

國民中學化學科 單元教學輔導研習計劃簡介

吳國民 呂美芳

壹、計劃目標設定緣起：

科學教育往下紮根的工作，是近年來政府教育政策的重點之一，教育部朱部長一再強調要掃除「科學盲」，使人人重視科學方法及科學精神，破除「武斷」、「迷信」、「不切實際」、「粗心大意」……等等不科學的積習，而這種科學教育往下紮根的工作，在國民中學的自然科學課程，佔了最重大的一環。平時站在第一線教學工作的科學教師，任務非常重大，一方面，他（她）們必須要貫徹課程標準的教學目標的要求，另一方面，他（她）們又要從教學中去發掘問題，並設法解決，但是在客觀因素上，由於他（她）們所發掘的問題，無法配合縣市的教學觀摩進度與內容，因此問題依然存在；在主觀因素上，由於教師本身的素質問題，在教學方法及實驗的過程、操作方式、或許有所偏差而不自知，而影響所及，却足以造成學生在基本概念以及方法訓練上的訛誤，就中，尤以「化學科」之狀況為甚，CHEM Study 開宗明義就強調「化學」是一門「實驗的科學」（Chemistry—An Experimental Science），實驗課程實施的當否，關係化學科教學的成敗至鉅，為了使國中化學教師所遭遇的困難與疑惑能得到解決，並且為了使

化學課程中的實驗項目能達到預期的效果，本校中輔會與化學系以及辦理科學教育績效良好的台北市立金華女子國民中學的師資，共同貢獻心力，組成輔導研習研究小組，執行本計劃的各項事宜。

貳、計劃目標與計劃要點

一、計劃目標

「為發掘國民中學化學科教材上共同疑難問題及實驗上之疑難，改進教學方法達成較大教學效果」。

本（68）學年（第一年）度，選定台北市、台北縣、基隆市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣、苗栗縣、台中縣、台中市等九個縣市分成五區實施輔導研習，第二年繼續在彰化縣、雲林縣、南投縣、嘉義縣、台南縣、市、屏東縣、高雄縣、市、花蓮縣、台東縣、澎湖縣、金門縣等實施輔導研習。

二、計劃要點

1 由本校中輔會成立「國民中學化學科單元教學輔導研究小組」，以中輔會主任委員王宗樂教授為召集人，聘請師大化學系魏明通教授、呂

美芳教授、吳國民教授、及台北市立金華女子國民中學化學科教師紀恭謙、胡美蓮、郭道誠、中輔會蕭侯佳先生共八人爲小組成員，負責規劃及執行本計劃之各項事宜。

2 研究小組設計及製作調查問卷，由中輔會寄發各校，調查各校化學科教師在有關國中化學科教材、實驗及教法上遭遇到那些困難及疑惑。

3 收回問卷之後，由研究小組逐冊逐項研討

及實驗，以尋求癥結所在，並研擬解決方案，小組會原則上每冊教科書疑難問題，開會討論四次，疑難之實驗亦開會商討四次，四冊共三十二次。

4 從問卷之整理中，挑出各冊中最普遍疑難之教學單元及疑難實驗，加以研討後設計並製作教案，於預定的時間及地區舉辦研習會，每次會期兩天，其課程表如下：

時間 日期 科目	8:10~10:00	10:10~11:00	11:10~12:00	12:00~1:30	1:40~2:30	2:40~3:30	3:40~4:30
第一天	專題演講(一)	示範實驗(一)	示範實驗(二)	午 休	示範教學(一)	示範教學(二)	示範教學(三)
第二天	專題演講(二)	示範實驗(三)	示範實驗(四)		綜 合 討 論		

5 每次研習會並聘請兩位教授作專題講演分別就化學科教材教法及化學新知作系統性之灌輸介紹，以充實各國中化學科之內涵。

6 研習日程，全部施行完畢之後，編寫輔導研究報告書，印發供各位教師暨各有關單位參考研辦。

之機會，間接爲「在職訓練」工作，貢獻心力。

4 每次研習，綜合討論，即席解答各地教師有關化學科教材及教法上的疑難問題，一方面爲「教科書」作類似「售後服務」工作，另一方面排解各地教師之疑慮，使他們能順利勝任該項教學工作，提高教學效果。

5 每次研習，各地教師齊聚一堂，互相切磋，且可作校際之觀摩，收擷長補短之效。

叁、計劃預期的效果與推廣應用

一、預期效果

本計劃完成之後，可達成下列支項目標：

1 彙編發掘存在於國中化學科教學過程中的多項問題，經研究小組逐項研究之後，謀求改善的方法，建議各教育主管機構參辦，以收教學之最大效果。

2 在國中化學教材上，共同的疑難問題及疑難實驗，經示範演示之後，建立教師的信心，及正確的教學方法，使該項單元目標在全國各地，均能普遍達成。

3 每次研習專題講演有關化學科教材教法及最新知識，使各地化學教師得一再教育及再充實

二、本計劃之推廣及應用

1 本計劃經實際之輔導研習之後，考量得失，經嚴格的檢討及修正、改善，作成報告，分送各教育主管單位作爲各該單位主辦類似的研習之參考模式。

2 以本計劃所得之經驗，再推廣爲高中化學科單元教學之輔導研習計劃。

3 在橫的推廣方面，以本計劃所得之經驗，作爲國中其他各科輔導研習之參考。

肆、問卷內容與統計結果

共發出問卷 740 份而收回 700 份，收回率達

95 %左右，在致各校之公函中，曾請各校化學教師，先召開化學科教學研究會，然後再作答，希望一舉發掘所有疑難問題與實驗，且能代表全體化學教師之意見。茲將問卷內容與統計結果（方格內之數字即統計結果）列下：

1. 在第一章「物質的分離」中，您認為：

- [400] (1)精製食鹽無法看出食鹽晶體形狀。
- [182] (2)墨水蒸餾時，溫度計位置待商榷。
- [99] (3)色素層析效果不佳。
- [234] (4)石油分餾無法得到石油醚。
- [115] (5)本章無疑難。
- [6] (6)其他疑難及意見：

根據以上統計結果顯示，僅有16% ($\frac{115}{700}$)

強的教師認為第一章沒有疑難問題與實驗，約有84 %認為有疑難問題與實驗，即認為有疑難者佔大多數，尤以(1)精製食鹽無法看出食鹽晶體形狀，竟高達57%強，所以已請呂教授美芳作專題講演，而解決了教師的疑惑。該講演稿擬刊印在總報告中，俾供全國化學教師參考。

2. 在第二章「熱對物質的影響」中您認為：

- [137] (1)暫時變化、永久變化的分類並不恰當。
- [206] (2)暫時變化、永久變化與物理變化、化學變化的關係不明確。
- [187] (3)對於「物理變化重量不改變，化學變化重量會改變」說明時有困難。
- [161] (4)本章無疑難。
- [6] (5)其他疑難及意見：

根據以上統計結果顯示，在收回700份問卷中，對本章無疑者有161份，僅佔23%，仍為少數，而有疑難教師仍佔77%，即 $\frac{3}{4}$ 以上。

3. 在第三章「空氣」中您認為：

- [228] (1)不知謝果是以硝酸鉀、碳酸銀、碳酸汞等分別加熱，還是混合加熱而製氧。
- [471] (2)用銅絲與定量空氣作用來測定空氣含氧量的實驗，效果不佳。
- [62] (3)以石灰水檢驗二氧化碳並不靈敏。
- [107] (4)本章無疑難。
- [9] (5)其他疑難及意見：

本章第二題有471份問卷，認為有疑難，佔67 %以上，所以由紀恭謙老師，做示範實驗，效果卓著，甚獲好評。本章無疑難者，僅為15%強。

4. 在第四章「燃燒」中您認為：

- [171] (1)收集蠟燭燃燒產物時，U形管B作用不明。
- [115] (2)鎂的燃燒產物溶於水常不易使廣用試紙變藍紫色。
- [312] (3)以雙氧水加二氧化錳所生的氧有怪味。
- [140] (4)本章無疑難。
- [14] (5)其他疑難及意見：

由以上統計結果顯示，以雙氧水加二氧化錳所生的氧有怪味，認為是疑難問題的竟有45%左右的教師，可見其嚴重性。對本章無疑難者，算起來僅佔20%。

5. 在第五章「元素與化合物」中您認為：

- [60] (1)元素與化合物之區別，介紹上有困難。
- [190] (2)以螺釘螺帽組合實驗說明元素的結合有困難。
- [148] (3)金屬對氧活性系列的實驗有問題。
- [313] (4)金屬對氫氯酸活性系列的實驗不能與理想相符。
- [126] (5)本章無疑難。

6 (6)其他疑難及意見：

根據以上統計結果顯示，以螺釘螺帽組合實驗說明元素的組合，有27%的教師認為有困難，即 $\frac{1}{4}$ 以上的教師認為此節教材，應該修訂。對本章無疑難的教師，僅佔18%，仍然證明有舉行研習的必要。

6. 在第六章「原子與分子」中您認為：

132 (1)以原子說來解釋定比定律，倍比定律不易圓滿表達。

157 (2)行星式模型與電子雲式模型的介紹有困難。

314 (3)硬脂酸薄膜實驗結果與實際相差太多。

306 (4)克原子、克分子、莫耳等觀念不易介紹。

403 (5)應增加教材「莫耳體積」以利計算。

23 (6)本章無疑難。

12 (7)其他疑難及意見：

由以上統計結果顯示，教材增加「莫耳體積」竟有58%的教師，認為有此必要，對教科書的修訂，可說是很珍貴的資料。對本章無疑難的教師，僅佔3%，可見大多數教師都有疑難。

在第一冊中您認為急需作示範教學的是：

200 (A)化學實驗器材之功用與操作。

85 (B)介紹元素與化合物的區別。

109 (C)元素的活性。

209 (D)以原子說解釋定比定律、倍比定律。

333 (E)克原子量、克分子量的介紹。

56 (F)無需作示範教學。

2 (G)其他意見：

由以上統計結果顯示，化學教師對於克原子量和克分子量的介紹，認為有示範教學的必要者，佔48%以上。所以已由紀恭謙老師示範，參加

研習教師，都表歡迎，認為無需作示範教學的，僅佔8%，可見教師需要示範教學之迫切。

在第一冊中您認為急需作示範實驗的是：

76 (A)墨水蒸餾。

303 (B)以銅絲與定量空氣作用來測定空氣中氧含量的實驗。

226 (C)決定金屬對氧活性系列的實驗。

147 (D)決定金屬對氫氯酸活性系列的實驗。

230 (E)硬脂酸薄膜實驗。

55 (F)無需作示範實驗。

3 (G)其他意見：

根據以上統計結果顯示，有43%以上教師急需示範作測定空氣氧含量之實驗，已示範作了，前已述及。對第一章無需作示範實驗的，僅佔8%以下，可見大多數教師，都希望示範實驗。

7. 在第七章「氯化氫與化學式」中您認為：

141 (1)以向上排空氣法收集氣體不易決定何時收集滿。

223 (2)以分析法研究氯化氫含氯和氫的實驗效果不佳。

396 (3)以氫和氯反應生成氯化氫之體積比來求得氯化氫化學式的實驗，有待改進。

67 (4)本章無疑難。

4 (5)其他疑難及意見：

由以上統計結果顯示，以氯和氫合成氯化氫的實驗，有57%左右的教師，認為是疑難實驗（不小心就會爆炸），經郭道誠老師多次實驗與精細的研究，獲得很多心得，為研習教師示範實驗及報告心得後，皆讚嘆不止。

8. 在第八章「週期表」中您認為：

448 (1)對第V、VI、VII族的氧化物 A_2O_5 、 AO_3 及 A_2O_7 ，不易解釋。

[40] (2)對鹼金族及鹵族元素的活性及解釋有困難。

[97] (3)第二列元素之氧化物，其水溶液酸鹼性的變化很難解釋。

[147] (4)本章無疑難。

[8] (5)其他疑難及意見：

根據以上統計結果顯示，第一題關於週期表的解釋，竟有64%的教師，認為是疑難，經小組商討後，已由郭道誠老師，作示範教學，曾獲參加研習教師之歡迎與感謝。

9. 在第九章「水與溶液」中您認為：

[331] (1)水的電解結果不理想。

[194] (2)真溶液與膠態溶液的區別與判定很難。

[44] (3)對影響溶解速率諸因素的解釋有困難。

[150] (4)本章無疑難。

[8] (5)其他疑難及意見：

根據以上統計結果顯示，對於水的電解實驗，有47%的教師，作的結果不理想，已由紀恭謙老師示範實驗，紀先生曾以此實驗，參加科學展覽，獲全國科展優等第一名，其心得與意見是非常寶貴的。

10. 在第十章「物質中原子的排列」中您認為：

[261] (1)「晶體粒子排列較密，容易形成八面體，排列較疏，容易排列成正立方體的晶體」很不容易解釋。

[419] (2)晶體何以形成針狀、樹枝狀，在微視上難以說明。

[89] (3)兩種以上原子結合成巨大結構，無法求出它的分子式，並不正確。

[81] (4)本章無疑難。

[5] (5)其他疑難及意見：

由以上統計結果顯示，晶體何以形成針狀、樹枝狀，約有60%的教師，在微視上難以說明。

此問題經研究小組決定，由呂教授美芳專題講演，其講演稿，並將刊印在報告專刊中。

11. 在第十一章「化學反應表示法」中您認為：

[288] (1)碳酸鈉與鹽酸反應之反應終點很難決定。

[91] (2)觀察法平衡反應方程式的介紹有困難。

[128] (3)利用方程式的計算教學效果不佳。

[201] (4)本章無疑難。

[4] (5)其他疑難及意見：

根據以上統計結果顯示，對於碳酸鈉與鹽酸之反應終點仍有40%的教師有疑惑。而對本章無疑難之教師，僅佔30%，提高的並不太多。

12. 在第十二章「化學反應中的熱效應」您認為：

[427] (1)應先介紹比熱的觀念，才介紹本章。

[214] (2)同類物質的燃燒熱隨分子量之增大而增加，介紹上有困難。

[192] (3)化學反應之能量變化，熱含量的觀念，用圖形表示時，橫軸意義不明確。

[96] (4)本章無疑難。

[3] (5)其他疑難及意見：

由以上統計結果顯示，應先介紹比熱的觀念，才介紹本章，佔61%，這對修訂教科書是強而有力的資料。本章無疑難的教師所佔比例尚不到14%。

在第二冊中您認為急需作示範教學的是：

[98] (A)對第二列元素的介紹。

[222] (B)對週期表週期性的介紹。

[284] (C)晶體的介紹。

[146] (D)方程式的作法與平衡。

[106] (E)化學反應之吸熱及放熱。

[59] (F)無需作示範教學。

[3] (G)其他意見：

由以上統計結果顯示，急需作示範教學的是對週期表的介紹，佔32%左右，晶體的介紹佔40%，已由郭道誠老師作週期表的示範教學，並請呂美芳教授對晶體作專題講演，參加研習的老師獲益匪淺。

在第二冊中您認為急需作示範實驗的是：

- 204 (A) 水的電解。
- 391 (B) 以氫和氯合成氯化氫的實驗。
- 223 (C) 以分析法研究氯化氫所含元素的實驗。
- 41 (D) 無需作示範實驗。
- 5 (E) 其他意見：

由以上統計結果顯示，仍以水的電解和氯化氫的合成實驗，是大多數教師急需作示範實驗的，已分別由紀恭謙老師、郭道誠老師作過了，前已述及不再多說了。

13. 在第十三章「電解質」中，您認為：

- 125 (1) 對正負極與陰陽極之判別有困難。
- 387 (2) 物質熔化後導電性的實驗不易操作。
- 200 (3) 水溶液的電解因水之參與而對陰陽極半反應之認定有困難。
- 300 (4) 濃度較大易導電或濃度較小易導電無法定論。
- 223 (5) KMnO_4 晶體浸於溼濾紙上導電流向陰極的是 K^+ 或是 H^+ 抑或是 H_2O ，無法說明。
- 292 (6) 上項實驗不知應在多大電壓及多大濃度之下方易顯現效果。
- 120 (7) 不經實驗對電解質強弱之判定有困難。
- 70 (8) 實驗比較電解質的強弱時，不知應控制那些變因。
- 40 (9) 本章無疑難。
- 7 (10) 其他疑難及意見：

根據以上統計結果顯示，認為是疑難實驗的

為物質熔化後導電性的實驗—佔55%以上，認為是疑難問題的是濃度較大易導電或濃度較小易導電無法定論，佔43%以上，這些與其他各項都將在報告專刊中，詳加說明。對本章無疑難的教師僅佔5.5%，可謂太少了。

14. 在第十四章「電解及其應用」中您認為：

- 162 (1) 得失電子的反應同時發生，而離子游動的速度卻不一樣，不知如何配合說明。
- 204 (2) 電解 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 及 $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ 定量實驗理論值與實驗值差別太大。
- 302 (3) 鋅電鍍液加入二刮勺之硼酸水溶液不知有何用途。
- 134 (4) 鋅之活性比鐵大，鐵鍍鋅（白鐵）之目的不知何在？
- 287 (5) 鹽橋中陰陽離子之游動方式及功能，解釋上有困難。
- 230 (6) 乾電池陰極半反應及 Mn_2O_3 之生成不易確認。
- 37 (7) 本章無疑難。
- 4 (8) 其他疑難及意見：

由以上統計結果顯示，對本章沒有疑難問題與實驗的教師，僅佔參加問卷調查全體教師之5%，因此研究小組對本章特別注意，所以特由胡美蓮老師作電解的示範教學並作電池的示範實驗，頗受參加研習教師之歡迎。

15. 在第十五章「氧化還原」中，您認為：

- 66 (1) 氧化還原之定義與舊觀念不易連貫。
- 201 (2) 選作鹽橋之材料不知以何作標準。
- 155 (3) 氧化數之介紹與原子價之比照不易相符合。
- 143 (4) 鹽橋兩管口之棉花用途不確知。
- 127 (5) 氧化數法平衡化學方程式不能得心應手。

163 (6)本章無疑難。

9 (7)其他疑難及意見：

根據以上統計結果顯示，鹽橋兩管口之棉花用途不確知的教師，竟高佔20%以上，而對本章無疑難者，則僅佔23%，尚不足四分之一，換一句話說，有四分之三以上的教師，對本章都有或多或少的疑難急待解決。

16.在第十六章「鹼」中，您認為：

74 (1)氫氧化鋇之性質不甚熟悉。

207 (2)哈柏法製氨之反應條件（溫度、壓力及催化劑）不知以何者為最適宜。

220 (3)氨氣通入氧化銅生成氮氣之實驗不甚顯著。

29 (4)鹼類通性中，不知何項最能表現鹼之特性。

199 (5)自行製備的廣用指示劑與標準的廣用指示劑差異頗大。

350 (6)以指示劑顏色的變化來測溶液 PH 值誤差太大。

77 (7)本章無疑難。

0 (8)其他疑難及意見：

由以上統計結果顯示，以指示劑顏色的變化來測溶液 PH 值誤差太大，而不知其原因，竟認為是疑難問題者，高達50%。對本章無疑難者，僅佔11%。

17.在第十七章「酸」中您認為：

301 (1)濃硝酸與稀硝酸之判定不知應以何種尺度為分界之標準。

204 (2)濃硝酸與銅生成 NO_2 ，而稀硝酸與銅生成 NO ，不知應如何解釋。

155 (3)不知醋酸酐為何物，亦不知功能何在。

35 (4)酸類通性中，不知何項最能表現酸之特性。

164 (5)離子交換樹脂，不知如何去污。

106 (6)本章無疑難。

7 (7)其他疑難及意見：

由以上統計結果顯示，有43%的教師，不知濃硝酸與稀硝酸之判定應以何種尺度為分界之標準。對本章僅有15%的教師沒有疑難。

18.在第十八章「鹽」中您認為：

322 (1)應介紹「當量」的概念，中和滴定的計算及應用才能深入。

205 (2)繪圖觀察 PH 值與滴定液體積以判斷中和點，不易講解。

100 (3)鹽類的製備教材嫌太亂。

87 (4)加 CuO 與 $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$ 以形成 CuSO_4 之結晶，不易觀察。

82 (5) NaHCO_3 與 Na_2CO_3 不易區分。

191 (6) Na_2CO_3 與 NaHCO_3 鹼性之強弱在實驗上不易看出。

107 (7)鹽類之命名介紹嫌太亂。

99 (8)在檢驗鹽類的定性實驗中，不易同時作定量上之比較。

86 (9)水解之觀念不易講解。

195 (10)弱酸弱鹼中和生成之鹽類，是否必為中性，不確知。

75 (11)本章無疑難。

3 (12)其他疑難及意見：

由以上統計結果顯示，有46%的教師，認為應介紹當量的概念，中和滴定的計算及應用才能深入，此項可作為修訂教科書時之參考資料。對於本章，仍有89%左右的教師有疑難。

在第三冊中您認為急需作示範教學的是：

79 (A)水溶液的導電。

384 (B)由 $\text{CuSO}_4(\text{aq}) \cdot \text{AgNO}_3(\text{aq})$ 溶液之電解，介紹法拉第定律。

- 235 (C)電池的介紹。
- 259 (D)利用氧化數法平衡化學方程式。
- 72 (E)鹽類的水解。
- 74 (F)無需作示範教學。
- 5 (G)其他意見：

根據以上統計結果顯示，由 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 、 $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ 溶液之電解，介紹法拉第定律，有55%的教師認為急需作示範教學，已由胡美蓮老師作過了，講解清晰，效果甚佳，不再多說。對於第三冊僅有10%左右的教師認為不需要作示範教學。

在 在第三冊中您認為急需作示範實驗的是：

- 204 (A)過錳酸鉀晶體在濕濾紙上的導電實驗。
- 247 (B)銅—銀電池之實驗。
- 239 (C)電鍍之實驗。
- 132 (D)氨的氧化實驗。
- 70 (E)硝酸的製備。
- 189 (F)酸鹼中和滴定之實驗。
- 51 (G)無需作示範實驗。
- 4 (H)其他意見：

根據以上統計可知，有30%以上的教師，急需作銅—銀電池之實驗，業由胡美蓮老師在各研習地區示範，反應良好，甚受參加研習教師歡迎。

19.在第十九章「反應速率」中您認為：

- 101 (1)碰撞學說模型之建立與解說不易。
- 75 (2)鹽酸與貝殼之反應，因貝殼成分不一，選樣有困難。
- 58 (3)溫度與反應速率關係不好解釋。
- 204 (4) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ 與 $\text{HCl}(\text{aq})$ 之反應，生成之硫遮住試管底之十字記號，目視上應以何者為準，完全遮住認定不易。
- 210 (5)催化劑在反應中扮演什麼角色，不易以

淺近的模式說明。

- 277 (6)在氯酸鉀分解反應中，氯酸鉀究應稱為無色或白色，不知適從。
- 114 (7)本章無疑難。
- 3 (8)其他疑難及意見：

由以上統計結果顯示，有40%左右的教師，對氯酸鉀分解反應中，氯酸鉀究應稱為無色或白色，不知適從。就本章來說，僅有16%的教師沒有疑難。

20.在第二十章「化學平衡」中您認為：

- 87 (1)可逆反應與單向反應舉例上有困難。
- 143 (2) $2\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$ 平衡之達成，目測上不易判定。
- 202 (3)動平衡及靜平衡之區別不易解釋。
- 170 (4) $\text{KI}(\text{aq})$ 與 $\text{CHCl}_3(\text{l})$ 相混不知是否為可加成性（即相加後體積不減少）。
- 125 (5)改變平衡之因素，不知如何作通盤之介紹。
- 109 (6) $\text{BiCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BiOCl} \downarrow + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^-$ 反應中，白色沈澱之沉澱速率不易觀察。
- 126 (7)本章無疑難。
- (8)其他疑難及意見：

由以上統計結果可知，約有30%的教師，對動平衡與靜平衡的區別，不會解釋或難於說明。就本章言，有82%的教師有疑難需要解決。

21.在第二十一章「有機化合物」中，您認為：

- 70 (1)無法明確的界定「有機化合物」之定義。
- 75 (2)有機試料加熱生成 CO_2 及 H_2O 時， H_2O 液滴無法明確觀察到。
- 148 (3)酯與脂不知應如何區分。
- 136 (4)酯化時，液面上懸浮的像油滴般物質不

很容易生成。

[141] (5)發酵之條件，不知有否標準。

[286] (6)葡萄糖之發酵(3~7天)為期過長，學校儀器不夠使用。

[94] (7)本章無疑難。

[6] (8)其他疑難意見：

由以上統計結果觀之，有40%以上的學校，作葡萄糖發酵之實驗，因為期較長而感儀器不夠使用，此可反應一般學校之設備情形。

22.在第二十二章「聚合物」中，您認為：

[184] (1)聚合物之簡易模型不易建立。

[118] (2)製尿素甲醛樹脂時效果太差。

[242] (3)塑膠與日常生活之關係，應再多加補充。

[172] (4)用唾液催化澱粉分解，效果不明顯。

[188] (5)斐林試液，本氏液及糖測定液在使用上及結果之判定上均不易區分。

[87] (6)本章無疑難。

[10] (7)其他疑難及意見：

根據以上統計結果可知，有35%左右的教師，認為塑膠與日常生活之關係，在化學教材上應再多加補充。本章無疑難者，約佔12%強。

23.在第二十三章「化學資源(上)——金屬礦物」中您認為：

[117] (1)鼓風爐內反應之介紹不易。

[292] (2)木炭粉加赤鐵礦粉末，置石棉紙上加熱以製取鐵粉，成效不彰。

[141] (3)各種銅礦成分之介紹，在教材上嫌太多太亂。

[314] (4)孔雀石通入 H_2 之實驗，不知 H_2 之流量應如何調節，才不致產生危險。

[142] (5)金、銀、錫、銻、汞、鎢一起介紹，學生不易吸收。

[336] (6)照相術之介紹應再詳盡一點。

[131] (7)銀不溶於稀酸及稀鹼，但若加熱則可溶，觀察上不易。

[194] (8)水泥的功能及冰晶石的作用應再詳盡的介紹。

[36] (9)本章無疑難。

[3] (10)其他疑難及意見：

由以上統計結果顯示：有48%的教師認為照相術之介紹應再詳盡一點，有28%左右的教師認為水泥的功能及冰晶石的作用，亦應再詳盡一些等。這些都應轉請修訂教材有關單位注意改進。本章有疑難的教師，約佔95%，尤其對於孔雀石通入 H_2 之實驗，竟有45%的教師，不知如何調節 H_2 之流量。

24.在第二十四章「化學資源(下)——非金屬礦物」中您認為：

[276] (1)焰色試驗，不易觀察。

[266] (2)海水濃縮後之定性實驗，不易顯現效果。

[191] (3)電解海水時，濃度與產物之關係解釋不夠貼切。

[413] (4)應多介紹一些石化工業新知。

[155] (5)電解海水時，濃度與產物之關係不明確。

[37] (6)本章無疑難。

[3] (7)其他疑難及意見：

由以上統計結果觀之，可知約有60%左右的教師，認為應多介紹一些石化工業新知。蓋石化工業與人生關係密切也。

在第四冊中您認為急需作示範教學的是：

[139] (A)以 $Na_2S_2O_3(aq)$ 與 $HCl(aq)$ 反應說明溫度對反應速率之影響。

[166] (B)碘在氯仿和碘化鉀水溶液中之分布平衡。

[124] (C)赤鐵礦煉鐵。

[86] (D)金、銀、錫、鎳、鎢的簡介。

[314] (E)海水成份之定性分析。

[70] (F)無需作示範教學。

[4] (G)其他意見：

由以上統計結果可知，有45%的教師，關於海水成份之定性分析，急需作示範教學，因研習時間有限，未能納入，俟在報告專刊中，詳加說明與講解。

在第四冊中您認為急需作示範實驗的是：

[85] (A)貝殼與不同濃度鹽酸之作用。

[174] (B)鉻酸鉀與重鉻酸鉀之平衡。

[182] (C)葡萄糖之發酵。

[232] (D)由孔雀石煉銅。

[292] (E)海水之電解。

[58] (F)無需作示範實驗。

[2] (G)其他意見：

由以上統計結果可知，有42%左右的教師，認為海水之電解，需作示範實驗，因時間關係，未能排在研習課程表中，但在報告專刊中，應將實驗手續與注意事項、心得等，詳細說明，俾為教師免除疑惑。

伍、計劃之執行現況

68年10月4日於師大會議室舉行本計劃會議由本計劃負責人郭校長為藩親自主持，並邀請教育廳局派員參加，除通過輔導研習計劃、問卷、輔導區之劃分等多項議案外，並蒙台灣省教育廳、台北市教育局、高雄市教育局允為協辦單位且補助經費，對本計劃之執行，大力支持，不遺餘力。曾於68年11月21、22日在台中縣立大甲國民中學舉行台中區（包括台中市、台中縣）輔導研習會，又於68年12月14、15日在新竹縣立建華國民中學舉行竹苗區（包括新竹、苗栗縣）輔導研

習會，並於69年元月11、12日在宜蘭縣立復興國民中學舉行基、宜地區（包括基隆市、宜蘭縣）輔導研習會，參加踴躍、發言熱烈，頗獲好評。

陸、計劃實施成果

本計劃共劃分為十三個輔導區，至今為止，僅舉行三次研習，談實施成果，當然言之過早，不過也有幾點是可以報告的：

一、發現問題，解決問題

根據問卷調查統計結果，僅有14%（各章平均）的教師，對於教材沒有疑難，換言之，有86%的教師有或多或少的疑難問題與實驗，如不設法解除教師之疑惑，則對教學之效果之影響，當然至深且鉅，本研究小組，除舉行專題講演、示範教學、示範實驗外，並擬刊印報告專刊，對於所存在的疑難問題與實驗，都將有一個詳細的講解、說明與指導，務將所有問題，徹底解決。

二、面對面，交互溝通

每次研習會，除邀請師大化研所所長兼系主任陳鏡潭教授、魏明通教授、呂美芳教授、吳國民教授專題講演外，並邀請化學系魏明通教授、呂美芳教授、吳國民教授、科學教師、紀恭謙、胡美蓮、郭道誠等，面對面地與參加研習教師，討論有關化學課程之問題。以往教學觀摩會或研習會，均是邀請專家學者一、二人演講，有關教師則在台下坐，成為單軌的溝通而已。本計劃則不然，研究小組除作教師急需示範的示範教學、示範實驗、專題講演外，參加研習教師亦要動手去作。綜合討論時，研究小組成員，並與參加研習的化學教師對於化學課程的疑難問題與實驗，彼此討論，交換意見，而形成雙軌的或多方向的

（下接 35 頁）

$2^{\sqrt{3}}$ 等於多少呢？

因為 $\sqrt{3} = 1.732 \dots\dots$

所以考慮數列

$$2^{1.7}, 2^{1.73}, 2^{1.732}, \dots\dots$$

其中第一項的指數 1.7 是 $\sqrt{3}$ 化成小數時，取至小數點後一位的近似值，第二項的指數 1.73 是 $\sqrt{3}$ 化成小數時，取至小數點後兩位的近似值， $\dots\dots$ ，第 n 項的指數是 $\sqrt{3}$ 化成小數時，取至小數點後 n 位的近似值。換句話說，

$$1.7, 1.73, 1.732, \dots\dots$$

是一個越來越接近 $\sqrt{3}$ 的數列。我們所考慮的數列

$$2^{1.7}, 2^{1.73}, 2^{1.732}, \dots\dots$$

是一個遞增的數列，但是恆比 2^2 小。這種數列會越來越接近某一個正實數，這個正實數就是

$2^{\sqrt{3}}$ 。它大約等於 3.3320。

一般而言，對於任意的正實數 a 與任意的實數 x ，我們都可以像 2^x 那樣來定義 a^x 。利用像求 $2^{\sqrt{3}}$ 的逼近方法，也可以求得 a^x 的值。這樣定義實數指數之後，我們還可以證明，對任意的實數指數，指數律仍然成立。即

指數律：設 $a, b > 0, r, s \in \mathbb{R}$ ，則

$$(1) \quad a^r \cdot a^s = a^{r+s}$$

$$(2) \quad (a^r)^s = a^{r \cdot s}$$

$$(3) \quad a^r \cdot b^r = (ab)^r$$

關於上面這段草擬的教材，歡迎各位專家、老師們多多指教。

參考資料

[1] 我國高中科學課程概況。師大科教中心編印。

[2] 范傳坡等著，高中數學第二冊，數理出版

社。

[3] 高中數學實驗教材第二冊。

[4] 李新民等編著，高中數學第二冊，東華書局。

(上接 48 頁)

溝通，是很有效果的一種方式，打破了以往觀摩會或研習會的窠臼。(陳鏡潭教授、魏明通教授的專題演講，頗受參加研習教師之歡迎，將刊印在專刊中)

三、對於教材之改進，將有很大的貢獻

由問卷調查統計結果可知；化學教師，對現行教材的修訂與改進，有很寶貴的意見。可供修訂教材之有關人員參考。

(57 頁圖五)

