠體的性質	
實驗二	電解質的性質	
實驗三	中和滴定	
實驗四	中和熱的測定	
實驗五	原電池 金屬的電化腐蝕	
實驗六	電解 電鍍	
實驗七	鋁和氫氧化鋁的化學性質	
實驗八	分子量的測定	
實驗九	實驗習題	<ol style="list-style-type: none"> 證明蔗糖是非電解質，醋酸是弱電解質、食鹽是強電解質 電解硫酸銅溶液，說明陰陽極的反應 檢驗下列水溶液的酸鹼性，說明原因 (1)NaNO₃ (2)K₂CO₃ (3)NH₄Cl (4)CH₃COONH₄ 試驗明礬水溶液的酸鹼性，判斷它是不是膠體 判斷下列物質是不是膠體 (1)食鹽水 (2)蔗糖水 (3)澱粉溶液 (4)用水稀釋的藍墨水 (5)一瓶未知液 檢驗瓶中的水是蒸餾水、永久硬水或暫時硬水 有 MgSO₄、BaCl₂、Al₂(SO₄)₃、FeCl₃四瓶溶液，利用實驗檢驗哪個瓶中裝的是哪種水溶液？ 有五瓶溶液，分別為 KCl、Ba(NO₃)₂、Na₂CO₃、Na₂SO₄和 FeCl₃溶液，不用任何其他試劑和試紙，通過觀察和實驗，檢驗哪個瓶中裝的是哪種水溶液？ 只用一種試劑，鑒別下列物質的溶液： NaCl、MgCl₂、Al₂(SO₄)₃、NH₄Cl

		10.用已知濃度的鹽酸滴定未知濃度的氫氧化鈉溶液，測定它的濃度。
實驗十	銅和他的化合物的性質	
實驗十一	實驗習題	<ol style="list-style-type: none"> 1.現有一瓶溶液，如何利用實驗證明它是氯化鐵？ 2.用實驗區別 Fe^{3+} 和 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 錯離子 3.怎樣從溶液裏分離 Fe^{3+}和 Al^{3+}? 4.用兩種方法證明 Fe^{3+}具有氧化性 5.怎樣用化學方法除去銅粉中混有的鐵粉 6.現有 CuSO_4、NaOH、BaCl_2、NaCl 四種固體，如果你手邊除蒸餾水外沒有別的試劑，你能用什麼方法把它們一一鑒別出來 7.試選用適當的試劑分別將下列難溶物質溶解。 (1)$\text{Cu}(\text{OH})_2$ (2)AgCl 8.利用 CuSO_4、BaCl_2、NaOH、氨水四種溶液，設計一個實驗，證明錯合物 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 中的 Cu^{2+} 在內，而 SO_4^{2-} 在外
實驗十二	甲烷的製取和性質	
實驗十三	乙烯、乙炔的製取和性質	
實驗十四	苯和甲苯的性質	
實驗十五	乙醇和苯酚的性質	
實驗十六	乙醛的性質	
實驗十七	乙酸乙酯的製取	
實驗十八	葡萄糖、蔗糖、澱粉和纖維素的性質	
實驗十九	蛋白質的性質	
實驗二十	酚醛樹脂的製取	
實驗二十一	有機物熔點、沸點的測定	
實驗二十二	實驗習題	<ol style="list-style-type: none"> 1.領取一種溶液，試用兩種方法證明它不是醇而是苯酚的溶液 2.三個試管裏，分別盛有乙醇、乙醛和乙酸，鑒別哪個試管裏是哪種物質？ 3.怎樣鑒別苯、乙醇和液態不飽和烴？ 4.有兩種白色粉末，它們是氯化鈉和醋酸鈉，怎樣區別？ 5.怎樣用實驗證明硬脂酸有酸性？ 6.怎樣檢驗葡萄、熟蘋果中都含有葡萄糖？ 7.下列幾組物質，怎樣用實驗方法鑒別？

		(1)甲烷與乙烯 (2)苯與甲苯 (3)苯與苯酚溶液 (4)乙酸與苯酚溶液 (5)葡萄糖溶液與蔗糖溶液 8.怎樣用實驗方法證明甲酸分子裏既有羧基又有醛基。 9.怎樣鑒定馬鈴薯裏含有澱粉？ 燃燒聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯各一小塊，各有什麼現象？根據各聚合物分子的組成進行分析。
選做實驗	紙上層析	

四、2000年新教材大綱與原教材大綱比較

大陸地區於1997年秋，於天津、山西和江西三地的高中，將進行《全日制普通高級中學課程計劃(實驗)》的試驗工作。按計劃，在三省、市試驗的基礎上，將於2000年全國開始實施新課程。

新舊課程的各項資料比較如下：

1、在新課程的大綱上提出四個教學目的，現把它與現行大綱作一比較：

新 大 綱	現 行 大 綱
1.在義務教育初中化學的基礎上，使學生進一步學習一些化學基礎知識和基本技能，了解化學與社會、生活、生產、科學技術等的密切聯繫以及重要應用。教育學生關心環境、能源、衛生、健康等與現代社會有關的化學問題。	使學生比較系統地掌握化學基礎知識和基本技能，初步了解它們在實際中的應用。
2.激發學生學習化學的興趣，培養他們的科學態度和訓練他們的科學方法。	(在化學教學要求中，提到這點)
3.培養和發展學生的能力以及創新精神，使他們能應用化學知識解釋和解決一些簡單的化學問題。	培養和發展學生的能力(在化學教學要求中，提到培養和發展四種能力及創新精神)
4.結合化學學科的特點，對學生進行辨證唯物主義和愛國主義教育，培養他們對社會責任感以及勤奮、堅毅、合作等優良品德。	進行辨證唯物主義和愛國主義教育

2、原大綱與新大綱的授課時數比較：

課時數		高一 年級	高二 年級	高三 年級	總授 課時數
原大綱	必修	102	102		204
	必修+選修	102	102	72~120	276~324
新大綱	化學 I	70	70		140
	化學 II	70	105	78	253

3、新大綱的特色：

- (1)化學 I 比舊大綱刪去了某些較煩瑣的化學計算及較次要的元素化合物知識等內容，如反應物中一種過量、多步反應、有關燃燒熱、有關有機分子式的決定等的計算及各類氫化物、磷、矽、鎂等的有關知識。同時增加了一些與現代社會聯繫緊密的化學知識。如碘與人體健康、環境保護的重要意義、無機非金屬材料、金屬的回收和資源保護、稀土金屬及其用途、食品添加劑與人體健康、新型有機高分子材料等，這些知識雖然在新大綱中所佔的地位不很重要，教學要求的層次也並不高，大多為常識性介紹，但這些在日常生活中有廣泛的應用。
- (2)化學 II 的教學內容涵蓋化學 I，在化學 I 的基礎上適當的加深加廣，內容包括氫鍵、晶體的性質、反應熱、平衡常數、膠體、電解原理、鎂、苯酚、較複雜的化學計算，以及帶有研究性質的課題，如硫酸工業、物質的檢驗、化學實驗方案的設計等。

4、原大綱與新大綱實驗安排比較

		必做 實驗數	選做 實驗數	實驗 課時數	授課 總時數	實驗所 占比例
原大綱	必修課	16	3	19	204	9.3%
	必修課+ 選修課	23	5	27	324	8.3%
新大綱	化學 I	17	12	21	140	15.0%
	化學 II	28	13	40	253	15.4%

五、日本課程大綱

以啓林館出版的教科書為樣本

1. 高等學校 化學(I A)—平成9年度用

章、節	名 稱	內 容
第一部	自然界所含的物質與其 變化	
第一章	自然界的物質	
第一節	物質的構造	A. 純物質與混合物 B. 單體與化合物 C. 元素 D. 元素的確認 E. 無機物與有機物
第二節	物質的基本粒子與化學 變化	A. 原子與分子 B. 原子的構造 C. 離子

		D.物質的構造與化學式 物質的化學變化
第二章	空氣的化學	
第一節	空氣的組成與性質	A.空氣 B.空氣的成份的性質
第二節	物質的燃燒與安全性	A.燃料的主要成分 B.燃料的發熱量 C.燃燒與體積的關係 D.燃燒須注意的安全性
第三章	水的化學	
第一節	自然界的水	A.水的循環 B.天然水的主要成分
第二節	物質的溶解與水溶液的性質	A.物質的溶解 B.溶解度與濃度 C.酸與鹼 D.中和反應及其利用
第二部	生活的化學	
第一章	日常生活的化學	
第一節	食品的化學	A.食品的成分 B.醣類 C.蛋白質 D.油脂 E.食品的保存
第二節	衣料的化學	A.衣料的成分 B.主要纖維素的性質與用途
第三節	染料與洗劑的化學	A.染料 B.洗劑
第二章	身邊的材料	
第一節	塑膠	A.塑膠的種類與用途 B.塑膠的構造 C.塑膠的性質
第二節	金屬	A.金屬的種類與用途 B.金屬的性質 C.金屬的反應與腐蝕的預防
第三節	窯業製品	A.窯業製品的種類與用途 B.窯業製品的性質
第三章	身邊物質的製造	
第一節	用空氣製造出來身邊的物質	A.空氣的成份的分離 B.用空氣製造出來身邊的物質

第二節	用礦物製造出來的物質	A.礦物的種類與用途 B.金屬的冶煉
第三節	用石油製造出來的物質	A.石油 B.原油的成分 C.石油化學原料 D.石油化學製品的性質與用途
第三部	化學的應用與環境	
第一章	化學的進步與發展	
第一節	化學史與產業	A.化學的起源 B.鐵的歷史 C.氮化學的歷史 D.二氧化碳的化學的誕生
第二節	化學的進步與社會的發展	A.最近的化學技術 B.對未來化學的期待
第二章	環境的保持	
第一節	想一想地球的環境	A.大氣的環境 B.水的環境
第二節	要求比較好的環境	A.化學技術與環境的維護 B.我們要過的身邊環境

2.高等學校 化學(I B)一平成9年度用

第一部	物質的構造	
第一章	物質的組成	
第一節	元素與單體、化合物	A.純物質與混合物：蒸餾、混合物與純物質 B.元素與單體、化合物：化學變化、元素與單體、同位素、化合物 C.元素的檢驗：化學變化與元素的檢驗、焰色試驗
第二節	原子的構造	A.原子：質量守恆定律、定比定律、倍比定律、道耳吞原子說 B.原子的構造：原子的構造、原子核、電子、原子序與質量數 C.同位素
第三節	原子的電子排列	A.原子電子的分布：電子軌道、電子排列、價電子、稀有氣體的電子排列 B.離子：離子、離子式 C.離子的生成：電子排列與離子的生成、電子親和力、原子半徑與離子半徑
第四節	元素的性質與週期表	A.元素的週期表：週期律、週期表、週期與族、典型元

		素與過渡元素 B.週期表與元素的性質：金屬元素、非金屬元素、單體的狀態
第二章	化學鍵結	
第一節	離子鍵與離子晶體	A.離子鍵 B.簡式：簡式、離子化合物簡式的求法 C.離子化合物 D.離子晶體：結晶、離子結晶
第二節	共價鍵與分子	A.共價結合：分子、共價結合、不成對電子、雙鍵與參鍵、構造式 B.配位鍵結 C.極性分子：電負度、極性分子、 D.分子間作用力與分子晶體 E.氫鍵：氫鍵、水與氫鍵 F.網狀晶體：網狀結晶、結晶形碳、二氧化矽
第三節	金屬鍵結與金屬	A.金屬鍵：金屬鍵、金屬的性質 B.金屬結晶的構造：面心、體心、六方最密堆積
第三章	物質的量	
第一節	原子量、分子量、式量	A.原子量：原子的相對質量、原子量 B.分子量與式量：分子量、式量
第二節	物質質量	A.物質量的單位：物質質量、物質量的單位 B.物質質量與質量、體積：物質質量與質量、物質質量與體積
第三節	化學變化與量的關係	A.化學反應式：化學反應式、離子反應式 B.化學變化與量的關係
第二部	物質的狀態	
第一章	物質的狀態變化	
第一節	物質的狀態與粒子的熱運動	A.粒子的熱運動：擴散、熱運動 B.氣體與粒子的運動：氣體中的粒子與壓力、大氣壓 C.固體、液體與粒子的運動：固體中的粒子、液體中的粒子
第二節	物質的狀態變化與潛能	A.狀態變化：狀態變化、熔點、凝固點 B.蒸汽壓與沸騰：蒸汽壓、沸騰與沸點 C.狀態變化與潛能：潛能、溶解熱蒸發熱與粒子間的作用力 D.鍵結的種類與熔點沸點
第二章	氣體的性質	
第一節	氣體體積的變化	A.波以耳定律 B.查理定律 C.波查定律

		D.分壓定律：分壓定律、排水集氣法與分壓
第二節	理想氣體的狀態方程式	A.理想氣體的狀態方程式.氣體常數、狀態方程式 B.狀態方程式與分子量 C.混合氣體與狀態方程式 D.真實氣體
第三章	溶液的性質	
第一節	溶液與溶解度	A.溶解：離子結晶的溶解、分子化合物的溶解 B.濃度： $C\%$ 、 C_M C.固體的溶解度：飽和溶液、溶解度的表示法、再結晶 D.氣體的溶解度
第二節	稀薄溶液的性質	A.沸點上升與凝固點下降：溶液的蒸汽壓、沸點上升、凝固點下降 B.滲透壓：滲透、滲透壓
第四章	膠體溶液	
第一節	膠體溶液	A.膠體粒子：廷得耳效應、布朗運動 B.膠體溶液的分類
第二節	膠體溶液的性質	A.透析與電泳 B.膠體溶液的凝聚性：疏水膠體與凝析、親水膠體與凝析、保護膠體
第三部	物質的變化	
第一章	化學反應與熱	
第一節	熱化學方程式	A.反應熱：放熱反應、吸熱反應、反應熱 B.反應熱的種類：燃燒熱、生成熱、中和熱、溶解熱 C.熱化學方程式：熱化學方程式、溶解與熱化學方程式、狀態變化與熱化學方程式
第二節	赫斯法則與加成性	A.赫斯法則：赫斯法則、赫斯法則與熱化學方程式 B.生成熱與反應熱 C.反應熱的加成性
第二章	酸與鹼的反應	
第一節	酸與鹼	A.酸與鹼的性質：酸與鹼、酸的解離、鹼的解離、酸鹼的價數(單元、二元、三元) B.酸鹼的強度：電離度、酸鹼的強度 C.廣義的酸鹼定義：布羅酸鹼
第二節	水的離子積與 pH 值	A.水的電離、水的離子積、水中離子濃度 B.pH 值 C.指示劑與 pH 值測定
第三節	中和反應	A.酸鹼的中和 B.中和的量的關係 C.中和滴定：酸鹼的濃度、體積與中和的量的關係、中

		和滴定、中和滴定曲線
第四節	鹽的性質	A.鹽的生成 B.鹽的水解 C.酸鹼與鹽的反應
第三章	氧化還原反應	
第一節	氧化與還原	A.氧化還原的定義：氧化合與氧化還原、氫化合與氧化還原、電子的接受與氧化還原 B.元素的種類與氧化還原
第二節	氧化劑與還原劑	A.氧化數：氧化數、氧化數的決定法、氧化數與氧化還原 B.氧化劑、還原劑：氧化劑與還原劑、氧化劑還原劑的強弱 C.利用氧化數平衡氧化還原反應
第三節	離子化傾向	A.金屬的離子化 B.離子化傾向 C.離子化傾向與金屬的反應：與水的反應、與酸的反應、氧化力與酸的反應、與空氣的反應
第四節	電池	A.電化電池：電化電池、電極與電位差、極化與去極劑 B.鋅銅電池 C.乾電池 D.蓄電池：一次電池與二次電池、鉛蓄電池
第五節	電解	A.電解：電解、電極反應 B.電解產生的反應：陰極的反應、陽極的反應水的電解 C.法拉第定律：電解的電量與物質的變化量、法拉第定律 D.電解工業：電解食鹽水、銅的電解精練、鋁的製造
第四部	無機物質	
第一章	非金屬元素與週期表	
第一節	週期表與元素的性質	A.週期表與單體的性質 B.第三週期的元素：單體的性質、化合物的性質
第二節	氫與稀有氣體	A.氫：氫的性質、氫化合物 B.稀有元素：稀有元素的存在、稀有元素的性質
第三節	鹵族化合物	A.鹵素元素：鹵素元素、鹵素元素的性質、鹵素元素的製法、單體的反應 B.鹵化物：鹵化氫、含氧酸鹽、漂白粉、鹽的溶解度
第四節	氧硫及其化合物	A.氧元素：氧、臭氧 B.氧的化合物：氧化物、含氧酸 C.硫的單體：硫的同素異形體、元素硫的反應 D.硫化氫：硫化氫的性質、金屬元素的硫化物

		E. 二氧化硫：二氧化硫、硫酸的製法、硫酸的性質
第五節	氮磷與其化合物	A. 氮元素：性質、反應、 B. 氨 C. 硝酸：製法、性質 D. 磷：性質、化合物
第六節	碳矽與其化合物	A. 碳：性質、碳氧化物 B. 矽：性質、化合物的性質 C. 矽酸鹽工業：無機高分子化合物、矽酸鹽工業
第二章	金屬元素的性質	
第一節	鹼金屬與其化合物	A. 鹼金屬元素：性質、反應 B. 鹼金屬化合物：氧化物、氫化物、索耳未法
第二節	鹼土金屬元素與其化合物	A. II A 族元素：性質、反應 B. II A 族元素的化合物：氧化物、碳酸鹽硫酸鹽、鹵化物
第三節	鋁鋅與其化合物	A. 鋁：性質、元素的反應、化合物(氫氧化鋁、明礬) B. 鋅：性質、元素的反應、化合物(氧化鋅) C. 錫和鉛
第四節	過渡元素與其化合物	A. 過渡元素的特性：元素的性質(密度、沸點、熔點)、化合物的性質(氧化物酸鹼性、離子顏色) B. 錯離子：錯離子、錯離子的顏色、構造 C. 鐵：單體的性質、化合物(氧化物、黃血鹽、赤血鹽) D. 銅：元素性質與化合物(氧化物、硫酸銅)、離子間的反應 E. 銀：元素與化合物、離子的反應 F. 鉻和錳：鉻(鉻酸根與二鉻酸根)、錳過錳酸根的氧化性 G. 金屬離子的分離與確認
第五部	有機化合物	
第一章	有機化合物	
第一節	有機化合物的特徵	A. 有機化合物的特徵 B. 成分元素的檢驗
第二節	有機化合物的構造與分類	A. 有機化合物的構造：結合與構造、結合與立體構造、碳氫化合物的分類 B. 異構物：異構物、構造異構物、立體異構物 C. 烷基與官能基
第二章	脂肪族烴	
第一節	飽和烴	A. 烷：同系物 B. 烷的立體構造 C. 烷的反應

		D.環烷
第二節	不飽和烴	A.烯：通式、構造與幾何異構物；乙烯的製法 B.烯的反應：加成反應、聚合反應 C.炔：炔的構造、炔的反應
第三章	脂肪族含氧化合物	
第一節	醇與醚	A.醇：醇的分類、醇的物理性質 B.醇的性質：置換反應、氧化反應(脫氫反應)、甲醇、乙醇、多元醇 C.醚
第二節	醛與酮	A.醛：醛的性質、甲醛、乙醛 B.酮：酮的製法、丙酮。
第三節	羧酸和酯	A.羧酸：羧酸、羧酸的性質、甲酸、醋酸、無水醋酸、丁烯二酸、己二酸 B.乳酸與光學異構物：乳酸、光學異構物 C.胺基酸 D.酯：酯化反應、乙酸乙酯、皂化 E.油脂：油脂、硬化油、乾性油、不乾性油 F.肥皂與合成清潔劑：肥皂、合成清潔劑
第四節	有機化合物的元素分析	A.簡式的決定 B.分子式、構造式的決定
第四章	芳香族化合物	
第一節	芳香族烴	A.芳香族烴：苯的構造、芳香族烴 B.芳香族烴的反應：置換反應(鹵化、硝化、磺化)、加成反應
第二節	酚類與芳香族酸	A.酚類：酚類、苯酚、苯酚的製法、 $C_{10}H_7OH$ B.芳香族羧酸：芳香族羧酸(苯甲酸)、苯二甲酸、對太酸、水楊酸、乙醯柳酸
第三節	芳香族氮化合物	A.苯胺 B.偶氮化合物

3.高等學校 化學二—平成9年用

章 節	名 稱	內 容
第一部	反應速率與平衡	
第一章	反應速率	
第一節	反應的速率	A.各種反應的速率 B.反應速率的表示法：變化量與反應速率、濃度變化與反應速率 C.反應速率與濃度的關係：速率式、濃度與反應速率

		D.反應速率與溫度的關係
第二節	反應的動力論	A.反應速率與粒子運動 B.反應速率與活化能 C.觸媒 D.觸媒的催化作用：勻相催化劑、非勻相催化劑 E.觸媒與工業、生活
第二章	化學平衡	
第一節	化學平衡	A.可逆反應：可逆反應、可逆反應的反應方向與反應速率 B.化學平衡：化學平衡、濃度平衡常數、壓力平衡常數 固體在氣體反應中的平衡 C.平衡常數與反應的方向
第二節	化學平衡的移動	A.平衡移動的原理：化學平衡的移動、平衡移動的原理 B.濃度變化與平衡移動 C.溫度變化與平衡移動 D.壓力變化與平衡移動 E.化學平衡與化學工業
第三節	電離平衡	A.水的電離平衡：電離平衡、水的電離 B.氫離子濃度與 pH 值：氫離子濃度、pH 值 C.酸鹼的電離與 pH 值：強酸與強鹼的電離與 pH、弱酸弱鹼的濃度與 pH D.鹽的水解 E.緩衝溶液與 pH：緩衝液、 F.溶解平衡：同離子效應、硫化物的沈澱與平衡、弱酸弱鹼的游離與電離平衡
第二部	聚合物	
第一章	天然聚合物	
第一節	聚合物的特徵	A.聚合物的分類 B.聚合物的特徵：分子量、固體的構造與熔點
第二節	醣類	A.醣類：醣類、糖類的分類 B.單醣類：葡萄糖果糖 C.雙醣類：雙醣類；蔗糖、麥芽糖 D.澱粉與血糖：澱粉、血糖 E.纖維素：纖維素、硝化纖維、醋酸纖維 F.燻管
第三節	蛋白質	A.胺基酸：胺基酸、兩性的胺基酸 B.蛋白質：醯胺鍵結、蛋白質、蛋白質的分類 C.蛋白質的性質：變性、蛋白質的檢驗 D.酵素：酵素、酵素反應的條件

第二章	合成聚合物	
第一節	聚合物的合成	A. 聚合物的合成：單體與聚合、聚合反應的種類 B. 聚合物的構造與性質
第二節	合成纖維	A. 聚醯胺類合成纖維：耐侖-66、耐侖-6 B. 聚酯類合成纖維 C. 加成聚合的合成纖維
第三節	合成樹脂	A. 熱塑性樹脂 B. 熱固性樹脂 C. 離子交換樹脂：陽離子交換樹脂、陰離子交換樹脂、離子交換樹脂的用途
第四節	合成橡膠	A. 天然橡膠：天然橡膠、加硫 B. 合成橡膠
第五節	高分子化學工業	A. 高分子化合物的原料 B. 高分子化合物的原料與製品
第三部	課題研究	
第一章	化學的探究方法	
第一節	歷史上化學的探究	A. 疑問與傳說 B. 實驗、測定 C. 結果的考察
第二節	化學探究的進一步	A. 大膽假設 B. 實驗的計劃 C. 測定 D. 測定結果的檢討：測定值的數量化、規則性的發現 E. 歸納與演繹 F. 實驗報告：實驗目的、實驗的過程、實驗的記錄、實驗的考察、實驗的結論、參考資料、實驗的討論
第二章	課題研究的取材	
第一節	課題研究的方向	A. 課題研究的動機 B. 課題研究的方法
第二節	課題研究的實例	A. 實驗的目的 B. 實驗的計劃 C. 實驗的記錄與考察 D. 結論與課題
第三節	課題研究的推薦題目	
第四節	推薦題目的研究方法	

(二)三省堂

1. 高校化學(I A)—高等學校理科用(實教出版株式會社)

章 節	題 目	內 容
第一章	自然界的物質	
第一節	空氣中所含的物質	混合物與純物質 分子與原子 元素與化合物
第二節	海水中所含的物質	水的分子 海水的蒸餾—食鹽的晶體
第三節	地殼中所含的物質	地殼的成分 石油、碳 生物體的成分
第四節	太陽與原子	原子的變換 原子的構造
第五節	物質的質量與物質質量	原子量與分子量 亞佛加厥數
第六節	物質的變化	化學變化與化學反應式 化學反應式與質量的關係
實驗 1-1	元素硫的種類	
實驗 1-2	化學反應中量的關係	
第二章	水與空氣的化學	
第一節	水的三態與水溶液	水的三態 水溶液 電解質
第二節	電解質與離子的構造	原子與電子的排列 離子的電子排列
第三節	水溶液的濃度與溶解度	溶液的濃度：重量百分率濃度、體積莫耳濃度 固體的溶解度 氣體的溶解度
第四節	酸鹼	酸性 鹼性 酸鹼的強弱
第五節	水溶液的 pH 值	水的電離 pH 中和反應
第六節	空氣的主要成分	氮與氧的製備 氮的化學性質 氧氣的化學性質 臭氧
第七節	燃燒與氧化反應	燃燒

		可燃性氣體的燃燒範圍 氧化與還原
第八節	氣體的體積與物理量	氣體反應定律 亞佛加厥學說 氣體的密度
第九節	氣體的體積與壓力溫度	絕對溫度 波以耳定律、查理定律 波查定律
實驗 2-1	利用沈澱反應檢驗試藥	
實驗 2-2	中和反應時 pH 的變化	
實驗 2-3	空氣的量與燃燒	
實驗 2-4	打火機氣體的分子量	
第三章	資源的利用與化學	
第一節	利用空氣製得的產物	氮化合物工業 氨的工業製法 硝酸的製造 尿素的利用
第二節	利用礦物製得的產物	鐵的冶煉 鐵的應用
第三節	利用礦物製得的產物	銅的煉製 鋁的煉製 銅與鋁的應用
第四節	利用石油製得的產物	分餾 乙烯 官能基
第五節	利用石油製得的產物	芳香族化合物 加成聚合縮合聚合
第六節	有限的資源	化石燃料 礦物資源
實驗 3-1	氨的性質與氮肥	
實驗 3-2	耐鹼的合成	
第四章	食品與衣料的化學	
第一節	食物與碳水化合物	澱粉 葡萄糖 糖
第二節	食物與蛋白質	蛋白質 胺基酸
第三節	脂肪與油脂	油脂 飽和、不飽和

第四節	天然纖維	棉與絹 天然纖維的性質
第五節	合成纖維	耐侖 合成纖維的性質
第六節	染料	胺基染料 偶氮染料 染色
第七節	洗劑	肥皂 肥皂的洗淨作用 合成洗劑
實驗 4-1	食品的澱粉質	
實驗 4-2	利用顯微鏡觀察天然纖維	
實驗 4-3	利用植物色素將纖維染色	
實驗 4-4	製造合成洗劑與洗淨作用	
第五章	身邊材料的化學	
第一節	金屬與其性質	金屬的性質與其利用 腐蝕 離子化傾向
第二節	金屬腐蝕的預防	塗料 鈍態 防止腐蝕的一般方法
第三節	矽酸鹽	陶瓷 水泥
第四節	矽酸鹽	非晶體 玻璃的種類 玻璃的性質
第五節	塑膠	塑膠的性質 熱塑性塑膠 熱固性塑膠
第六節	塑膠	成形品 染料與接著劑
實驗 5-1	鐵氧化放熱的利用	
實驗 5-2	無電極電鍍	
實驗 5-3		
實驗 5-4	塑膠的性質	
第六章	環境與污染	

第一節	化學基礎的建立	原子概念的產生 分子概念的產生 原子價概念的產生 芳香族化合物分子的構造
第二節	化學的應用	醫藥品的開發 合成纖維的開發
第三節	今日化學技術的成果	工程用塑膠 碳纖維 半導體材料 新的合金材料
第四節	產業社會與環境	地球的溫暖化 大氣污染與酸雨 海洋的污染
第五節	生活的改善與環境	大氣中的冷媒 重金屬的污染 湖沼的優養化
第六節	化學技術與環境的保護	石油的脫硫 汽車排放廢氣的淨化 水的淨化
第七節	資源的再利用	資源回收的功用 我們每個人對資源回收的認識
實驗 6-1	水楊酸的合成	
實驗 6-2	水質的檢查	

六、課本頁數比較

出版社 冊別	上海科學技藝 出版社	上海教育 出版社	啓林館 (日本)	三省堂 (日本)
一年級	172	176	139	124 *
二年級	115	73	288	199
三年級	(缺)	188	133	95

*三省堂一年級課本缺(未買到)，頁數為『實教出版株式會社』出版的高一課本頁數。

美國國家科學教育標準中 9 至 12 級的物質科學內容標準

內湖高中 葛重光

68-80

前言

教育部於民國八十四年十月頒布了高級中學課程標準實施要點，且規定依此課程標準所編輯的教科用書，將自八十八學年度起由高一逐年試用並修訂。此課程標準強調各學科教材應循中小學課程一貫發展之精神設計，內容應顧及與國中課程的銜接，並注意與相近學科的聯繫及統整，同時應與學生生活相結合，而教科書的分量及難度，需配合教學時數、學生能力並預留部分教學時間，供教師使用補充教材或善用其他教學資源（註 1）。筆者認為若此課程標準能逐步普遍落實地實施，對國內教育的發展必有助益，相信日後的學子有信心與能力迎向二十一世紀新的時代。

至於科技先進的美國，於 1996 年 1 月國家科學教師協會（The National Science Teachers Association）公布了國家科學教育標準（National Science Education Standards），這是結合了各級學校教師、課程專家、教授、科學家、工程師乃至行政人員、家長、政府官員通力合作的結果，以期望各級學校依此國家科學教育標準施教時，使每一個國民都具備足夠的科學素養，進而增強美國在國際上的地位。

美國的國家科學教育標準為何如此強調國民的科學素養呢？他們認為在現今科技發達的時代，科學素養對每個國民都是必需的；人們愈來愈需要靠科學的資訊來做決定、討論或辯論社會上涉及科學或科技的重要議題。而了解大自然的奧秘更是令人興奮，覺得有成就感的；此外，科學素養在職場中也愈來愈重要，現今許多工作都需要高級的技巧，即要求工作者能學習、理解、具創造性的思考、有作決定、解決問題的能力，而了解科學及其過程對上述能力的獲得是最有助益的。美國有鑑於其他國家對提升科學素養及科技能力的大力投注，美國亦不遺餘力地在培育其國民的科學素養（註 2）。

在美國所謂的「標準」，所要表達的是對所有學生的科學標準，同時也強調卓越性與公平性，故此標準是適用於所有學生的，不論其年齡、性別、文化或在科學方面的能力、期望、興趣、動機的不同，因不同的學生將以不同的方式來理解，會依其興趣、能力、教材而有不同深度及廣度的學習，但無論如何，所有的學生都當具備標準中所要求的知識與技能，即使有些學生習程度是遠超於此的。此標準同時亦指出學生學習科學所當有的需求，而整個教育體系是有責任提供這些的（註 3）。

美國國家科學教育標準共分八章，其中第一章為緒論；第二章為原則簡介

及名詞解釋；第三章起為主要的標準內容，共有六個方面的標準，即第三章的科學教學標準；第四章的提升科學教師專業素質標準；第五章的科學教育評量標準；第六章的科學教育內容標準；第七章的科學教學計劃標準；第八章的科學教育制度標準。其中與我國高中課程標準最有關係的是第六章科學教育內容標準，在此章中科學教育內容又分為八個部分，即

- (1). 統合科學中的概念與過程；
- (2). 科學作為一門當做探究的學問；
- (3). 物質科學的內容標準；
- (4). 生命科學的內容標準；
- (5). 地球與太空科學的內容標準；
- (6). 科學與科技的內容標準；
- (7). 個人與社會觀點的內容標準；
- (8). 科學史與科學本質的內容標準。

以上的科學教育內容皆依學生年齡分成三階段，即

- (i). K - 4，幼稚園至小學四年級；
- (ii). 5 - 8，五年級至八年級；
- (iii). 9 - 12，九年級至十二年級（相當於我們的國三至高三）。

今筆者不揣淺陋，將科學教育內容與高中物質科學最有關連的兩部分：

- (一)「科學作為一門當探究的學問」即科學內容標準 A。
- (二)「物質科學內容標準」即科學內容標準 B。

今分別譯述如下：

(一) <科學作為一門當探究的學問>

科學內容標準 A：9 至 12 年級科學活動的結果，應使學生發展出

1. 有必備的能力去做科學研究。
2. 對科學研究有所了解。

至於內容標準中所指「學生做科學研究的能力」及「對科學研究的了解」為何，茲分述如下：

(1). 作科學研究需具備以下的基本能力：

(a). 確認指引科學研究的問題與概念。

學生應能明確地陳述可進行實驗的假設，並提出指引假設的科學概念與實驗設計的邏輯關連。他們應將適當的實驗程序，背景知識、科學研究的觀念等清楚地提出。

(b). 設計並進行科學研究

至於所設計並進行的科學研究，需介紹研究領域的主要概念、適當

的設備、安全的維護、方法邏輯問題的協助、科技應用的建議、研究觀念的澄清及來自其他研究的科學知識。在科學研究的過程中亦需對問題、方法、控制變因、操縱變因等弄清楚。學生應將數據組織起來並呈現出來;對方法和解釋進行修訂;對同儕團體的批評能提出公開呈現的結果。不論科學研究如何進行,學生應採用證據、引用邏輯,並建構提出解釋的論點。

(c). 利用科技與數學來改進研究並溝通結果

手工具、測量儀器、計算器等科技產品在科學研究中都是必需的。運用電腦來收集、分析、呈現資料等都是科學內容標準所要求的。在整個科學研究中數學一直扮演著非常重要的角色。如測量是用來提出問題的、公式是用來發展解釋的、圖與表是用來溝通結果的。

(d). 利用邏輯與證據來明確地陳述或修正科學解釋

學生做研究時當盡力將解釋或模型明確地陳述。模型需是物理的、概念的、數學化的。在學生回答問題時,他們需對解釋的修正進行討論與議論。所有的討論需建立在科學知識、邏輯運用及研究的證據上。

(e). 認識並分析其他可能的解釋與模型

這方面的標準乃強調對由檢視現今科學的知識,衡量證據及由邏輯判斷出哪是最好的解釋或模型等論點予以分析的批判能力。換句話說,雖有數種似有道理的解釋,但不見得有相同的分量,學生應藉著科學準則來找到所要的解釋。

(f). 能對所提的科學論點進行溝通與辯護。

學生在學校的科學計劃中當發展出能正確有效溝通的能力。這些包括寫下並遵循的實驗程序,表達概念,複習以往所得資訊,總結數據,正確地使語言,列出圖與表,解釋統計上的分析,當說得清楚,合乎邏輯,建立合理的論點,對別人批判的評論能恰當地回應。

(2). 對科學研究的了解的重點如下:

- (a). 科學常探究物理、生命、或所設計的系統是如何運作的。觀念及知識是科學研究的指引。歷史或當今的科學知識常影響研究的設計與解釋,及對其他科學家所提解釋的評估。
- (b). 科學家進行研究常有許多不同的理由,如想發現自然界的新觀點。解釋最近觀察到的現象,試驗先前研究的結論或現今理論的預測。
- (c). 科學家倚賴科技來做數據資料的搜集與處理,由新的技巧及工具所帶來的新證據,將指引科學的研究及新的資料收集法,因此促進了科學的進展。數據資料的準確性、精密性及科學研究的品質均需倚賴科技。
- (d). 數學對科學研究是重要的。數學的工具及模型常指引並改進了問題

的提出、數據資料的搜集、解釋的建立及結果的溝通。

- (e). 科學的解釋需堅持以下的準則：所提出的解釋在邏輯上一致。遵循證據的規則，對可能的質疑及修正是持開放的態度，解釋是建立在歷史或現今的科學知識上。
- (f). 科學研究的結果所帶來的新知識和方法，常從不同型式的研究及科學家們公開的溝通來的。在對科學研究結果的溝通與辯護時，論點必需合乎邏輯，並證明它們是與自然現象、調查結果及科學的史實相關連。此外，科學家用來得證據的方法及程序均需清楚地呈現，以利於往後進一步的研究。

科學內容標準 B:對於 9 至 12 年級的學生，當使他們逐漸了解以下的物質科學內容，即

- (1). 原子的結構
- (2). 物質的結構與性質
- (3). 化學反應
- (4). 運動與作用力
- (5). 能量守恒及亂度的增大
- (6). 物質與能量間的交互作用。

茲就其中的基本概念及原則分述如下：

(1).原子的結構：

- i. 物質是由微小的粒子所組成，這些粒子稱為原子 (atoms)，而原子是由更小的成份組成，這些更小的成份有可測量的性質，如可測其質量、電荷。每個原子都有個帶正電的核，它的周圍是被帶負電的電子所圍繞，核子與外圍電子的作用力使得原子得以維持。
- ii. 原子核是由質子與中子所組成的，質子與中子要比電子重得多。當一元素具有不同中子數的原子時，這些原子稱為此元素的同位素。
- iii. 使原子核中的粒子結合在一起的核力，在原子核距離範圍通常較使原子核分開的靜電力要大得多。核子反應會使作用粒子的部分質量轉化為能量，如此放出的能量遠較原子相互作用放出的能量大得多。核分裂是使一個大核分裂成較小的核。核融合是使兩個原子核在超高的溫度、壓力下融合在一起，核融合也是太陽或其他星球能量的來源。
- iv. 放射性同位素是不穩定的。會進行自發的核反應而放出粒子和 (或) 輻射線，任何單一原子核的蛻變是無法預測的，但一大群相同的放

射核是依可預測的速率進行蛻變，此種預測可用來估計含該放射性同位素物質的年齡。

(2). 物質的結構與性質

- i. 原子藉著轉移或共用最外層的電子而相互作用。這些最外層電子決定了元素的化學性質。
- ii. 一個元素是由一種原子所構成，當元素依質子數（原子序）排列時，會有物性、化性重覆出現的現象，由此可認定元素屬於哪一族，因同一族的元素其物性、化性相似。週期表即依元素外層電子組態及其許可能量，重覆出現的結果而得的。
- iii. 原子間藉轉移或共用電子而形成化學鍵。物質僅由一種的原子構成時，即為元素。原子可藉鍵結形成分子或固體晶體。由兩種或多種原子由化學反應而結合在一起時即形成化合物了。
- iv. 化合物的物理性質反映出它的分子間交互作用的性質，這些交互作用由分子結構、組成原子的成份、鍵角、鍵距所決定。
- v. 固體、液體、氣體在原子、分子間的距離、角度不同。因此其間的結合能亦不同。在固體中其結構幾乎是固定的；在液體中分子或原子均可移動，但不會離得很遠；在氣體中分子或原子均可獨立運動，且都隔得很遠。
- vi. 碳原子間能以鏈狀、環狀、分枝結構相互結合在一起。因此形成許多不同的結構，包括合成的高分子聚合物，油類及我們生活中所需的大分子。

(3). 化學反應

- i. 在我們周遭都有化學反應，如保健、烹飪、化妝品、汽車中都有化學反應發生。在我們體內的每個細胞中都有一些有機分子的複雜化學反應在持續不斷地進行。
- ii. 化學反應可釋出或消耗能量，如燃燒化石燃料時，可藉著光和熱放出大量的能量。光可促使一些化學反應發生，如光合作用及城市煙霧的形成。
- iii. 在反應的離子、分子或原子中的許多重要的化學反應涉及轉移電子（即氧化還原反應）或轉移質子（酸鹼反應）。在另一些化學反應是藉著光或熱將化學鍵斷裂而形成非常活潑的自由基，而這種帶有電子的自由基隨時可形成新的化學鍵。自由基的反應控制了許多化學反應步驟，如大氣中臭氧層、溫室效應的氣體粒子的存在，化石燃料的形成與燃燒，高分子聚合物的形成及一些爆炸反應。
- iv. 化學反應所需的時間，如一個原子移動部分鍵距所需數個飛秒（femtoseconds）(10^{-15} 秒)，或如以十億年為單位的地質反應。化學反應速率是由反應原子、分子碰撞機會的多寡及溫度、反應物的性質（含

形狀)來決定。

- v. 催化劑如金屬的表面會加速化學反應速率。化學反應在生物系統中被蛋白質分子催化，此種在生物體內的催化劑稱為酶。

(4).運動與作用力

- i. 當有淨力作用於一物體時，物體的運動情況將會改變。運動定律是用來準確計算力對物體運動影響的效果，可由 $F=ma$ 算出物體運動的改變量，而此公式與力的性質是無關的。當一物體對另一物體施力時，另一個物體也必施一大小相同，方向相反的力給原施力物體。
- ii. 萬有引力是一種普遍存在的力，是一個有質量的物體施於其他任何有質量物體上的。兩物體間的萬有引力與兩物體的質量乘積成正比，與兩物體間的距離的平方成反比。
- iii. 靜電力也一種普遍存在於兩帶電物體間的作用力。異性的電荷相吸，同性的電荷相斥。靜電力的大小是與兩物體所帶電荷的乘積成正比。如同萬有引力，靜電力的大小也是與兩帶電體距離的平方成反比。
- iv. 對於兩個帶電的粒子，靜電力遠較萬有引力來得大。如原子或分子間相互摩擦時，常觀察得到的是靜電力。
- v. 電與磁可說是一個電磁波的兩方面表現，移動中的電荷將產生磁力。而移動中的磁亦將產生電，這些效應有助於學生了解馬達與發電機。

(5).能量守恒與亂度的增加

- i. 宇宙間的總能量是守恒的。能量可藉化學反應、核反應、光波或輻射等方式放出，但無論如何能量是不會被毀滅的。當有能量轉移時所涉及的物質將漸漸變得不規則。
- ii. 所有的能量可視為是運動中物體所具有的動能，或是因相對位置而有的位能，或是由場力而得的能量，如電磁波即是。
- iii. 熱是由原子、分子或離子的任意運動或振動來的。溫度越高時，原子或分子的運動越激烈。
- iv. 所有的物體、物質經一段時間後都將傾向於較不規則，較不組織化，因此能量轉移的總效應將是能量一致地傳出，如藉傳導、對流、輻射，能量由高溫的物體傳給低溫的物體；我們燒燃料將使周遭環境變熱。

(6).物質與能量間的交互作用

- i. 波動包括聲波、地震波、水波、光波等，它們都是具有能量的。當它們與別的物質交互作用時會傳送能量。
- ii. 當帶電荷的物體加速或減速時，將產生電磁波。電磁波包含了無線

電波（波長最長的電磁波）、微波、紅外線（輻射熱）、可見光波、紫外光波、X 光波、伽瑪射線。電磁波的能量是由能量包所攜帶，能量大小與波長成反比。

- iii. 每種原子或分子只能依特殊不連續的量子來吸收或放出能量，因此只能吸收或放出對應於特殊不連續量的波長的光。而這些特殊的波長可用於物質的鑑定。
- iv. 在金屬中電子可自由地移動，但在像玻璃等絕緣體中電子是幾乎不動的。半導體中電子的移動情形是介於導體與絕緣體之間。在低溫時，一些物質會變成超導體，對移動中的電子無任何阻力。

〈物質科學內容標準〉

美國著名的 2061 計劃（以下次再見哈雷慧星的年份期許）中科學教育的里程碑 Benchmarks 述及 9 至 12 年級的物質科學內容，乃是為全民科學素養的，今譯述如下：

- I. (4 D) 學生在 1 2 年級結束時當知道的物質結構之內容：
 - i. 原子是由帶正電的原子核及其周圍帶負電的電子所組成。一個原子的電子組態，特別是外層的電子，決定了該原子是否能與其他原子反應。原子間可藉移轉或共用電子而形成化學鍵。
 - ii. 原子核只佔原子體積的一小部分，是由質子與中子所組成的。質子、中子的質量均約為電子質量的兩千倍。原子核中的質子數決定了該原子的電子組態，也因此決定了它是何種元素。在中性原子中電子數等於質子數。一原子可藉著得到或失去電子而帶有電荷。
 - iii. 中子的質量幾乎與質子相同，但不帶電荷。雖然對一原子與其他原子的反應沒什麼影響。但中子卻與原子核的質量與穩定性有極大關係。同位素是元素具有相同的質子數（電子數），卻有不同的中子數。
 - iv. 具有放射性的原子核是不穩定的，且會進行自發的蛻變，放出粒子與（或）輻射線。我們無法準確預測一個不穩定原子核何時會蛻變，但一大群相同原子核會依可預測的速率蛻變。這種蛻變速率的預測可用來估計含放射性物質的年齡。
 - v. 科學家繼續不斷地研究原子，並發現了組成電子、中子、質子的次級粒子。
 - vi. 當元素依其原子序排列時，則相同系列的性質將重覆出現於表列中。

- vii. 原子常與其他原子組合成各別的分 子，或形成三度空間重覆出現的晶體結構。許多生物、化學或物理的現象能以原子、分子的重組或運動來解釋。
- viii. 分子中原子的電子組態決定了該分子的性質。大分子間如何作用其形狀是特別重要的。
- ix. 原子、分子間的反應速率依其相互碰撞的機會而定，故反應速率依反應物質的濃度、壓力、溫度而定。有時原子或分子有高度促進其他原子、分子反應的作用。

II. (4.E) 學生在 1 2 年級結束時當知道的能量轉換內容：

- i. 不論何時能量從一地方或以某種型式消失時，必有相同的增加量在另一地或以其他型式出現。
- ii. 一物質中的熱能是由原子或分子不規則運動所形成的。在任何原子或分子的交互作用中，由統計可知它們反應結束時較反應開始時不規則，即有熱能會均勻地散出。具大量數目的原子或分子，其亂度是較大的。
- iii. 能量轉換過程中常產生熱能，而此熱能會轉傳導或輻射傳到較冷處。雖然總能量不變，但當能量均勻散出時，因熱量的散逸使可利用的能量減少。
- iv. 原子或分子不同的電子組態將有不同的能階，一些電子組態的改變是需輸入能量，但有一些卻是放出能量。
- v. 當被游離的原子或分子的能量變化時，只能依能階差的能量大小放出或吸收能量，不會有放出或吸收的能量不是能階差能量的情形。當輻射被吸收或放出時將有能量的改變，故輻射也是有各別不同的能量值。當各別原子或分子（氣態的）吸收或放出光時，可藉以用來鑑定物質。
- vi. 當很大的原子如鈾、鈾的原子核分裂成中等大小的原子核時，會放出能量；當小的原子核如氫、氦的原子核則可結合成較大的原子核時，也會放出能量。核反應所釋出能量遠較化學反應所釋出的能量要大得多。

美國國家科學教育標準中所期望的變革：

(一). 科學內容標準 A 中為提升科學研究素養將面對下列不同強調重點，即

- (i). 當較不強調的：

(ii). 當較強調的兩部份，現以下表陳述如下：

表一（註 4）

當較不強調的	當較強調的
為證明或証實科學內容而做的科學活動	研究或分析科學問題而做的科學活動
限於上課時間內的探究	不限於上課時間內的探究
課程外的科學過程技能	課程內的科學過程技能
強調單一的科學過程技能如觀察、推論	運用多重的科學過程技能如操作、認知、程序各方面
得到一個標準答案	運用證據或策略來發展或修訂所提的解釋
視科學為探索與實驗	視科學為討論與解釋
就科學內容提供問題的答案	科學解釋上的溝通
學生不論個人或團體未經討論即分析、統合數據資料	學生常常經討論後，才來分析、統合數據資料
少做科學研究以留時間來教課	多做科學研究以發展理解、能力、研究價值及科學內容中的知識
以實驗的結果下探究的結論	運用實驗的結果來做科學討論或解釋
物質與設備的管理，即硬體方面的管理	觀念與資訊的管理，即軟體方面的管理
學生提觀念，教師下結論，限於師生的私人溝通	同學間科學概念與活動的公開溝通

(二). 科學內容標準 B 將面對下列不同的強調重點：

表二

當較不強調的	當較強調的
知道科學的事實與資訊	理解科學概念並發展做研究的能力
學生為個人理由學習各科教材（如物質科學、生命科學、地球科學）	學生依科學研究、科技、個人及社會觀點、科學史與科學本質等方面來學習各科教材
學習各個獨立的科學知識與科學過程	統整各方面的科學內容
涵蓋許多科學主題	學好一些基礎的科學概念
以一套定型的程序來進行科學研究	將科學研究視為教育上所當學的策略、能力及概念

科學內容標準 A 的精神與特色：

- 1、在「科學為作一門當做探究的學問」中的內容標準不止於「科學是個過程」的要求，即不只要求學生會觀察、推論、實驗。做科學研究對科學學習而言是最重要的，因做科學研究時，學生開始描述物體與事件、提出問題並予以解釋，也會運用現今的科學知識來檢視所做的解釋是否正確，且會和他人溝通他們的觀念。學生能認同所做的假設、運用邏輯及批判性的思考，亦會考慮其他不同解釋的可能性。如此，學生藉著結合科學知識與思考判斷來發展他們對科學的理解。
- 2、科學研究的重要性並不意味著：「所有的教師都當追求單一的教法」，就像科學研究是多面性的，教師亦當用各種不同的方法來發展學生的理解與能力（註5）。

科學內容標準 B 的精神與特色：

- 1、美國的科學內容標準並不要求一份特定的教材，教學所用的教材是在教室中組織並呈現的，此標準中的內容以不同的強調重點與觀點而呈現多種不同的課程，請參考前述「美國國家科學教育標準中所期望的變革」中「當較不強調的」與「當較強調的」部份。
- 2、該科學內容標準乃是供人們制定某個特殊行動時，「是否能提升整個社會科學素質」的準則，日後的教育改革將依此標準以求整合性、一致性及一貫性，其能否突破現今的束縛而迎向未來的遠景，是靠前線的科技教師與行政人員的共同努力才可完成的（註6）。

美國物質科學內容標準與我國高中物質科學內容的比

較：

至於部分我國的物質科學內容有高一基礎化學其教材綱要為

- 1、緒論；
- 2、自然界的物質；
- 3、物質的形成及其變化；
- 4、生活中的能源；
- 5、生活中的物質。

高二物質科學化學篇、高三化學為選修課程，其內容為

- 1、物質的構造；
- 2、物質的狀態；
- 3、物質的變化；
- 4、物質的性質等四大部分。

茲比較如下：

- 1、大體而言美國教材較以物化中主要觀念為導向，頗有先前 Chem 教材的風格，而我們較重生活化的教學內容與實驗活動，並選擇本土化素材，在風格方面是頗不相同的。
- 2、在美國的教材中涉及頗多的核化學，及放射性同位素的應用，這在我們教材是少提及的。此外，如自由基、超導、及由量子概念導出光譜鑑定的原理、亂度的概念這些是我們較未提及的。
- 3、在我國教材中生活化的教材如污染、土壤、生活中的物質，在美國科學內容中較少提及；又我國教材中物質的性質部分不論金屬或非金屬元素的性質都詳加敘述並舉例，在美國科學內容中並不強調；同樣地，在我國教材中物質的變化部分，其中的一些氧化還原內容及烴類的反應敘述頗多，亦非美國科學內容所強調的。

結語：

- 1、美國國家科學教育標準是他們結合各學校教師、課程專家、各專業領域裡的學者專家，乃至行政人員、政府官員、家長們通力合作的結果，而我國課程標準的修訂時在各領域的專家如工程師、人文學者、政府官員、家長甚少參與或投入，似乎我們在合作層面上可參考他們的方式。至於整個過程，與後續動作方面美國亦有可借鏡之處，因他們利用了先前教改的成果，及其「教」與「學」的研究，試教的報告、教師、專家們的經驗與遠見，且經過多人對初稿無數次的評論。這種公開、反覆多次的過程產生「如何使學生具優秀科學專業」的共識，而訂下這套標準的各級人士仍將繼續對話，以使它不斷進步，確保能符合師生及社會的要求，其對日後的評論與修訂更是持開放的態度，這些公開、持續的作法是值得參考的。
- 2、對所有相關科教的人士與官員的責任感亦是值得借鏡的，因美國的國家科學教育標準在強調卓越性與公平性的同時，亦強調當給學生學習科學的機會。若想讓學生有優良科學素養，需要有良好的專業教師、足

夠的上課時數與場所、適切的學習材料及學校周邊的教育資源，而提供這些條件乃所有相關從事科教者的共同責任，即使目前國內的人力、物力各方面資源有限，尤其用於科教方面，但不論教師、行政或政府官員都當有「給學生學習科學的機會與資源，是我們的責任」的擔當而盡力為之。

- 3、美國國家科學教育內容標準有足夠的彈性，他們深知完成此標準，需要在科教方面有大的變革，他們亦強調科學是由學生來做，而不只是為他們做一些事。至於我國的課程標準中佔最大份量的是各學科的教材綱要（註7），而各科教材綱要亦規定得很詳細，不像美國那麼具有彈性，且他們強調科學研究，主要的科學知識來自對科學的探究，而我們目前高中除了少數同學做科展，或參加一些科學研習營外，大部分同學在高中階段，除課程內的實驗外，甚少做科學研究。這對科學素養的養成是不易達成的。
- 4、美國的國家科學教育標準除科學內容標準外，還另外設立了其他相關的五方面標準，實體大而思精，畢竟是他們結合了各方人力長期努力的結果，而我們的課程標準對其他五方面標準，僅在教學方法、教學評量方面提到一些，故美國在其他五方面的標準是值得參考與借鏡的。
- 5、目前國內有核電廠設立的抗爭，核放射對環境的影響乃重要的社會議題，故建議將核能、核化學列入選修教材中；其他如自由基、超導、核磁共振等在現今生活中、醫學中或未來交通、科技的發展都甚為重要，似乎亦應仿美國列入選修教材中，以提供學生嶄新的視野。
- 6、在文中「美國國家科學教育標準中所期望的變革」所列「當較強調的」部分值得我們注意與參考，因回顧我國高中的科學教育在升學壓力下，我們「所強調的」倒是他們「當較不強調的」部分，期盼我們的科學教育不停留在傳授科學知識，求一個標準答案，以應付考試的階段，當放開腳步由表一、表二左方邁向表中的右方時，我國的科學教育才能趕上世界的潮流。

參考文獻

- (註1)：教育部（84年10月）高級中學課程標準,教育部編印
- (註2)：美國國家科學教育標準中綜覽部分（An Overview），
網址為 <http://www.nap.edu/readingroom/books/nses/html/>
- (註3)：同註（註2）
- (註4)：美國國家科學教育標準中 Chap 6:Science Content Standards

網址同(註2)

(註5): 同(註4)

(註6): 同(註4)

(註7): 評介美國國家科學教育標準,魏明通著,科學教育月刊第196期(86年1月)

英國 1988 年國家科學課程物質科學課程與教材之分析

— 牛津科學編序式教學計劃之分析 —

81-101

【內容大綱】

- 前言
- 模組化的編寫方式
- 循序漸進的學習步驟
- 以有機化學作為生活化的
主要教材並提前學習
- 涵蘊 STS 的理念
- 結語

指導教授：方泰山教授 彭旭明教授

研究教師：宜蘭高中 林泰彬老師

英國 1988 年國家科學課程物質科學課程與教材之分析

— 牛津科學編序式教學計劃之分析 —

研究教師：宜蘭高中 林泰彬老師

指導教授：方泰山教授 彭旭明教授

前言

英國的課程改革與發展，一直是世人矚目的焦點，1988年由國會立法的教育改革法案中的第四款即為課程部分。而有關科學教育的課程法案，於同年十二月由「國家課程委員會」研究訂定，經國務院交國會審查，於1989年三月正式簽署公佈實施。

英國國家科學課程大綱的「成就目標」和「學習計劃」分四個主階段（Key Stage）實施，並進行評估。這四個主階段為：

第一主階段（簡稱 KS1）：以小學一、二年級學生為實施對象，屬初級小學部分。

第二主階段（簡稱 KS2）：實施對象為三～六年級學生，屬高小部分。

第三主階段（簡稱 KS3）：實施對象為七～九年級學生，相當於我國國民中學的學生。

第四主階段（簡稱 KS4）：實施對象為十、十一年級學生，相當於我國高一、高二的學生。

牛津科學編序式教學計劃（Oxford Science Programme）是由一組有經驗的教授、教師、和作家依據英國1988年國家科學課程標準（the Science National Curriculum）編寫而成的一套內容生動的新教材，由牛津大學出版部（Oxford University Press）於1993年出版，供主階段3（KS3）和主階段4（KS4）使用。其內容大要如下二表：

【主階段 3 (Key Stage 3)】

牛津科學編序式教學計劃 (Oxford Science Programme)		
年級(Year)	模 組 (Module)	
Y 7	Part 1	<i>A</i> 探究生命(Looking at life) <i>B</i> 微生物與健康(Microbes and health) <i>C</i> 物質與混合物(Materials and mixtures) <i>D</i> 電與生活(Living with electricity)
Y 8/9	Part 2	<i>E</i> 視與聲(Sight and sound) <i>F</i> 活的地球(The active Earth) <i>G</i> 太空中的地球(The Earth in space) <i>H</i> 平衡中的地球(The Earth in balance)
Y 8/9	Part 3	<i>I</i> 製造新的物質(Making new materials) <i>J</i> 能的變化(Energy changes) <i>K</i> 探討物質(Looking into materials) <i>L</i> 生物如何工作(How living things) <i>M</i> 應用電子學(Using electronics) <i>N</i> 運動中的力(Forces in action)

【主階段 4 (Key Stage 4)】

牛津科學編序式教學計劃 (Oxford Science Programme)		
年級(Year)	模 組 (Module)	
Y 10	Part 4a	<i>O</i> 地球和大氣(The Earth and beyond) <i>P</i> 波與電流(Waves and currents) <i>Q</i> 生命與健康(Life and health)
	Part 4b	<i>R</i> 物質與模型(Materials and models) <i>S</i> 力與能(Forces and energy) <i>T</i> 生命系統(Systems for life)

Y 11	Part 5	<i>U</i> 製造與使用物質(Making and using materials) <i>V</i> 能與環境(Energy and environment) <i>W</i> 共享地球(Sharing the Earth)
------	--------	---

此套教材為一普級（O 級）教材，共分六冊，每冊均編有：

(1)學生教科書（Students' Book）.....供學生學習。

(2)教師資源檔案（Teacher's Resource File）.....供教師參考。

這套書是牛津大學出版部的重要著作，其優點極具參考價值。其中主階段 4（KS 4）的 Part4a、part4b 兩冊供十年級使用，part5 一冊供十一年級使用，相當我國高一、高二學生的教材。本文僅研究分析 KS 4 中有關「化學教材」的部分。

模組化的編寫方式

學生教科書（Students' Book）是以模組（Module）的形式編寫而成的。所謂模組（Module）可界定為：「由一群教材編輯而成之系統組合單元，是一種更具開放性、變通性、和彈性的教學設計，其內容包含目標、閱讀資料、實驗箱（kit）、實驗步驟、視聽教材、評量等。」

「Key Stage 4」中屬於「化學」的部分有二個模組，其為：

模組 R：物質與模型（Materials and models）。

模組 U：製造與使用物質（Making and using materials）。

上面兩個模組均各含有六個單元，每個單元又含有 3～9 個小單元不等。其各單元的內容大要如下：

〔模組 R：物質與模型（Materials and models）〕

第 1 單元：研究元素以及了解它們物理和化學的特性，找出特性之間的關聯性、原子結構以及在元素週期表的位置。

第 2 單元：檢驗化學鍵的形式，運用不同的方法將原子結合在一起，找出元素週期表中原子如何連結的線索。

第3單元：找出化學鍵如何影響不同物質的特性，這些特性包括物質的本身是固態、液態或氣態，以及是否會熔解。

第4單元：在不同的交互作用下計算物質的量，以及檢驗預測。

第5單元：氧化還原反應：電子反應是從一物質轉變到另一物質時產生的，它包括電池、電解以及腐蝕的作用。

第6單元：研究一些影響化學反應速率的因素。

〔模組 U：製造與使用物質（Making and using materials）〕

第1單元：探討固態、液態、氣態以及粒子的運動，並研究氣體壓力、體積與溫度之間的關聯性，用物質粒子的模型來解釋三態。

第2單元：主要討論石油及其產品，考量到如何從石油中製造有用的物質如塑膠的製造。

第3單元：找出肥料的重要、製造及一些相關問題。

第4單元：探討食鹽（氯化鈉）的製備及電解製造化學工業中的重要原料。

第5單元：探討不同產品中所包含的物質以及其特性。

第6單元：探討混合物的特性，包含了溶膠、凝膠、泡沫、乳狀液、混凝土等。

（※每單元下的小單元參見附錄一）

循序漸進的學習步驟

科學教育需要具體的內容，更要講究實施的方法。物質科學課程的落實，在於透過有價值而且有興趣的科學內容和科學活動，配合學生的認知發展和心理狀態，使學生能獲得基本的科學概念、科學方法和科學態度。雖然很多人強調科學課程的設計與實施，應以學生的興趣為中心，然而有系統、有層次的培養學生認知的能力、自學和解決問題的能力，及培養細心切實、實事求是的科學態度，才是科學教育最重要的內涵。

英國「國家科學課程」大綱中，包含 17 個自然科學目標單元，純屬物質科學，也就是化學科學的範疇有 3 個單元，其為：

(1).物質的分類和用途。

- (2).製造新的物質。
- (3).說明物質的性質。

在探究物質的科學方法和科學態度方面，則以下列兩個單元為架構：

- (1).科學探討。
- (2).科學的自然本質。

牛津科學編序式教學計劃的序文中強調，學生在學習各單元教材時，是以循序漸進的方式來學習；單元的一開始，學生將被要求討論以及複習先前所習得的知識，包括這項計劃早期的一些構想，接下來，開始行動並研究以增進自身的了解，最後，可以將研究所得到的知識應用在新的課題上，因此，在每個單元中，學生學習的模式應為：

- 建立概念 (establishing ideas)
- 深入探討 (investigating further)
- 應用新的概念 (applying ideas)

參考單元 U 1.1 — 物質與粒子(Matter and particles)：

U 1.1 物質與粒子 (Matter and particle)

材料可能是固體、液體或是氣體。

- 1.參看右圖。列出一個表來表示哪些材料是固體、哪些是液體、哪些是氣體。
- 2.固體有哪些共同的特徵？
- 3.液體有哪些共同的特徵？
- 4.氣體有哪些共同的特徵？

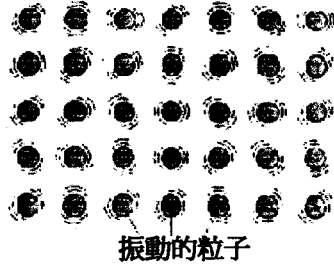
物質的粒子：

每種物質都是由小粒子所組成。依物質的不同，這些粒子可能是原子，或可能是一群原子，稱為分子，也可能是帶電的原子（或一群原子），稱為離子。例如，大部份在空氣中圍繞你的粒子是分子。



5. 原子、離子和分子全都是小粒子。它們之間有什麼不同？

右圖表示科學家認為在一片金屬中的粒子是如何排列與運動。



6. 假如金屬的溫度升高，會發生什麼變化？

7. 自己作圖來表示粒子在液體和氣體的情形。

狀態的改變：

不管某一物質是固體、液體或氣體，我們都稱之為它的狀態。某些物質可藉由溫度的改變來變化其狀態。

固體 $\xrightarrow{\text{凝固}}$ 液體 $\xrightarrow{\text{蒸發}}$ 氣體
 $\xleftarrow{\text{熔化}}$ $\xleftarrow{\text{凝結}}$

\rightleftharpoons 表示變化可發生在任一方向

8. 命名上圖中物質的名稱，圖中將所有的三種狀態都顯示出來。

9. 研究右圖的圖表，解釋下列名詞所代表的含義。

凝結 蒸發 凝固 熔化

※你知道嗎？

沸騰是一種非常快速的蒸發方式。它發生在溫度夠高時，足以使液體產生氣泡來克服外在的壓力，並且從液體表面擴張和噴發。

使用的氣體：

氣體有物理性質：例如，它們可以被壓縮。此外，它們也有化學性質；例如，它們可以和其它物質反應。

10. 寫下這四個標題：運輸(transport)、工業

(industry)、醫院(hospital)、休閒活動

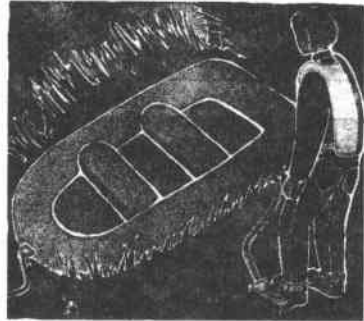
(leisure)。在每個標題下面，列出一些氣體

被使用的例子以及它們的用途。

11.看看你所列的表，決定是否每一種氣體是因為其物理或化學性質而被使用，將其寫下來。

營火冒險 (camp fire hazard) :

費爾(Phil)和寶拉(Paula)組隊參加一次竹筏冒險。費爾正點燃生起一堆營火來從事炊事的工作。他很有條理地檢查，並沒有發生叢林大火的危險性，但是他仍疏忽了將一罐噴霧殺蟲劑放在非常靠近火源處。突然間，他看見寶拉衝過去拿開它。



12.如果寶拉沒有拿開噴霧殺蟲劑，將可能會發生什麼事？

13.描述一下當噴霧器罐加熱時，其內的氣體可能會發生什麼事？

橡皮艇的問題：

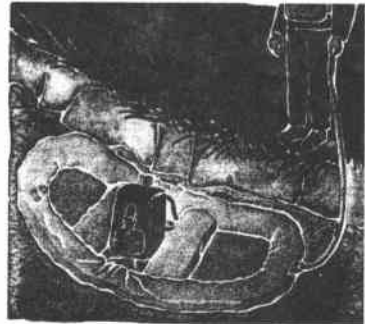
在右圖中，你可以看到當寶拉為橡皮艇充氣時，然後將其漂浮於冷冷的河水上，會發生什麼事情。

14.為什麼你會認為當橡皮艇氣快充滿時，會變得愈來愈難將其繼續打氣？

15.為什麼將橡皮艇漂浮於冷水上，會使其看起來收縮了？

16.畫一圖案來顯示當下列幾種情況時，橡皮艇內的氣體分子會發生什麼事：

- a.橡皮艇只有部分充氣時。
- b.橡皮艇完全充氣時。
- c.橡皮艇已漂浮在冰冷的河水上。



深海潛水：

當潛水者在水面下極深時，他們的身體會承受極大的水壓。為了能夠呼吸，他們必須利用其肺吸入幾乎和外界水壓同樣壓力的空氣。他們的呼吸工具能自動地調節所提供的壓力來適應外界的壓力。



17. 爲什麼空氣（呼吸的）要和水壓幾乎相同？
18. 爲什麼你會認爲潛水者浮出水面時，沒有暫時停止住呼吸？

以有機化學作爲生活化的主要教材並提前學習

由於大量的有機化合物是每日生活及工業所須，是燃料或生化反應的能量來源，現代社會依賴有機化合物之工業製品甚鉅，而此類工業深切的影響一個國家的經濟發展。無數的有機化合物的發現已大爲增進人類社會的幸福，因此以有機化學作爲生活化的主要教材並提前學習，是近年來國內外編寫化學教材的趨勢，也是本書的一大特色。本書有關有機化學的教材內容尚有：

U2.2 石油的精鍊(Refining oil)

分餾原油成爲分餾物

U2.3 符合其需要(Meeting the demand)

從石油中分離和加入新分子

U2.4 高分子(Polymers)

鏈狀的分子

U2.5 有關更多高分子的介紹(More about polymers)

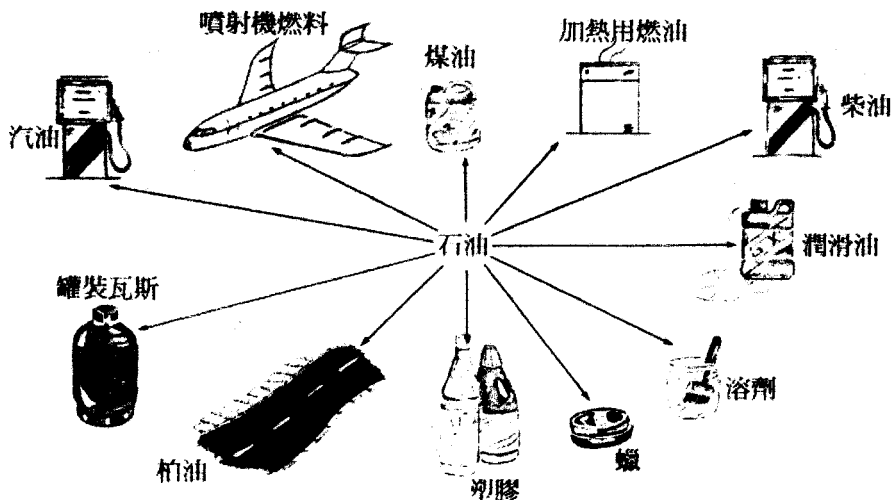
製造和模組高分子

U2.6 過程及問題(Processes and problems)

高分子的生成和使用

參考單元 U 2.1 — 石油及其產品(Oil and its products)：

U 2.1 石油及其產品 (Oil and its products)



石油是一種我們能獲得的最重要的原料材料。它被用來製造數千種材料。材料製造有使用到石油的稱為石化產品。

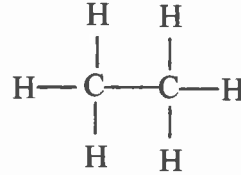
1. 舉出五種可以由石油獲得的物質。
2. 列出一些使用石油產物的缺點。

石油可能有許多令人困惑的名字！當石油(oil)還在地底時，它被稱為石油(petroleum)（和汽油不一樣）。當從地底取出時，它就是眾所週知的原油(crude oil)。原油是一種由數千種化學物質所組成的複雜混合物，主要是碳氫化合物。但是原油如果以這種混合物形式並不是非常有用。它須分成數個不同部份，稱為分餾

烷類	分子式
甲烷	CH ₄
乙烷	C ₂ H ₆
丙烷	C ₃ H ₈
丁烷	C ₄ H ₁₀
戊烷	C ₅ H ₁₂
己烷	C ₆ H ₁₄
庚烷	C ₇ H ₁₆
辛烷	C ₈ H ₁₈
壬烷	C ₉ H ₂₀
癸烷	C ₁₀ H ₂₂

物。

右邊的表顯示原油中的一些碳氫化合物。這些均屬於碳氫化合物的一族稱為烴類。在列表下面是乙烷分子中原子排列的顯示。這種圖示稱為結構式。

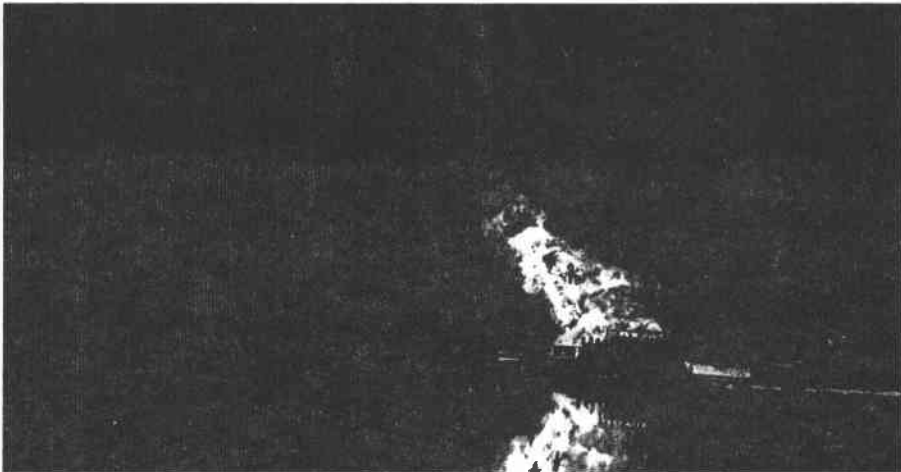


3. 「碳氫化合物」的名字告訴你在每個分子中原子的種類有哪些？

4. 看看你是否能畫出下列分子的結構式。

- a. 甲烷 b. 丁烷 c. 癸烷

乙烷(C_2H_6)的結構式：每個 H 是氫原子，每個 C 是碳原子。



計算價格：

雖然石油的使用帶來很多好處，但仍有其待付的環境代價。和你的組群作：

5. 畫一個有兩列的表：以優點和缺點為標題。

6. 討論石油的使用及其衍生的問題。列出你的想法於你畫的表中。

利用下表中的資訊來幫助你回答下列問題：

8. 用圖表的方式來呈現其數量（例如長條圖）。

9. 從前四個分餾物中，畫出一種分子的結構式（在每個分餾物中有一程度範圍的分子，你只須畫出

- 7.就平衡的觀點，你認為石油應該繼續或不
應該繼續被開採？
- 10.分子中碳原子的數目會影響分
餾物燃燒的容易度嗎？解釋你
的答案。
- 看看分餾物：
- 11.小分子的碳氫化合物較大分子
的容易揮發（變成氣體），哪
一種液體分餾物最易揮發？
- 下表列出部分原油的分餾物，它們分
子內的碳原子數以及這些分餾物如何燃
燒。

分餾物	分子中碳原子數目	分餾物燃燒狀況
石油氣	1 - 4	易燃、藍色火焰、黑煙很少。
汽油	5 - 10	易燃、藍黃色火焰、有少許黑煙。
煤油	10 - 15	引燃後燃燒良好、藍黃色火焰、多黑煙。
柴油	15 - 20	難引燃、燃燒時有很髒的黃色火焰。
重油	20 - 40	很難引燃、黃色火焰、多烏黑蒸煙。
殘留物	40 以上	極難引燃、黃色火焰、多烏黑蒸煙。

涵蘊 STS 的理念

自 1975 年開始，英國在科學課程發展上，就已注重科學、技術、社會 (Science-Technology-Society，簡稱 STS) 三者關聯之重要性。除了仍強調科學研究過程之訓練外，更將科學與技術應用到社會有關問題之探討。

英國科學教育協會 (The Association for Science Education 簡稱 ASE) 首先為 STS 課程闢出一條大道，並發展出三套教材，其為：

- (1).1981 年出版「社會中的科學」(Science in Society，簡稱 SIS)。
- (2).1983 年出版「社會脈絡中的科學」(Science in a Social Context，簡稱 SISCON)。

(3).1984 年出版「社會中的科學與技術」(Science and Technology in Society , 簡稱 SATIS)。

1988 年由英國「國家課程委員會」研究訂定的課程「成就目標」和「學習計劃」仍十分明確的融入 STS 理念，在其課程標準綱要中的「成就目標 17 : 科學的自然本質」就明白指出：「學生應發展他們的知識和理解力，以便了解科學的概念是隨時間改變；這些概念的本質受到社會、道德、精神和文化內涵所影響。發展過程是一很重要的“經驗思考”程序，但不是唯一的方法。」

依據上述課程標準編訂的牛津科學編序式教學計劃的各個教學模組中，自然涵蓋很多 STS 教材。

參考單元 U 6.9 — 計算物價- 物質經濟學 (Counting the cost -The economics of materials) :

U 6.9 計算物價 (counting the cost)



石灰石的使用(英國)

路基和混凝土材料	80%
水泥	11%
鋼鐵	3%
農業	2%
塗粉及填充物	1.5%
玻璃製造	1%
其他化學上的用途	1.5%

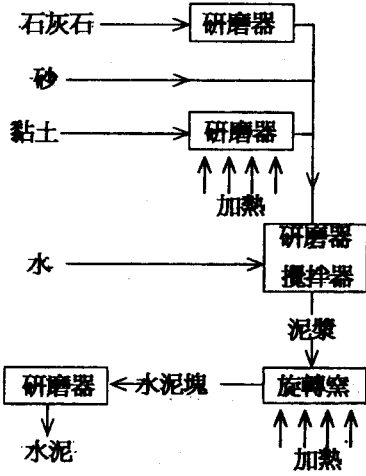
英國全國石灰石的產量
每年 10 億噸

如同經濟材料，物質有其環境上的價格，混凝土是其中一個例子。石灰石必須被挖出來製造水泥。石灰石也被用作混凝

土材料的切削。上面的照片顯示石灰石的挖掘。

在這頁，有一些有關水泥的製造和石灰石使用的資訊。利用這些資訊可以幫助你回答下列問題：

1. 製造水泥需要哪些未加工的原料？
2. 這些未加工的原料來自何處？
3. 為什麼這個過程需要燃料？
4. 水泥製造過程如何引起環境上的破壞？
5. 在英國，石灰石主要的用途為何？
6. 在英國，每年有多少噸石灰石備用於製造水泥的原料？
7. 為什麼混凝土的強度要比水泥來得強？
8. 舉出兩種可用來代替水泥凝固的材料，而這些材料的製造可能不造成環境上的破壞嗎？



水泥製造過程

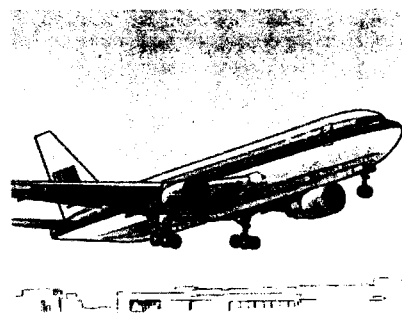
問題的選項

鋁 (aluminium)	銅 (copper)
陶瓷 (ceramic)	玻璃 (glass)
混凝土 (concrete)	木材 (wood)

請看上表所列出的物質：

9. 你認為每種材料的主要物理與化學性質為何？
10. 哪些材料適應用在你的家和學校？每種材料適應用在何處？而且為什麼你覺得它會被選擇使用？

飛行材料：



11.看看你是否能選擇兩種替代品來代替上表所列出的材料？（你已在前面混凝土部份作過類似的事了）

12.你認為哪一種事對環境最無害的建築材料？為什麼？

13.有種材料可能對某種工作而言有理想的物理和化學性質，但它仍然不被選擇，為什麼？

纖維價值：

許多複合材料用纖維來增強。下表列出了某些纖維的價值。

14.哪一種事最貴的纖維？

15.哪種纖維並不是真的適合作複合材料的加強？

16.你覺得為什麼某些纖維會比其它的貴上許多？

17.100 公斤重的碳纖維價值多少？

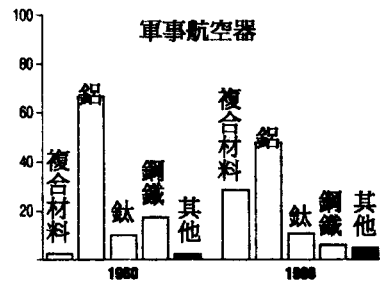
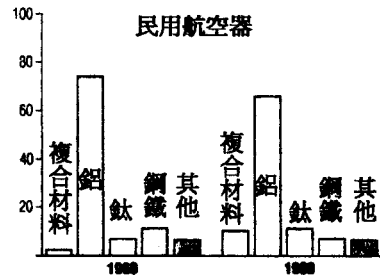
18.碳纖維加強的塑膠被用於一般小的製品，例如網球拍，但卻無法應用於一些大的建築，例如橋樑。為什麼？

纖維種類	每公斤值多少英鎊
E-玻璃(玻璃纖維)	1
S-玻璃(強化玻璃)	15
石墨(碳)	250
耐綸	15
硼	400

下列圖表顯示在三十年間飛行器的不同製造材料比例的改變。

19.民用航空器可由圖表顯示有什麼傾向？

20. 民用和軍用航空器可由圖表顯示有何不同？你能提供它們之間差異的理由嗎？



結語

課程在本質上是個極其複雜的概念，因此課程學者的主張也各有所偏，有的注重學科的結構，有的強調學生活動和教學環境，也有重視經世濟用者。然而無論課程概念如何複雜，學生的興趣與需要、學科的專門知識、社會發展的需求，應都是選擇及組織課程內容的考慮因素。牛津科學編序式教學計劃在課程內容的選擇及組織上，確實掌握了這些因素。

牛津科學編序式教學計劃全部的模組內容包含了物質科學、物理學、生命科學、地球科學、環境科學等五大領域，內容涵蓋極廣。此種類型的教材，在我國現行的聯考制度下，似乎很難推展，然就本文所分析探討有關化學部分的兩個模組看來，仍有很多可供借鏡之處。

在我國現行的課程架構上，有關物質科學課程與教材的編訂，牛津科學編序式教學計劃的下列三項特點很值得參考應用：

- 一.以學科概念、科學方法、科學態度為課程主軸，編寫生動活潑、彩印精美的模組化教材。
- 二.屬於各學科知識中的生活化教材及社會議題，編入模組化教材中，使其蘊含 STS 的理念。
- 三.以有機化學作為生活化的主要教材並提前學習。

參考資料

1. Oxford University Press , Oxford Science Program , 1993 , Oxford University .
- 2.魏明通，民 83 ，各國 STS 課程教材評介(一) — 英國 SIS 及 SISCON 計劃，台北師大科教中心，台北。
- 3.魏明通，民 83 ，各國 STS 課程教材評介(二) — 英國 SATIS 計劃，台北師大科教中心，台北。

- 4.方泰山等，民 79，英國國定自然科學課程的架構與評估計劃—物質科學部分，台北師大科教中心，台北。

【附錄一：模組 R 與模組 U 目次】

模組 R：物質與模式(Materials and models)

R1.1 概念的分類(Sorting out ideas)

原子與週期表的概念(Ideas about atoms and the periodic table)

R1.2 尋求模型(Looking for patterns)

元素的分類(Classifying the elements)

R1.3 化學模型(Cheical patterns)

由性質尋求模型(Looking for patterns in properties)

R1.4 原子的概念(Atomic ideas)

原子觀念的形成(How ideas about atoms have developed)

R1.5 電子與殼層(Electrons and shells)

探究原子與元素(A closer look at atoms and elements)

R1.6 管柱與顏色(Columns and colours)

更多的模型與性質(More patterns and properties)

R2.1 結合(Joining up)

化合物、鍵和電力(Compounds,bonds,and electric forces)

R2.2 氯的反應(Chlorine reactions)

從氯中尋求模型(Looking for patterns in the chlorides)

R2.3 鍵結的解釋(Explaining bonds)

共價鍵與離子鍵(Covalent and ionic bonding)

R2.4 鍵的形成與破壞(Joining and breaking)

分子與大分子(Molecules and macromolecules)**R2.5 化合與反應式(Combinations and equations)****價數的計算(Calculating with valencies)****R2.6 活動中的鍵(Bonds in action)****運用鍵的概念(Using ideas about bonds)****R3.1 更多概念的分類(Sorting more ideas)****熔點、沸點、離子和鍵(Melting,boiling,ions,and bonds)****R3.2 狀態變化(Changing state)****固體、液體和氣體中的粒子(Particles in solids,liquids,and gases)****R3.3 溶劑與溶液(Solvents and solutions)****溶解與沈澱(Dissolving and precipitating)****R3.4 更多的活動鍵(More bonds in action)****清潔劑和更多的鍵結效應(Detergents and more bonding effects)****R3.5 溶液與金屬(Solutions and metals)****溶解、鹽和金屬(Dissolving,salts,and metals)****R4.1 算出來(Work it out)****原子量和分子量的計算(Calculating with atomic and molecular masses)****R4.2 比例和問題(Percentages and problems)****更多 RAM 與 RMM 的計算(More RAM and RMM calculations)****R4.3 使用化學計算(Using chemical calculations)****預估和探討(Predicting and investigating)****R5.1 氧化與還原(Oxidation and reduction)****還原反應和電子傳遞(Redox reactions and electron transfer)****R5.2 電子與電池(Electrons and cells)****電化學效應(Some electrochemical effects)****R5.3 電化學分析的研究(Looking into electrolysis)****經由溶液的電流(Currents through solutions)**

R5.4 更多的電化學分析(More about electrolysis)**更多的預測和研究(More predictions and investigations)****R5.5 腐蝕(Corrosion)****金屬的腐蝕(Metals under attack)****R6.1 反應和速率(Reactions and rates)****反應速率的探討(Investigating rate of reaction)****R6.2 反應因素(Reaction factors)****影響反應速率的因素(Some factors affecting rate of reaction)****R6.3 更多的反應因素(More reaction factors)****顆粒大小和催化劑的反應(The effects of particle size and catalysts)****模組 U：製造與使用物質(Making and using materials)****U1.1 物體和粒子(Matter and particles)****固相、液相和氣相的粒子(Particles in solid, liquid, and gases)****U1.2 氣體壓力和體積的關係(Gas pressure and volume)****密閉氣體的行為(The behaviour of trapped gases)****U1.3 氣體體積和溫度關係(Gas volume and temperature)****氣體的擴張與凝聚(Gases expanding and contracting)****U1.4 氣體定律的研究(Looking into gas laws)****壓力、體積和溫度的進一步探討(More on pressure, volume, and temperature)****U2.1 石油及其產品(Oil and its products)****原油中有用的物質(Useful substances from crude oil)****U2.2 石油的精煉(Refining oil)****分餾原油(Separating crude oil into its fractions)****U2.3 符合其需要(Meeting the demand)****從石油中分離和加入新分子(Splitting and joining molecules from oil)**

U2.4 高分子(Polymers)**鏈狀的分子(Chain-like molecules)****U2.5 有關更多高分子的介紹(More about polymers)****製造和模組高分子(Making and modelling polymers)****U2.6 過程及問題(Processes and problems)****高分子的生成和使用(Forming and using polymers)****U3.1 肥料和氮(Fertilizers and nitrogen)****土壤和氮循環 (Soil and the nitrogen cycle)****U3.2 氨的製造與使用(Making and using ammonia)****哈柏法的重要性(The importance of the Haber process)****U3.3 更多有關肥料的資料(More about fertilizers)****工業製造的肥料(Fertilizers from the factory)****U4.1 食鹽(Common salt)****萃取和分離氧化鈉(Extracting and splitting sodium chloride)****U4.2 鹼氯工業(The chlor-alkali)****鹽類中有用的化學物質(Useful chemicals from salt)****U4.3 溶液與問題(Solutions and problems)****鹽與鹼氯工業(More on salt and the chlor-alkali industry)****U5.1 材料的探討(Looking at materials)****分類、選擇與使用(Grouping, choosing, and using)****U5.2 適合用途(Fit for the job)****選擇、延伸與壓縮(Selecting, stretching, and compressing)****U5.3 窗框(In the frame)****調查窗框的物質(Looking into materials for window frames)****U6.1 混合物的探討(Looking at mixtures)****將顆粒(物質)混合(Mixing particles together)****U6.2 分散系的探討(More about disperse systems)**

溶膠、凝膠、泡沫和乳狀液(Sols, gels, foams, and emulsions)

U6.3 調製乳狀液(Making emulsions)

乳化劑的探討(Investgating emulsifying agents)

U6.4 從酸到鹽(From sour to salt

酸、鹼和鹽(Acids, alkali, and salts)

U6.5 從日落到傳播(From sunsets to spread)

一些分散系和清潔劑(Some disperse systems and detergents)

U6.6 混合物(Mixed materials)

一些混合物及其用途(Some composites and their uses)

U6.7 混凝土的探討(Looking into concrete)

混合、強度與強化(Mixture, strength, and reinforcement)

U6.8 更多的混合物(More composites)

薄片、纖維和織物(Sheets, fibres, and fabrics)

U6.9 計算物價(Counting the cost)

物質經濟學 (The economics of materials)

STS 課程的研究

—英、日、美三國在STS課程表現之比較

102-118

【內容大綱】

為什麼需要STS的課程？

什麼是STS課程？

STS在各先進國家施行的情形如何？成效如何？

如何引入STS課程？

結語

參考資料

指導教授：方泰山教授

彭旭明教授

研究教師：曹淇峰教師

STS 課程的研究

一英、日、美三國在 STS 課程表現之比較

台北市立明倫高中 曹淇峰

為什麼需要 STS 的課程？

時空環境的改變：科學的進步及科技的發展固然改善了人類的生活，增進了全球的福祉，然而也由於人們的不當使用（譬如核武、化學藥劑等），給人們造成莫大的劫難，有鑑於此，科學家、教育學者們紛紛呼籲，該從社會的內涵層面重新定位科學、科技的研究發展，並審慎思考科學、科技對社會造成的衝擊及他們三者之間交互作用的關係，因而大力倡導科學、技學、社會教育（STS）。（蘇宏仁，民 86）。

未來社會的需要：在民主時代中，社會上許多事物都取決於公投民意，像最近頗受爭議的台中拜耳投資案、貢寮核四建廠案，因而教育目標也特別強調要培養出具有「具有科學素養的現代公民」。美國科學教師協會(NSTA,1991)把 STS 定義為在人類經驗範疇內的科學教學。而中小學 STS 的總目標，乃在培養未來公民當面對 STS 議題時，便具備此問題的知識、技能及情意三方面的素養，以負責任的態度，做出明智的抉擇，並採取適切行動。因此，現在及將來的 STS 教育，都將強調這些能力的培養。

改進傳統科學教學缺失：傳統的科學教育引發許多問題，如學生不喜歡科學、學生無法應用所學的概念於新的情境中、學校教學未能考慮學生的想法、教學內容與生活脫節...等，是不是正發生在我們的教育中呢？傳統科學教學著重知識的獲得，使用的是與覺知有關的教學活動，而 STS 教育著重在指導學生面對 STS 議題時，能做出明智的抉擇，以達到科學概念、科學方法、與科學態度三位一體的科學教育。

通識教育的新大道：為了使學生能處理身邊的問題，多年來，課程專家試過將各學科統整成爲合科，但其效果不彰。STS 教學與傳統教學有明顯不同（表一）。經由 STS 互動產生的問題一定連結於環境、文化及其他學科。透過解決這些問題，各學科的智能及技能自然會在學習者的心智結構中統整爲網狀組織，達到合科學習的目標，（王澄霞，民 84），爲我國通識教育開一條新大道。

表一：STS 與傳統教學之比較

STS 的教學	一般標準化的教學
● 以個人生活或當時當地事物，為人所關切的問題入手來學習	● 探討教科書中所陳述的主要概念及問題
● 以當時當地資源協助處理問題	● 依教科書所陳列之設備及設計，運用實驗室內設備完成之
● 學生蒐集資訊以解決問題	● 學生被動地吸收由教科書及教師提供的資訊
● 以學生個人好奇及關切之事物為學習重點	● 以教師所提示要學生學習的內容為重點
● 不會把科學內容當成紙上記載且要學生精熟的材料	● 認為科學是教科書及教師講演的資訊
● 不刻意強調過程技能，而是在實作中自然學會	● 刻意強調一步步過程技能，但實際解決問題時卻用不出來
● 把科學自然地運用於一般行業，不僅限於科學研究、工程、醫學等自然科學	● 很少把科學與一般行業關連，常認為科學是已故科學家累積的貢獻
● 當學生從事於解決他們關切的問題時，無形中體認到他們對社會的一個責任	● 學生關切教師與教科書所提示的問題與科學內容
● 學生能體認到在各種場合中，科學扮演的角色	● 學生認為科學是學校所安排的課程之一部份
● 科學是一種經驗，學生受到鼓勵去享用	● 科學是一種資訊的實體，學生被期望去認知
● 學習著重在「未來可能...」	● 學習在於知道「過去知道的...」

本表摘自（陳文典，民 86）

什麼是 S T S 課程？

以英國的牛津大學出版部 (Oxford University Press) 於 1994 年出版的行動科學 (action science) 系列中的化學變化模組為例。參見附錄。

此系列每一個 S T S 模組教材都有四種不同頁型，可以有不同的使用方式。

第一頁(本文第 9、10 頁)為視覺刺激，主要為引起興趣、促進思考、並引發學生對周圍環境的注意。在這部分，有許多在我們周遭環境的精美相片或漫畫，讓學生發現圖片中的變化為何？能量變化如何？變化是不是可逆的？是物理變化還是化學變化呢？腦力激盪一下，還有那些反應是發生在我們每天的生活之中呢？

第二頁(本文第 11、12 頁)為化學知識之資料庫，並將本模組的活動所需的基本知識加以介紹，並將其摘要在右上方的方框中。學生必須精熟這些化學知識，才能解決後續活動中的問題。

第三頁(本文第 13、14 頁)為閱讀資料，多半是些引人入勝的短文，討論與本單元最相關的議題，學生可以從閱讀中了解所學的科學如何應用在生活中，並學習做價值判斷，且在最後的活動中，可以測試學生的學習情況。

第四頁(本文第 15、16 頁)為問題與活動，形式非常多元，如(A)蒐集有關化學反應的資料、(B)繪製重要化學物質的蘊藏圖、(C)化學反應的分類、(D)酒類飲料麵包的製造研究、(E)建立自己的化學反應資料庫、用卡紙自製一微觀的反應動畫等。

另外於模組之後，還有化合物的資料庫，詳列出常見化合物的性質供學生查詢，作為活動所需之價值判斷依據，不再強調片段化學知識的記憶。

此類 S T S 教材含有較多的學科知識，屬於將學科知識生活化的教材，著重學科知識的深度，但也要求學生重視社會議題。另有一類的 S T S 教材著重於全球社會議題的討論，常需要其他學科知識的配合，社會議題影響層面的多，因而著重知識的廣度，國內開發的模組如溫室效應（王澄霞、林梅芬，民 83）、臭氧層破洞（王澄霞、劉奕昇，民 83）即是。

STS在各先進國家施行的情形如何？成效如何？

表二將英國（魏明通，民 83a、民 83b）、日本（魏明通，民 83c）、美國（余曉清，民 83；邱美虹，民 83）的STS發展與成效作一比較。

表二、先進國家實施STS課程的比較

國家	英國	日本	美國
主要單位	英國科學教育協會(ASE)	文部省	NSF、NSTA、NSB
發展	<ul style="list-style-type: none"> ● 1975 開始研究 ● 1981 社會中的科學(SIS) ● 1983 社會脈絡中的科學(SISCON) ● 1984 社會中的科學與技術(SATIS) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1989 頒佈小學、中學校、高等學校學習指導要領 ● 1992 分階段實施 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1977 Project Synthesis(NSF) ● 1982 STS (NSTA) ● 1983 STS(NSB) ● 1985 ChemCON
適用對象	<ul style="list-style-type: none"> ● SIS...高三、大一 ● SISCON...高三、大一 ● SATIS 8~14...8~14 歲 ● SATIS 14~16...14~16 歲 ● SATIS 16~19...16~19 歲 	初中 高中	九年級、十年級 另一年STS課程上大學為選修，不上大學者必修(NSB)
現行方式	SIS 有五十多所學校以通識課程方式使用；SISCON(ASE版)每週2小時，一年課程；SATIS 每一階段均有一百多個模組，每個模組大約2小時	學習指導要領中雖未標榜STS，但所列之教材內容中有多處STS教育有關的敘述	各州不一，最初多配合原課程插入STS專題方式，1993以後的教材漸多以STS為主幹
特色	<ul style="list-style-type: none"> ● 重視科學與生活的相關關係 ● 導入引起爭議性的議題 ● 多樣而彈性的教學方法 	<ul style="list-style-type: none"> ● 主要有能源、科技與生活、及環境保護三類 ● 融入現行課程中 	<ul style="list-style-type: none"> ● 考慮社會議題 ● 重視科學與生活環境相關 ● 培養學生價值判斷力及解決問題與做決策的能力
成效	初步結果令人滿意 進一步評鑑進行中	多數教師認為有推行價值，但須在將STS列入考試科目及教材資料齊全時方可行	至1990年為止，已有2000個學院的STS課程，100個內部訓練計畫，數千個高中採用STS教學
借鏡	<ul style="list-style-type: none"> ● 彈性的模組教材值得效法 ● 強調科學概念、科學方法、科學態度三位一體的科學教育為通識教育開一條新大道 	<ul style="list-style-type: none"> ● 妨礙教學的因素如：教學時間不足、缺少資料及計畫、忙於其他任務...等值得注意 	<ul style="list-style-type: none"> ● STS課程隨社會議題而改變，師資的培訓是成功的關鍵因素

茲說明如下：

S T S 運動始於英國，而在美國將其列為教育基本方針後，成為教育的主流後，引起各國跟進的熱潮。至於主要的推動單位，在歐美，多為教育團體，日本與我相近，為中央的文部省。

開發 S T S 課程的過程，英國先推出的是高三至大一程度的教材，如「社會中的科學」(Science in Society 簡稱 SIS) 與「社會脈絡中的科學」(Science in a Social Context 簡稱 SISCON)，再出版更年輕學生適用的「社會中的科學與技術」(Science and Technology in Society 簡稱 SATIS)。美國則因各州和各學區而有不同的版本，此外，其民間出版社書商的激烈競爭，也是改革效率提高的重要因素之一。而日本則沒有 S T S 教育的學科名稱，而是將有關 S T S 的教材分散在學習指導要領中。

S T S 課程在各國多年的倡導、推展、施行及演進，成效有優點，也有缺點。研究報告顯示，S T S 課程訓練下的學生，在應用能力、創造力、態度、科學過程技能、科學概念及世界觀等六方面的表現，都要比傳統課程的學生佳。老師與學生有機會選擇符合興趣或認為重要的問題加以研究，學生各成為議題的組織者，使學校的科學課程更具有關切性，也更有意義。

S T S 課程也遭受許多的批評，如沒有明確的定義可使人易於理解其內涵。課程缺乏固定的架構，使教師憂心其內容不易掌控，有些又有時間的限制性，很快會淪為過時。評量方式與教師所應扮演的角色，令教師感到迷惑。且許多科學教師缺乏哲學及社會層面的知識，許多社會科教師缺乏科學知識，目前多數教師研究僅止於自己所學的領域上，各科間少有共同工作，共同研究之機會，將使其教學不易推動。

日本的調查研究顯示，S T S 教育在學校實施的妨害因素主要有：教學時間不足(45%)、缺少資料及計畫(42%)、忙於其他任務(39%)、沒有在課程標準裡(30%)、教師能力的不足(29%)、沒有教師進修的機會(29%)、無用於入學考試(21%)、難以評量學生的成就(14%)、缺少行政與公眾的支持(13%)、經費不足(10%)等困難點，我國教育制度與日本相近，值得我們注意。

如何引入STS課程?

將STS課程引入現行的學校課程中，以下列三種形式較可行，但各有其優缺點。表三列出這三種策略的比較。(蘇宏仁，民85)

表三、引入STS課程較可行的三種方式之比較

方式	優點	缺點
選擇些小單元或小主題插入一般課程中	<ul style="list-style-type: none"> ● 強化現行課程的整體性及凝聚性，容易被視為既定課程而接受之 	<ul style="list-style-type: none"> ● 難以抉擇該捨棄那些已有的單元，以容納STS課程 ● 無法對一些重要的議題做深入的探討，而只能做膚淺的、片段的介紹
延伸現有的課程單元，開發新的模組，以供數星期或數月的教學使用	<ul style="list-style-type: none"> ● 有機會對STS進行深入的研究 ● 對STS課程的呈現較有彈性空間 	<ul style="list-style-type: none"> ● 當教學時間不敷使用時，STS可能只觸及皮毛，甚至棄而不談
創立一學期或一學年的全新課程，常標榜科際整合、合科課程等	<ul style="list-style-type: none"> ● 有機會發展一套有深度、內涵且完整的STS課程，可充分探討科學、技學、與社會三者間的複雜關係 ● 使此方面的研究更具適法性 	<ul style="list-style-type: none"> ● 課程須小心設計，否則學生在傳統課程中學習科學概念、技能、價值觀的時間與機會將會被剝奪。 ● 跨科目抽取一些內容，而共同建構一新課程，經濟因素亦須考量

就目前的教育環境，如欲引入STS課程，在我國初步宜先以前二種方式，或以專題方式試行一段時間，以了解STS課程在我國施行可能面臨之問題與困難，加以改進後，在於新課程綱要或標準施行時，以第三種方式大量採行STS教材，並期望能未我國科學教育注入新的活力。



近年來，我國的科學課程在的變化不大，而世界趨勢卻是瞬息萬變，過去傳統科學教育確實為我國培養不少的人才，但也有不少為人詬病的缺失，現在正是我們邁開步伐，迎向新挑戰的契機，STS正提供我們一種新的角度來看科學，來教科學，在先進諸國施行多年後，仍大力推行STS課程之際，我們是否也該加快改革的腳步，讓我們新的一代成為具有科學素養的現代公民。

施行STS課程之初期，必定會遭遇許多的困難，如日本的調查中所顯示的，教師可能是最大的障礙，成功的關鍵可能就在人的問題上。如何培養具有STS教學能力的科學教師，或如何將現行科學教師之人力資源予以整合，或提供教師進修的機會，以利進行STS的課程活動等與人相關的問題，將會比如何編輯STS資料或評量等教材問題來的困難。

推行雖不易，但有了先進國家的經驗與成效良好，加上STS能使學生統整所學的科學知識與概念，加上自己的分析判斷，將其應用於社會之上，活用於生活之中，相當值得推廣。但值得注意的是，STS也是建立在各科學學科之上，因此，不是說有了STS就不用科學課程了，而是在此基礎之上，在面對社會議題或生活問題時，予以融會貫通加以活用。



王澄霞 (民 83) 開發溫室效應STS單元，中華民國第十屆科學教育研討會論文彙編. 37-68。

王澄霞 (民 83) 臭氧層破洞STS單元：大二學生，中華民國第十屆科學教育研討會論文彙編. 1-35。

王澄霞 (民 84) STS活動中的學與教，科學教育學刊. 第三卷第一期, 115-137。

邱美虹 (民 83) 科學課程革新—評介 Project 2061, SS&C, 和 STS 理念，科學教育月刊. 174, 2-14。

余曉清 (民 83a) 各國 STS 課程教材評介(四)—美國的科學—技術—社會 (STS) 教育, 科學教育月刊. 171, 12-17。

陳文典 (民 86) STS 教師所需之專業準備, 科學教育學刊. 第五卷第二期, 167-189。

魏明通 (民 83a) 各國 STS 課程教材評介(一)—英國 S I S 及 S I S C O N 計畫, 科學教育月刊. 168, 2-9。

魏明通 (民 83b) 各國 STS 課程教材評介(二)—英國 S A T I S 計畫, 科學教育月刊. 169, 12-19。

魏明通 (民 83c) 各國 STS 課程教材評介(三)—日本的科學—技術—社會 (STS) 教育, 科學教育月刊. 170, 11-22。

蘇宏仁 (民 86) 美國科學教育的改革—回顧、前瞻與借鏡, 科學教育月刊. 200, 2-11。

蘇宏仁 (民 85) 科教課程模式—科學、技學、社會 (STS) 之研究探討, 科學教育月刊. 190, 2-12。

Alan Jarvis(1994)Action Science : chemical change, Oxford University Press, Oxford.

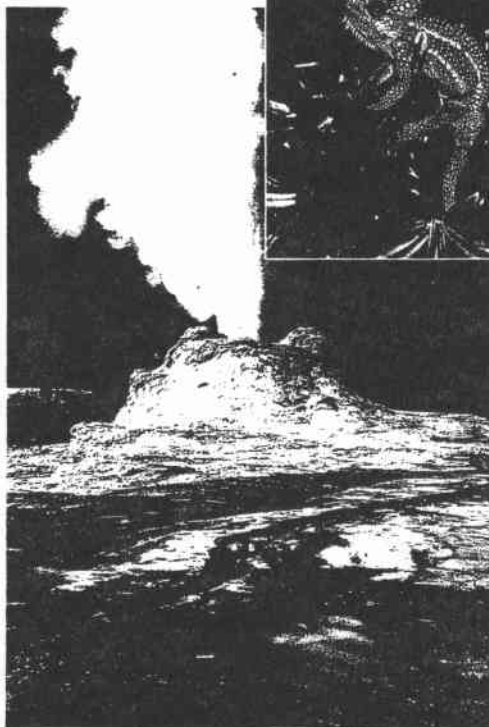
National Science Teachers Association (1991) Science/Technology/Society :A new effort for providing appropriate science for all. A position statement.

附錄：

What's new?

Some substances seem to stay the same forever – others change. Melting, boiling and dissolving are all examples of **physical** changes. In these, adding or taking away energy simply rearranges the particles of a substance.

Chemical changes always produce new substances. The starting materials disappear and are replaced by entirely new substances with their own properties. Unlike physical changes, chemical changes are hard to reverse.



A Divide the photographs into two groups. Decide which show physical changes and which show chemical changes. Make an accurate record of what changes you think are happening in each photograph. Draw up a table to show where:

- new substances are being formed;
- energy changes are taking place;
- the changes can easily be reversed;
- chemical changes are taking place; or
- physical changes are occurring.

B Imagine you could see particles with the naked eye. Discuss with a friend what is happening in two of the physical changes. Draw accurate particle diagrams of what you think is going on.

C Talk about two of the chemical changes. For one of them identify and write down:

- the reactants and products;
- the formulae of each substance;
- a word or symbol equation which describes the change.



● Visual stimulus

On the reaction trail

Look around you! You can often see evidence of change. Reactions occur everywhere, but you have to train yourself to spot what is going on. Sometimes the evidence suggests that change has already taken place.

Work in teams and look carefully at each part of the drawing in turn; use the surrounding key words to help your thinking. Discuss what chemical changes are going on.

•Respiration •Fermentation •Corrosion •Combustion •Mixture •Pure •Endothermic
 •Exothermic •Strong •Bonds •Stable •Rate •Catalyst •Slow •Fast •Base •Acid •Particles •Element
 •Photosynthesis •Salt •Alcohol •CO₂ •Fuel •Rock •Water •Oxygen •Plant •Fibre •Plastic •Metal
 •Ceramic •Petrol •Iron •Yeast •Reaction •Formula •Equation •Products •Reactants

A What chemical changes can you spot happening in the picture? Make a list of these. Brainstorm some other chemical changes that occur in everyday life and add these to your list.

B Share out the key words which surround the illustration among the class. Make Factfile boxes around the words. Then organize them to make a wall display.

C Discuss each chemical change in more detail. Draw up a table of facts about the changes. Use some of these headings to get you started.

- | | |
|------------------|-----------------------|
| ● Reaction | ● Reactants |
| ● Products | ● Reaction conditions |
| ● Energy changes | ● Speed of reaction |

D What evidence is there in the illustration that some chemical changes have already taken place? Make a list of your observations.



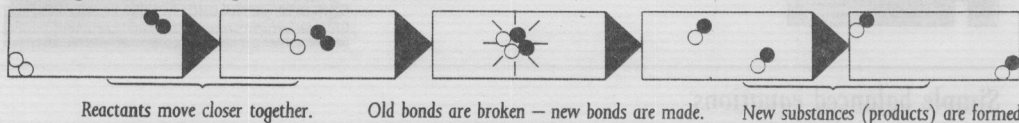
1 Simple chemical reactions

Key facts: simple chemical reactions

- People use chemical changes to convert raw materials into new substances.
- Chemical changes always involve either the input or release of energy.
- Substances which are present at the start of a reaction are called reactants.
- Substances which are left at the end of a reaction are called products.
- Some reactions occur by themselves, others need an input of energy to make them start.
- Chemical changes are usually difficult to reverse.
- Rocks, plants, sea water, air and living things are all rich sources of raw materials.
- The different sorts of chemical change can be classified according to what happens in them.

Chemical changes

Chemical changes (**reactions**) produce new chemical substances. During a reaction an input of energy helps to break apart the particles in the reactants. Energy is released when the particles are re-combined and rearranged to make the products of the reaction.



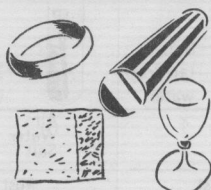
Raw materials

Many useful substances occur in nature. Raw materials from a variety of sources can be converted into new and useful products by chemical changes.

Coal can be burnt to make heat. It also contains a variety of useful raw materials. Chemical changes convert these into soap, dyes, perfumes, paint, and a range of other chemical products.



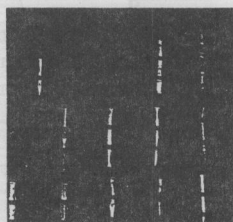
Rocks and minerals from the Earth are a rich source of raw materials. Many metals can be extracted from ores found in rock. Rocks and minerals also provide other useful materials such as lime, ceramics, and sand.



Air might not seem very useful. However, it provides oxygen for you to breathe. Oxygen, argon, nitrogen and carbon dioxide can also be separated from air by cooling it down.



Crude oil is a mixture of very useful chemicals. These are separated in an oil refinery. Some can be used as they are. Others are chemically changed into new products such as plastics, paints, and drugs.

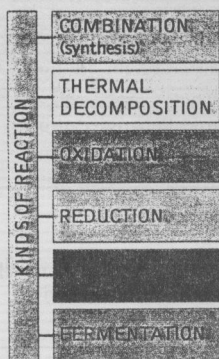


6 Factfile



Patterns in chemical reactions

There are millions of different chemical reactions. Chemists like to group together (classify) reactions which have similar changes taking place within them.



Reactions in which a single substance breaks up when heated into two or more new substances.
 $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 Calcium carbonate produces calcium oxide and carbon dioxide.

Reactions in which two substances (sometimes more) combine to make a single new substance:
 $2\text{Mg}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{MgO}(\text{s})$
 Magnesium plus oxygen produces magnesium oxide.

Reduction and oxidation are often called simultaneous reactions. Substances lose oxygen or electrons in oxidation reactions. Substances gain oxygen or electrons in reduction reactions. Copper oxide is reduced to copper metal and oxygen gas is produced. Copper is oxidised to copper oxide and oxygen is reduced.

Reactions in which glucose is converted into ethanol and carbon dioxide by the natural catalyst called yeast.
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$
 Glucose ferments into ethanol and carbon dioxide.

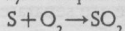
Simple balanced equations

● A chemical equation tells you more about the substances which take part in the reaction. Equations may be written in words or symbols.

Word equation

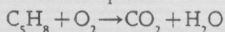
Sulphur plus oxygen produces sulphur dioxide.

Symbol equation

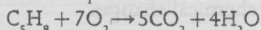


● A balanced equation is written in symbols and always has the same number of atoms of each element on both sides of the equation.

Unbalanced equation

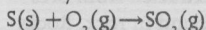


Balanced equation



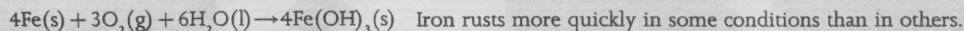
● State symbols show whether a substance is solid (s) liquid (l) gas (g) dissolved in water (aq)






State symbols are used in equations.



Rusting – a simple but unwanted reaction!

Most metals corrode when left in the atmosphere. Rusting is the special name given to the corrosion of iron. This occurs when iron is left in moist air. The presence in the air of dissolved ions such as those in salt seem to speed up rusting.



Constants: Room temperature					Kind of nail		Time
					Air	Water	Salt
x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
x	x	✓	✓	✓	x	x	x
x	x	x	x	x	✓	✓	✓
No rust	No rust	No rust	Rust	Rust			



Testing, testing!

Rajinda and Paul work for BAL (Bedton Analytical Laboratories). They have worked there since they left school. They applied for the job because they liked chemistry at school. They really put their knowledge of science to good use.

Many firms and organizations send substances to BAL for testing, so that they can find out what the substances are. BAL answers each query quickly and sends a written report.

When a substance comes in for identification it is given a number of chemical tests. Each one gives a clue to its identity. A single test is usually not good enough as it does not provide enough facts to identify the substance. A number of tests give more information and help pinpoint its correct identity.

Most, but not all substances Rajinda and Paul test are compounds. Sometimes they use special machines to help them identify chemicals quickly and accurately. But often the substances that come in can be identified using simple chemical tests.

Tests that can be carried out

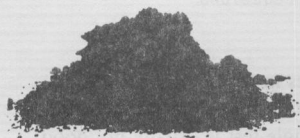
- **Appearance** Looking at a compound will often give clues about the element(s) it contains. For example, blue compounds often contain copper.
- **Analysis of physical properties** This provides information about a substance's possible structure, e.g. covalent compounds do not conduct electricity.
- **Melting point** Every substance has a unique melting point. The melting points of unknown compounds can be compared with those of compounds that have already been identified.
- **Other tests** are used when required to provide extra information.
- **Flame test** This identifies metal (positive) ions. Compounds which contain a metal ion burn in a hot bunsen flame with characteristic colours, e.g. sodium compounds burn yellow.
- **Chemical tests for negative ions** Simple chemical reactions can test to see if a compound contains chloride (Cl^-), sulphate (SO_4^{2-}), or carbonate (CO_3^{2-}) ions.
- **Solubility in water** Some compounds are soluble in water, others are not. A compound's solubility can give information as to the ions it might contain.

Bedton Analytical Laboratories		
Test	How to test/What to look for	What to look for and expect
Flame tests	Clean a nichrome wire in a hot bunsen burner flame. Dip the wire in some dilute hydrochloric acid to clean it, then add a small amount of the substance to be tested. Put the wire in the hot bunsen flame and look for any colour straight away.	<p>Potassium Sodium Calcium Copper Barium Strontium Lead</p>
Solubility tests	Put 100g of water into a clean beaker. Add a few grams of the substance. Decide whether it dissolves (soluble), only dissolves when heated (slightly soluble) or does not dissolve at all (insoluble)	<p>A compound will be soluble if it contains:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sodium ions (Na^+) • potassium ions (K^+) • nitrate ions (NO_3^-) • chloride ions – except if it is silver or lead chloride • sulphate ion – except if it is calcium, barium or lead sulphate <p>A compound will be insoluble if it contains:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oxide ions (O^{2-}) • hydroxide ions (OH^-) • carbonate ions (CO_3^{2-}) <p>(unless it contains K^+ or Na^+)</p>
Tests for negative ions (anions)	<p>Test for chloride ions (Cl^-): Dissolve a little substance in water. If water will not work use dilute nitric acid instead. Add one or two drops of dilute silver nitrate solution.</p> <p>Test for sulphate ions (SO_4^{2-}): Dissolve a little substance in water. If water will not work use dilute hydrochloric acid instead. Add one or two drops of barium chloride solution.</p> <p>Test for carbonate ions (CO_3^{2-}): Add one or two drops of dilute hydrochloric acid to the substance. If a gas is produced, bubble it through lime water and look to see what happens.</p>	<p>"Chloride" – silver nitrate solution</p> <p>"Sulphate" – barium chloride solution</p> <p>"Carbonate" – dilute hydrochloric acid</p>

All in a day's work!

One day Rajinda and Paul were asked to test a number of unlabelled bottles which had come in from Bedton school. They had to be identified before they could be safely disposed of.





1 Rajinda looked at the first compound. She knew only three substances which were black. Tests showed that it did not conduct electricity and had a very high melting point. When she did the flame test it gave a blue colour. Rajinda tried a test of her own: when hydrogen was passed over the heated compound a pink powder was formed.

2 Paul's first substance looked trickier. He tested its melting point: 419 K (146 °C). When he heated the substance strongly it liquified and turned brown. It was very soluble in water. Paul thought it contained covalent molecules. One of his testing machines told him it contained carbon, hydrogen and oxygen.



3 These crystals easily dissolved in water forming an alkaline solution (pH 10+). Rajinda found that the flame test gave a yellow colour. The crystals gave off water when heated but the white solid which formed seemed stable to further heating. This basic compound reacted with hydrochloric acid to produce carbon dioxide gas.

4 Yet another white compound. Paul quickly found out that it was insoluble and had a very high melting point. He deduced that it must be ionic and probably contained a group II metal. Its flame colour was a bright crimson. The compound dissolved in dilute hydrochloric acid. Adding barium chloride solution to this gave a white precipitate.



5 Rajinda looked forward to testing these beautiful crystals. She knew that brightly-coloured compounds usually contain a transition metal. The crystals were very soluble in water and decomposed on heating, producing water and a blue powder. A white precipitate formed when dilute silver nitrate was added to a solution of the compound.

6 The last substance was obviously very different. Its appearance indicated that it was a metal. But which one? Paul tested it and found that it was not magnetic. He took a small piece and it burnt fiercely in air. It seemed to combine with oxygen. He did another test and found that 2.4 g of this material burnt to give 4.0 g of a white ash.



Use the information on these pages, the Factfile, the Chemical Database (pages 52 and 53) and your knowledge of science to answer the following questions.

A Analyse the information provided by each of the six tests that Paul and Rajinda carried out. Write a report which correctly identifies each substance and includes good reasons for this choice. In each case suggest one more test that Rajinda or Paul could do to provide more good evidence.

B Give examples from Rajinda and Paul's work off a:

- combination or synthesis reaction;

- thermal decomposition reaction;
- REDOX (reduction and oxidation) reaction;
- neutralization reaction.

C Write balanced word or symbol equations for the tests and reactions that Rajinda and Paul carried out.

D What tests could you carry out on the following substances to confirm their identity?

- Potassium chloride
- Lead carbonate
- Copper sulphate
- Naphthalene (moth balls)
- Sulphuric acid
- Rust (iron oxide)





Questions and activities

A Collect the labels from a range of household products and/or cuttings from magazines which show everyday chemicals being used. For each chemical decide on

- the raw materials which are used to make it;
- the kind of chemical change used to produce it.

Put your answers together in a table with these headings:

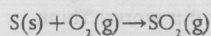
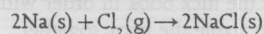
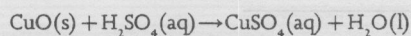
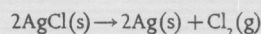
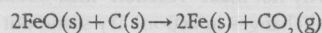
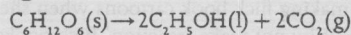
Substance	Raw materials	Chemical change needed
-----------	---------------	------------------------

B Use an atlas to help you draw a map of the world showing the major sources of these valuable raw materials. Use different colours for the different materials on your map.

- | | | |
|-----------|---------------|-------------|
| • Oil | • Coal | • Wood |
| • Sulphur | • Natural gas | • Bauxite |
| • Wheat | • Malachite | • Haematite |

Brainstorm all the useful new chemicals that can be made from these raw materials.

C Study the following reactions.



a Classify (sort) each reaction into one of the following groups:

- Combination
- Decomposition
- Oxidation
- Reduction
- Fermentation
- Neutralization

b Explain why each reaction fits into the group it does.

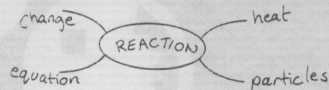
D Research how fermentation reactions are used to make beer, wine, spirits and bread. Make an interesting poster out of your findings.

E What kind of chemical change might happen when:

- a petrol (C_8H_{18}) burns in a car;
- b milk of magnesia (MgO) neutralizes stomach acid;
- c iron rusts;
- d yeast and sugar makes bread rise;
- e lead ore (PbS) is heated strongly?

Write down a balanced word or symbol equation to explain what is going on.

F Put together words which go with the one in the centre and you have a word burr! This one has been started for you. Copy it out and add some more words.



Choose some other words from this section and make some word burrs of your own. Try to connect them to make a spider diagram.

G Bert owns a small garage. He tells his customers that in the old days the best way to protect cars from rusting was to cover all the exposed parts with grease. Some people do not believe him. They think that paint, rust inhibitor, chromium plating or something else must be better. Plan an investigation to prove Bert right or wrong.

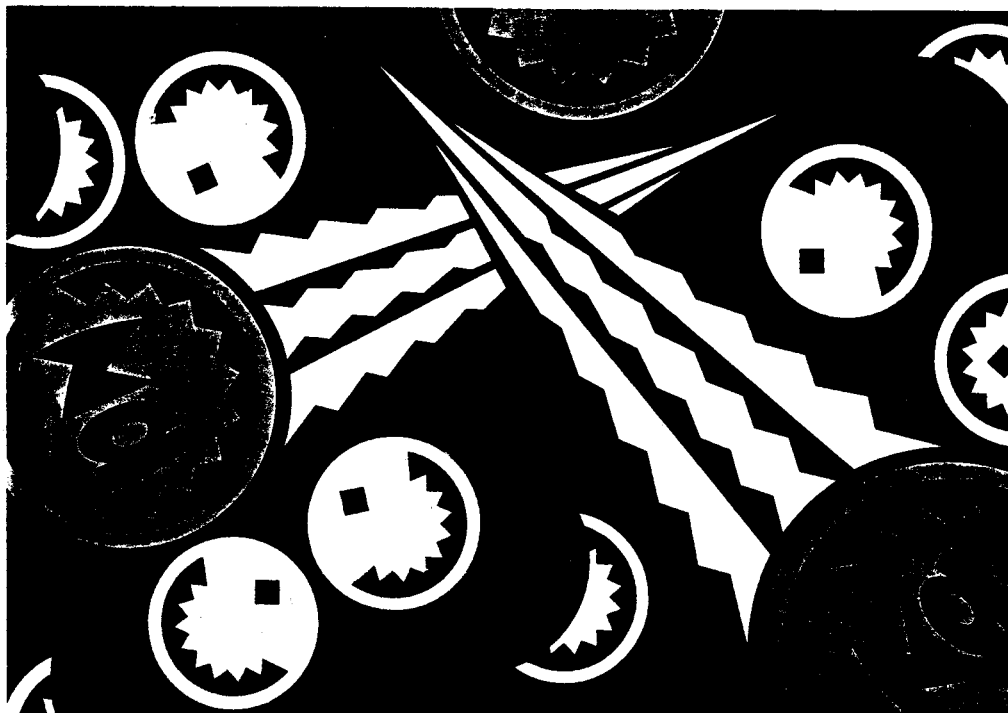
Remember to think about:

- what you will keep the same;
- what you will change;
- what you expect to see changing.

I Design and make a database for the different kinds of chemical reaction you will come across in this book. You could follow the design of the one below or make one of your own. Add to your database as you go through each section of this book.

Symbol/equation	Reaction type
Word equation	





At the flicks

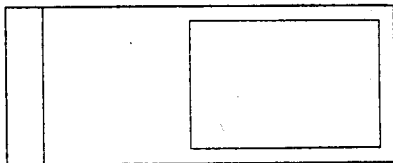
Miss Flavell, a science teacher at Bedton school, likes to get her class involved in practical activity. Some of her class were having difficulty in coming to grips with how reactants change to products in chemical reactions. What really does happen to the particles? Watching a TV cartoon gave Miss Flavell

an idea. She knew that the moving cartoon was made up of lots of individual images, flashed on the screen for just a fraction of a second. Then she remembered making flick book cartoons when she was at school. Why not make 'reaction' flick books, to show chemical changes in action? Try some out for yourself.

Rules for making your flick book

Read these carefully before you start.

1 Make 15 blank pages.



2 On pages 1 to 5 draw particle pictures of the reactants coming closer until they touch.

3 On pages 6 to 10 draw the particles in the reactants rearranging to form the products.

4 On pages 11 to 15 draw the particles in the products gradually moving further apart.

5 Arrange the pages of the flick book in order with number 1 on top. Then staple the book together.

6 Test your flick book to see if it works! Think about ways in which you could improve it. What happens if you add more pages?

Here are some ideas to get you started. Later you can think of some of your own.

- Hydrogen (H_2) and oxygen (O_2) molecules reacting to make water (H_2O) molecules.
- Nitrogen (N_2) and hydrogen (H_2) molecules reacting to make ammonia (NH_3) molecules.
- Carbon (C) reacting with iron oxide (Fe_2O_3) to form iron and carbon dioxide molecules (CO_2).
- Methane molecules (CH_4) reacting with oxygen molecules (O_2) to form water and carbon dioxide.