

# 【認識化學奧林匹亞競賽—從準備到參賽】

方泰山教授 國立台灣師範大學 化學系

(資優班高中學生約 120 人?，11 月 24 日週三下午 1:30~4:30 約 3 小時)

## Part I. (1:30~2:20 pm)

### 國際化解奧林匹亞與武陵的奧賽奮戰精神

## Part II. (2:40~4:30 pm)

由閱讀書籍建立化學微觀概念、以動手實作攀上化學原分子高峰

## 演講摘要

### Part I.

#### 認識國際化解奧林匹亞與武陵的奧賽奮戰精神

國際化學奧林匹亞競賽已舉辦了四十二屆(如表 1)，我國自 1991 年第二十三屆首度組團參加以來，十九年來未曾間斷(如表 2 與表 3)，75 位參賽同學總共獲 30 金 35 銀 10 銅共 75 面獎牌，從未失掉任何一面獎牌優異紀錄(如表 4)。原應接第四十與四十一屆國際化學奧林匹亞競賽棒的彰化師範大學化學系，由於負荷過重宣佈放棄。為顧及全國資優教育的普及與傳承，經多次會議的協商，2008 年第四十屆匈牙利國際化學奧林匹亞競賽，中華民國(台灣)代表隊國手培訓與組團總計畫際繼續由台灣師範大學化學系負責，而初、複、決選階段，則由高雄師範大學化學系承辦。工作委員會檢討第一次二校協同合作所產生的盲點與灰色地帶:(1)合作愉快，但銜接不甚順暢。(2)行之 16 年的具廣大且紮實挑選基礎的教育部全國化學能力競賽一、二等獎 10 名選訓營保障名額，17 屆 NChO 被取消，引起很多的負面效應。(3)選訓營將複、決選一起在寒假舉行，亦造成學員學習情緒低落，鬥志與耐力大打折扣。高師大及台師大二校皆表示願意繼續合作，克服萬難，為國作育英才。經爭詢多方意見，建議:(1).參加全國能力競賽獲得第一、二等獎的同學，可直接進入化學奧林匹亞競賽選拔訓練營，名額共 10 名(已行 16 屆)。其它自費競賽(如清華盃、淡江盃..)得獎同學，現階段仍不宜列入公費選拔訓練營保障名額內。(2).第一階段(初、複選)高師大選拔訓練營選出 8 位同學，再由台師大舉辦第二階段 7 星期個別輔導營時間內選出 4 位選手;個別輔導營時間調整為 2 或 3 星期(決選)及 5 或 4 星期(加強實作訓練)分別進行。(3).國際同步的

出國參賽與聯繫接軌的總計畫(包括網路首頁，歷屆試題與教材課程研究)仍留在台師大。經教育部考量再三責成台師大繼續主持 2009 年英國倫敦(牛橋，Oxbridge，慶祝劍橋大學八百年學術文化)化學奧林匹亞競賽選拔與參賽計畫”。2009 年英國倫敦牛橋第 41 屆國際化學奧林匹亞在 7 月 18~27 日於英國的牛津與劍橋大學舉辦，共有 67 國約 253 名選手參加，我國代表團首次共獲 4 金，名列全球第一，是本屆唯一大滿貫團隊，亦是第二次贏過世界超強的中國大陸隊伍(如表 4)。去年第 41 屆英國牛津劍橋國際化學奧林匹亞競賽台灣代表隊之選拔與培訓過程的最大特色，是在於增添一個新的歷程—決選營，把原先兩階段的篩選方式，改為三階段。今夏第 42 屆日本東京國際化學奧林匹亞競賽選訓營則更上一層樓，除將決選營的二隊 8 個名額擴增一隊 4 個女生保障名額，也將自選日本和風品味的準備題書報討論，納入口試 10%的評比! 今年九月初工作檢討會曾建議國手單一性別的保障名額建議遭到教育部”只問能力不問性別”否決!

台灣參加最近第 19 屆國內化學奧林匹亞五代同堂代表團由蕭次融教授(名譽團長,第 1 代)、方泰山教授(團長, 第 2 代)與謝思琪秘書(副團長, 第 4 代)率領，於 2010 年 7 月 19~28 日在有 150 年科技發展史的日本東京參加第四十二屆 2010 年和風品味的國際化學奧林匹亞競賽。在張一知(台師大,第 3 代)、林萬寅(台大, 第 2 代)、姚清發(台師大, 第 3 代)與陳雅玲(建中, 第 4 代)四位教練合力協同下，經過審題、翻譯、仲裁，在 68 個參賽國、267 位選手激烈競爭下，四位小將(第 5 代)：郭育奇【名列(10/267)，建中高三】、卓旻科【名列(32/267)，中一中高三】各獲金牌一面；蔡維哲【名列(43/267)，中一中高三】、辜柏耘【名列(47/267)、建中高二】各獲銀牌一面。總積分，僅次於中國大陸、泰國、與南韓，名列 68 參賽國世界第四。累積我國 19 年參賽，共獲金牌 30 面、35 面銀牌、10 面銅牌，平均國際排名約在 3~4 名。

就讀學校	獎牌 (國際排名/參賽人數)	備註
建國中學高三	金牌(10/267)	已獲教育部 MIT 獎學金
建國中學高二	銀牌(47/267)	----
台中一中高三	金牌(32/267)	已推甄至台大電機系
台中一中高三	銀牌(43/267)	已推甄至台大化學系

經過二天 10 小時激烈的競賽，頒獎閉幕典禮於 7 月 27 日下午 3 時於早稻田大學室內的大會堂舉行，我國選手表現頗為優異，成績詳如下總成績表：

理論試題(60%)					
學生代號		TPE-S1	TPE-S2	TPE-S3	TPE-S4
學生姓名(本國排名)		(1)	(2)	(3)	(4)
題號	配分	得分			
1.氮氣質量與光譜熱力	17 (8)	17	16	17	16
2.鹼金屬鹵化物則是典型的離子化合物	20 (6)	19	19	19	17
3.有機化合物 COD 分析與應用	9 (7)	9	9	8	9
4.鋰離子電池	8(6)	7	8	8	8
5. H <sub>2</sub> 之 光電子光譜	18(7)	17	18	17	17
6.C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O 苯環結構的異構物	26 (6)	24	26	26	23
7.河 tetrodotoxin 的劇毒結構	24(7)	21	21	24	23
8.酯化反應直鏈狀聚合物平均聚合度	20(6)	19	20	20	20
9 環糊精構形與錯合 NMR 分析	34(7)	34	33	34	30
42 <sup>nd</sup> IChO	60%	56.912	58.148	58.528	56.724
實作試題(40%)					
P1.漢斯酯和尿素過氧化氫的反應	40(13)	40.0	28.4	38.0	33.6
P2.比色法決定 Fe(II)和 Fe(III)的含量	45(11)	30.0(67%)	22.0(49%)	4.0(9%)	22.0(49%)
P3.聚合物分析	50(16)	48.6	50.0	46.0	38.0
42 <sup>nd</sup> IChO	40%	35.885	30.608	28.048	28.458
實得總分					
42 <sup>nd</sup> 2010 IChO (獎牌)		92.809 (金)	88.756 (金)	86.581 (銀)	85.182 (銀)

今 2010 年 43rd IChO 勝負決定在裝備在一流選手身上的視力(常態分佈)分辨顏色深淺的比色定量的實作二(P2.比色法決定 Fe(II)和 Fe(III)的含量)。這一題目是我國高中必做的實驗教材，比賽結果:我隊四位國手得分率，依序為 67%、49%、9%、49%，因此視力的“精與準”亦是將來篩選 43rd 土耳其 2011 IChO 國手應該加以考量的重要因素。

以現時仍是考試領導(Practice and Drill)奮戰學習的天下，武陵高中過去 19 年來，就有四位同學獲選國手，殊屬難能可貴。

屆別	公元 (民國)	主辦國 (參加人數)	選手 (就讀高中)	獎牌 (名次)	國際 排名
----	------------	---------------	--------------	------------	----------

31	1999 (88)	泰國 曼谷 (51國196名)	高承楷(高雄雄中) 盧子敏(台北建中) 彭昱璟(花蓮花中) 朱如瓏(武陵高中)	金牌(19) 金牌(20) 銀牌(23) 銅牌(73)	5
34	2002 (91)	荷蘭 葛寧根 (57國225名)	林健榮(台北建中) 林婕仔(北一女中) 王俞傑(武陵高中) 蔡其佑(台北建中)	金牌(7) 金牌(13)最佳女生獎 銀牌(34)銀牌(45)	3
36	2004 (93)	德國 基爾 (61國233名)	周芳韻(中山紀中) 張凱博(台中一中) 溫恪瑩(武陵高三) 楊翔宇(建中高二)	金牌(14) 銀牌(35) 銀牌(54) 銅牌(112)	7
40	2008 (97)	匈牙利 布達佩斯 (69國261名)	蔡政廷(徽閣高三) 丁柏傑(建中高二) 賴政優(建中高三) 黎哲豪(武陵高三)	金牌(21) 銀牌(27) 金牌(50) 銅牌(99)	5

更值得一提的是：去年第一次本 IChO 國手選拔計決選營三隊 12 名候選人，保障一隊 4 名給單一性別(女)同學，武陵高中就佔了當一半，且名列前茅。(詳見下列附表:42<sup>nd</sup>, 41<sup>st</sup> IChO)

## R2. 複選 (2010, 42<sup>nd</sup> IChO)

年級	性別	物化 (100%)	無機 (100%)	有機 (100%)	分析 (100%)	理論 總分	實驗 1 (100%)	實驗 2 (100%)	實驗 總分	總成 績	名 次	獎 項
3	女	42	52	50	20	164	63.0	61.0	62.0	49.4	20	一等
3	男	53	86	74	17	230	53.0	69.0	61.0	58.9	5	一等
3	男	56	92	66	26	240	38.0	61.0	49.5	55.8	8	一等
3	男	53	82	37	21	193	75.0	62.0	68.5	56.4	7	一等
3	男	57	65	54	36	212	63.0	77.0	70.0	59.8	3	一等
3	男	42	73	62	51	228	75.0	74.0	74.5	64.0	2	一等
3	男	56	66	54	42	218	85.0	47.0	66.0	59.1	4	一等
3	女	41	60	27	29	157	63.0	44.0	53.5	45.0	28	一等

3	女	48	68	28	33	177	63.0	66.0	64.5	52.4	16	一等
2	男	65	89	32	31	217	65.0	58.0	61.5	57.2	6	一等
3	男	75	94	62	38	269	78.0	55.0	66.5	67.0	1	一等
3	女	40	50	31	31	152	53.0	53.0	53.0	44.0	30	一等

性別	理論(70%)	實作(30%)	總成績	名次	
男	269	66.5	67.0	一等獎	1
男	228	74.5	64.0		2
男	212	70	59.8		3
男	218	66	59.1		4
男	230	61	58.9		5
男	217	61.5	57.2		6
男	193	68.5	56.4		7
男	240	49.5	55.8		8
女	177	64.5	52.4		16
女	164	62	49.4		20
女	157	53.5	45.0		28
女	152	53	44.0		30
男	189	68.5	55.8	二等獎	9
男	214	58	55.3		10
男	203	61	54.9		11
男	209	57.5	54.4		12
男	217	54	54.2		13
男	205	58	54.0		14
男	198	60	53.7		15
男	213	51	52.4		17
男	186	59.5	51.7		18
男	150	71	50.9		19
男	157	63.5	49.0		21
男	179	54.5	48.7	三等獎	22
男	178	54	48.3		23
男	215	40	48.3		24
男	186	49.5	47.7		25
男	166	56.5	47.5		26
男	159	56.5	46.5		27

男	159	52	44.7	29
女	153	49.5	42.8	31
男	124	59	42.2	32
男	191	33.5	42.1	33
男	135	53	41.5	34
男	168	37.5	40.2	35
女	143	46	39.9	36
女	129	51	39.8	37
男	94	58	37.3	38
男	135	37.5	35.3	39
女	95	51	34.7	40
男	131	36	34.1	41
男	133	33.5	33.4	42
女	108	41.5	32.8	43
女	89	44	31.0	44
男	86	41	29.3	45

45 人中 4 位女生一等獎(保送)，6 位女生三等獎。

### R3. 決選(2010, 42<sup>nd</sup> IChO)

第 42 屆國際化學奧林匹亞競賽選拔複選研習營成績表

考試編號	有機試題	無機試題	分析試題	物化試題	實驗 1	實驗 2	理論平均	實作平均	口試	總分	名次
8	56.0	79.0	70.0	77.0	78.8	59.5	70.5	69.2	91.9	72.2	1
4	18.0	89.0	71.0	63.0	77.2	71.5	60.3	74.3	88.6	68.2	2
2	42.0	70.0	76.0	87.0	76.4	32.0	68.8	54.2	83.3	65.0	3
3	51.0	80.0	55.0	63.0	78.2	43.3	62.3	60.8	91.2	64.6	4
9	20.0	72.0	54.0	20.0	76.6	50.0	41.5	63.3	86.1	53.8	5
1	48.0	40.0	54.0	15.0	74.8	58.5	39.3	66.7	78.4	53.0	6
6	14.0	71.0	30.0	64.0	88.4	20.0	44.8	54.2	86.4	52.3	7
7	20.0	61.0	38.0	46.0	79.4	35.0	41.3	57.2	89.6	51.8	8
5	26.0	38.0	28.0	33.0	86.2	34.0	31.3	60.1	87.2	47.2	9
總分	295.0	600.0	476.0	468.0	716.0	403.8	459.8	559.9	782.7	528.1	
平均	32.8	66.7	52.9	52.0	79.6	44.9	51.1	62.2	87.0	58.7	

2009 IChO-41 選訓決選(R3)營 7 名與過去評量

(41 上/42) and 40(下/43); with 39 IChO study camp 之比教較

姓名 (口試)	就讀學校	物化 (100%)	無機 (100%)	有機 (100%)	分析 (100%)	理論 總分	實驗 (100%)	實驗 (29%)	實驗 (21%)	實驗 總分	總成 績	序 號
1.	南一中 (1)	61	81	88	83	313	80.0	28.0	21.0	89.0	81.5	1
4.	建中(3)	50	82	85	71	288	87.0	28.0	15.0	86.5	76.4	2
----	建中(2)	60	42	65	72	143.4	100	40	40	72	215.4	23
5.	建中(3)	61	60	88	72	281	87.0	22.2	21.0	86.7	75.2	3
24.2	建中(2)	62	68	84	88.5	181.5	65	88	88	96	277.5	6
76.6	建中(1)	45	45	48	23		150	70	70		451	24
6.	附中(3)	46	85	96	49	276	85.0	22.8	21.0	86.3	74.2	4
22.9	附中(2)	84	62	78	67.5	174.9	60	88	88	94	268.1	8
2.	中一中(3)	58	83	72	76	289	85.0	19.2	15.0	76.7	73.6	5
	南一中(2)	66	76	60	74	276	63.0	25.0	21.0	77.5	71.6	6
22.9	南一中(1)	75	88	65	68.5	177.9	55	90	90	94	271.9	7
7.	成功(3)	46	75	72	79	272	69.0	26.0	9.0	69.5	68.5	7
3.	中一中(3)	50	63	63	66	242	88.0	18.6	21.0	83.6	67.4	8
---	中一中(2)	64	35	72	31	121.2	45	95	95	94	215.2	24

## 2009 IChO-41 選訓複選營(R2)

就讀學校	年級	性別	物化 (100%)	無機 (100%)	有機 (100%)	分析 (100%)	理論 總分	實驗 1(100%)	實驗 2(29%)	實驗 3(21%)	實驗 總分	總成 績	名次
南一中	1	男	61	81	88	83	313	80.0	28.0	21.0	89.0	81.5	— 1
建中	3	男	50	82	85	71	288	87.0	28.0	15.0	86.5	76.4	— 2
建中	3	男	61	60	88	72	281	87.0	22.2	21.0	86.7	75.2	— 3
台師 附中	3	男	46	85	96	49	276	85.0	22.8	21.0	86.3	74.2	— 4
中一中	3	男	58	83	72	76	289	85.0	19.2	15.0	76.7	73.6	— 5
南一中	2	男	66	76	60	74	276	63.0	25.0	21.0	77.5	71.6	— 6
成功 中學	3	男	46	75	72	79	272	69.0	26.0	9.0	69.5	68.5	— 7
中一中	3	男	50	63	63	66	242	88.0	18.6	21.0	83.6	67.4	— 8

明道 高中	3	男	33	57	75	61	<b>226</b>	83.0	28.0	21.0	<b>90.5</b>	<b>66.7</b>	二	9
建中	3	男	53	65	60	52	<b>230</b>	68.0	28.0	21.0	<b>83.0</b>	<b>65.2</b>	二	10
彰中	3	男	45	48	57	57	<b>207</b>	79.0	24.2	21.0	<b>84.7</b>	<b>61.6</b>	二	11
建中	3	男	40	45	66	64	<b>215</b>	68.0	26.0	15.0	<b>75.0</b>	<b>60.1</b>	二	12
建中	2	男	44	63	64	53	<b>224</b>	58.0	17.6	21.0	<b>67.6</b>	<b>59.5</b>	二	13
中一中	3	男	58	50	58	49	<b>215</b>	58.0	28.0	15.0	<b>72.0</b>	<b>59.2</b>	二	14
<b>南女中</b>	<b>3</b>	<b>女</b>	<b>34</b>	<b>59</b>	<b>46</b>	<b>55</b>	<b>194</b>	<b>70.0</b>	<b>28.0</b>	<b>21.0</b>	<b>84.0</b>	<b>59.2</b>	<b>二</b>	<b>15</b>
竹中	3	男	38	69	64	60	<b>231</b>	55.0	13.8	21.0	<b>62.3</b>	<b>59.1</b>	二	16
雄中	3	男	42	64	51	62	<b>219</b>	56.0	24.8	15.0	<b>67.8</b>	<b>58.7</b>	二	17
建中	3	男	32	65	65	51	<b>213</b>	75.0	11.8	21.0	<b>70.3</b>	<b>58.4</b>	二	18
彰中	3	男	44	53	54	44	<b>195</b>	75.0	28.0	12.0	<b>77.5</b>	<b>57.4</b>	二	19
中一中	1	男	33	56	47	74	<b>210</b>	85.0	19.6	6.0	<b>68.1</b>	<b>57.2</b>	二	20
中一中	3	男	39	37	40	60	<b>176</b>	68.0	25.8	21.0	<b>80.8</b>	<b>55.0</b>	三	21
建中	2	男	26	44	50	38	<b>158</b>	78.0	28.0	21.0	<b>88.0</b>	<b>54.1</b>	三	22
台師 附中	3	男	37	62	69	30	<b>198</b>	67.0	27.6	3.0	<b>64.1</b>	<b>53.9</b>	三	23
中一中	3	男	46	52	65	62	<b>225</b>	45.0	4.0	21.0	<b>47.5</b>	<b>53.6</b>	三	24
花中	3	男	23	44	54	39	<b>160</b>	82.0	28.0	15.0	<b>84.0</b>	<b>53.2</b>	三	25
科學 高中	3	男	40	55	40	38	<b>173</b>	63.0	28.0	15.0	<b>74.5</b>	<b>52.6</b>	三	26
中一中	2	男	26	40	63	22	<b>151</b>	75.0	28.0	21.0	<b>86.5</b>	<b>52.4</b>	三	27
建中	2	男	34	48	53	36	<b>171</b>	60.0	15.6	21.0	<b>66.6</b>	<b>49.9</b>	三	28
雄中	3	男	44	38	31	42	<b>155</b>	54.0	27.4	21.0	<b>75.4</b>	<b>49.7</b>	三	29
中一中	3	男	54	43	48	51	<b>196</b>	21.0	27.2	12.0	<b>49.7</b>	<b>49.2</b>	三	30



一女中	3	女	39	48	31	47	165	70.0	4.0	21.0	60.0	46.9	三	31
中女中	3	女	14	46	28	29	117	74.0	25.2	21.0	83.2	45.4	三	32
中女中	3	女	6	35	40	55	136	68.0	18.2	9.0	61.2	42.2	三	33
嘉中	3	男	20	17	31	31	99	60.0	28.0	15.0	73.0	39.2	三	34
竹林高中	2	男	20	33	50	45	148	58.0	0.0	15.0	44.0	39.1	三	35
協同高中	3	男	20	40	50	37	147	62.0	4.0	9.0	44.0	38.9	三	36
中一中	1	男	9	36	33	35	113	69.0	26.0	3.0	63.5	38.8	三	37
衛道高中	3	男	7	32	57	24	120	61.0	0.0	21.0	51.5	36.5	三	38
武陵高中	2	男	20	49	29	20	118	54.0	4.0	9.0	40.0	32.7	三	39
嘉中	3	男	0	27	27	30	84	59.0	0.0	21.0	50.5	29.9	三	40
嘉女	3	女	5	36	23	28	92	44.0	0.0	12.0	34.0	26.3	三	41
大里高中	3	男	2	22	25	30	79	42.0	8.0	9.0	38.0	25.2	三	42
平均			34. 9	52	54	49. 5	190	66.9	39.3	32. 9	69.5	54.2		

## Part II.

### 由閱讀與上課學習建立化學微觀概念、以動手實作攀上化學原分子高峰

大家都知道，科學的過程與技能是西方文化的精髓，其學術的演進跟著地球自西往東，順著時鐘，主流體系英國劍橋大學已有 800 年工夫，西漸傳到美國的哈佛大學亦已 400 年，到東方日本東京大學 150 年而影響我國的台灣大學不過才 80 年光景。已有 150 年的科技發展經驗的日本，自明治維新以來，能和德國起舞發動二次世界大戰，科學的過程與技能細膩精準化的教育學習至登峰造極，早已有目共睹的科技大國!!

學術界有這一句名言：物理是應用數學，而化學就是應用物理。這是怎麼一回事？說穿了，數學就是將不可數的連續的“空間”分割成可數的不連續“量子”數，再加以邏輯理性建構“拓樸”(各種造型)的科學哲學，也就是說是由“沒有質量”也沒有“能量”的理想“點”所組成，連接“點”成一度空間的線，線掃過空間成二度空間的面，“面”掃過空間成三度空間的立體(3D)造型，

延昇到  $n$  個“相位”度所謂數位化的自然科學之母數學邏輯學；若“點”加上“質量”以後把這個存在空間的個體(即所謂的物體)“多方位度”的“相位”或稱“長像”造型, 研究其造型能量(即道理)就成為物理學的範疇; 個體和個體之間的相對作用, 可以分割或重新組合的造型變化那就是“化學”科學了! 所以化學就是”探究”與“理解”物質造型的變化科學。這些也是一班人最怕的以數學與自然科學為首學術化的基礎科學。

世界上, 不管是**物質**(化學主領域)或**能量**(物理主領域)的可用資源, 一直在減少, 然而卻有一樣東西, 由於萬物之靈, 人類理性的作功與互動, 雖目前還不敢說是爆炸性地增加, 但卻不斷地快速增加, 那就是”知識”或叫做”資訊”。

展開一般普通化學, 開宗明義首先看到生動、有趣, 甚至於神奇入化的自然理化現象; 其次會看到獨立“物體”加熱能的由固體成為液體, 變成氣體, 而充滿空間的固、液、氣三態變化, 然後佐以由”電子-核子”分離程度的微觀原分子理論模型, 來決定由“原子”、“分子”、“離子”到”奈米子”組成填充物體物質的”物理變化”與”化學變化”原動力所帶來現代高科技物質生活世界神奇的林林種種。

物是由(質)與(能)組成的最小單位叫做原子, 即**核子**(質量的表徵)和(能)**電子**(電子不能再分割, 帶負電荷的能量表徵, 質量相對於核子可以忽略)化合而成的電荷分離的粒子。**核子**內含有帶正電荷的質子與不帶電荷的中子, 而質子和中子分別是由兩種偶對稱, 更小叫做“**夸克**”的粒子所組成。現在似乎很清楚知道, 核子裏的**夸克**和**核外的電子**可以視為根本不是粒子, 而是一些多相位度叫做“布蘭”是以細小迴繞弦簧震盪出弦律**能量子**所組成。

十七世紀物理學突破性“力學”與”電學”發展, 促進“理解”物質變化可以實作的“化學”大躍進。物理學基本上有兩大類趨動的作用力: (1)帶有質量體之間的作用力叫作萬有引力, 應用在化學叫做質量作用力; (1)帶有正或負電荷的質量體之間的作用力叫作庫倫作用力; 介在兩者之間就叫做極化間作用力。

十九世紀德國人“伍勒”(Wohler)在 1828 年在實驗室, 能將生生不息的生命有機體所排出的尿素, 以無機礦物來合成有機物質, 可以說帶動了有機體化學領域的蓬勃發展。二十世紀 1951 年, 美國人”寶森”(Pauson)和”凱利”(Kealy)報告了無機金屬, 鐵, 可以將有機物, 環戊二烯烴, 充電, 獲得了穩定「淡桔色的粉末」有機金屬的三明治離子晶體。這些實作說明了地球科學的岩圈和生物圈的互動關係。

如此“科學的過程與技能”應該是”教育的”規”與”矩”。日本的大學入學考試領導學習比我國有過之而不及....日本為深造學術作準備的高中, 其化學課程與教材建構常以生動、有趣, 甚至於神奇魔術化的現象, 以大量的圖解, 巔覆傳統嚴謹制式(公式化)的複雜數理語言的微觀化學世界, 讓學習者理解“化學”的“建構”。翻開“中學”的化學, 提綱挈領地建立在“無機”與“有機”的物種、以“分析”與“物理”操作的四大領域! 由實際的巨觀看見! 摸得著的物理變化, 巨細靡遺, 通俗小說化“抽象”概念, 尤其將物體微觀化至如身歷

其境的“原子”、“分子”、“奈米子”的微觀變化科學世界；換句話說，若能以淺顯物理學家所建構的原分子世界的“質量”與“電荷”作用驅動力，建構學習者能了解且扣讀者心弦之化學變化的奧秘。大家都知道：能量(即單位)相同才可以加減數量法〔+/-〕否則就要用較複雜的乘除法〔x/÷〕相對論法，取邏輯就可以得到加減法數量新的“知識K”或“資訊I”。既然沒有絕對的質量與絕對的能量，質量與能量是永不分家的體訣竅經由數理優質教與學：自然與人文社會的對話(人類科學活動(甲乙相對論)的進展)：描述一個體都會用(數量)x(單位)，單位相同就可以相加成性；否則就要用相對性的乘/除(甲〔x/÷〕乙)，用理性的邏輯(Log)加以操作，以得到新的資訊。即：邏輯(Log)〔甲(x/÷)乙〕= 邏輯(Log)甲〔+/-〕邏輯(Log)乙

$$\text{必然(I)} = k * \text{邏輯 Log(機率}\Omega)$$

理論解題策略(相當有深度“數位化”之化學應用!)門德列夫奧賽舉例:

### I、嚐試：

例1：若一有機物含C質量佔40%，求其可能的化學式？

解：由週期表之元素，首試有機物含C最簡化學式，可能為 $C_xH_y$ ，C質量佔40%則H含60%，如此： $v(C) : v(H) = (40/12) : (60/1) = 1 : 18$

但 $CH_{18}$ 不存在！再試則為 $C_xH_yO_z$ ，但因H及O為未知，則考慮最簡的 $CH_xO_y$ 則已知含C的當量 $12/0.4 = 30 \text{ g/mol}$ 如此含C：12g

則 $30-12=18\text{g}$ 應為 $H_2O$ 所以此式為 $CH_2O$

### II、選對“變數”(自變量)“變異量”

很多計算的問題，若選對“變異量”和針對研究解題對象的主要性質！如此，則只要用最少的“變異量”就可迎刃而解。

例2：哪一個“氧化物”的質量是“最大”？

解：設含“O”二元化合物為 $R_xO_y$ ，但若吾人只選最常見“O”的“價數”(氧化數-2)，則變異數可減為 $R_2O_n$ (其中n為元素R的氧化數，n為1至8)，則

$$\omega(O) = \frac{(16n)}{(2X+16n)} \quad (\text{其中 } X \text{ 為 } R \text{ 的 amu})$$

而X、n都必需 $\geq 1$

上式須找到O的最大值

$$\omega(O) = \frac{1}{((X/8n)+1)} \leq 1, \text{ 則須 } (X/8n) \text{ 最小,}$$

亦即 $X=1, n=1$ ，即為H

所以此二元化合物為  $\text{H}_2\text{O} \Rightarrow$  水

### III、以合理的假設，建立“模型”

好的命題“研究者”用“模型”佐以可忽略無效參數 就可以顯示“物質”的本質！如“分子”，“膠體分子”，“晶體”，“溶液論”(依數 H).... 等  
 $\Rightarrow$  好的微觀“模型”，只用最小的“參數”，以實驗的數據，就可以解決問題

例 3：(IChO-2005) 金奈米粒子(AuNP)之半徑為 1.5nm，而金原子之半徑為其 1 / 10 (即 0.15nm)。估算一 AuNP 含有多少 AuP？在 AuNP 表面有多少，AuP 之分率？

解 3：~20% space 是空的 【  $(4/3)\pi \times (1.5-0.15)^3$  】

$$N = \frac{(4/3)\pi r_{(\text{NAP})}^3}{(4/3)\pi r_{(\text{AP})}^3} = \frac{r_{(\text{NAP})}^3}{r_{(\text{AP})}^3} = \frac{1.5^3}{0.15^3} = 1000$$

$$V_{\text{surf}} = \frac{(4/3)\pi r_{(\text{NAP})}^3 - (4/3)\pi [r_{(\text{NAP})} - 2 r_{(\text{AP})}]^3}{(4/3)\pi r_{(\text{NAP})}^3}$$

$$= 1 - \left(1 - \frac{2r_{(\text{AP})}}{r_{(\text{NAP})}}\right)^3 = 1 - \left(1 - \frac{2 \times 0.15}{1.5}\right)^3$$

$$= 0.49 = 49 \%$$

### IV、先”猜測”！然後證明此”猜測”是對的！

命題常是一系列的未知物質轉換，其 應是可以“猜測”。但仍須證明，能符合所命題所給的條件。

例 4：氣體 A 及 B，經過“放電反應”產生氣體 C 及 D，  
已知前後“質量守恆” - 即  $m(A+B) = m(C+D)$   
試問 A 和 B 的化學式為何？

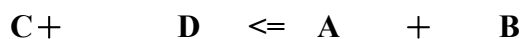
解 4：非金屬，才可能是氣體，先”猜測”：如  $\text{CO}$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{N}_2$ ，.... $\text{H}_2$ ...

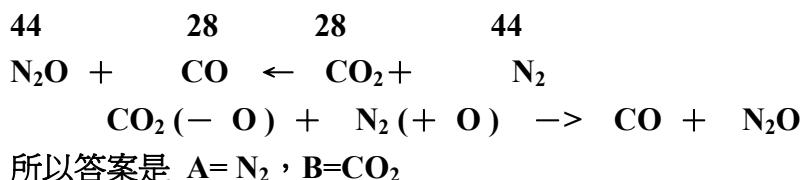
最有可能是  $\text{N}_2 + \text{CO}_2$ ，因其最穩定，分子量分別為 28，44

28 g/mol 之可能其它氣體為： $\text{CO}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{B}_2\text{H}_6$ .....

44 g/mol 之可能其它氣體為： $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{C}_3\text{H}_8$ 、 $\text{CH}_3\text{CHO}$ ....

44 g/mol 和 28 g/mol 差 16 g/mol 為一 mol O 原子 amu





以上四種“解題策略”只是千萬“配方”之以“化學質量守恆”，佐以“物理能量守恆”與“數學”加以量化而已。而且是已經由“科學研究”所發掘出來的已知答案！最困難的是“創造”製造“新位階”的“創題者”－即形成一個好“題”所需深入“”了解所呈現“現象”之“精華”！

(參閱找出書籍－Brief moments of triumph : How discoveries are made”

(“Library of ”－chemistry and life”)－MOSCOW ; Naulea , 1988 )

### 實作解題策略舉例:



## Task of the 42nd Tokyo 2010 IChO

### (2) 實作二 利用比色法決定 Fe(II)和 Fe(III)的含量

第 42 屆 2010 年日本東京國際化學奧林匹亞競賽台灣代表隊個人詳細成績一覽

理論試題(60%)					
學生代號		TPE-S1	TPE-S2	TPE-S3	TPE-S4
學生姓名(本國排名)					
題號	配分	得分			
1. 氮氣質量與光譜學力	17 (8)	17	16	17	16
2. 離子配位化合物與典型的配位化合物	20 (6)	19	19	19	17
3. 有機化合物 COD 分析與應用	9 (7)	9	9	8	9
4. 磁離子催化	8(6)	7	8	8	8
5. H <sub>2</sub> 之 光觸媒光學	18(7)	17	18	17	17
6. C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O 單環結構的異構物	26(6)	24	26	26	23
7. 丙 tetradecalin 的結構結構	24(7)	21	21	24	23
8. 氯化反應產物與混合物平均分子量	20(6)	19	20	20	20
9. 環境熱變形與總含 NMX 分析	34(7)	34	33	34	30
42 <sup>nd</sup> IChO	60%	56.912	58.148	58.528	56.724
實作試題(40%)					
P1. 邁斯納和尿素過氧化氫的反應	40(13)	40.0	28.4	38.0	33.6
P2. 比色法決定 Fe(II)和 Fe(III)的含量	48(11)	30.0(67%)	22.0(49%)	4.0(9%)	22.0(49%)
P3. 聚合物分析	40(16)	48.0	30.0	46.0	38.0
42 <sup>nd</sup> IChO	40%	35.885	30.608	28.048	28.458
實得總分					
42 <sup>nd</sup> 2010 IChO (獎牌)		92.809 (金)	88.756 (金)	86.581 (銀)	85.182 (銀)

成深紅色Fe(bpy)<sub>3</sub><sup>2+</sup>錯合物的Fe(II)和Fe(III)的含量。

很簡單的技術，在光譜儀器常使用一組Nessler試管；其高度而便使兩溶液顏色深淺

之已知濃度和兩溶液之液柱

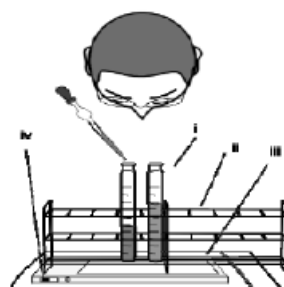
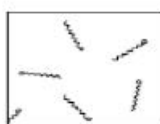


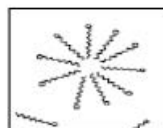
圖 2-1 比色測量：i Nessler 試管；ii Nessler 試管架；iii LED 燈(置於夾鏈袋中)；iv 電源開關  
：(過量)將Fe(III)還原為Fe(II)。至少靜置二十分鐘。將此溶液

### 41<sup>st</sup> 牛橋化奧得金關鍵性的實作題

關鍵性的成果：關鍵性的勝利實作試題P3：(38藍分，佔總分14%紅分)  
”利用微導電度計測量界面活性劑的臨界微胞電荷分離濃度”



在低濃度時，SDS 只有自由的分子單體。



在高濃度時 SDS 的微胞與一些自由的分子單體

在低濃度時，SDS只有自由的分子單體；在高濃度時SDS 的微胞與一些自由的分子單體

呼應準備題 “Problem P5 The Menshutkin Reaction”—SN<sub>2</sub>



正如陳洋庭在抱報告所說：在這段時間裡，教授們傾盡全力在有限的時間內指導我們，使我們的實力成長不少，同時也讓我深感自己以前讀的書太少，需更加努力。另外，在實作方面，姚老師反覆強調的再結晶、張老師對於準確滴定的要求以及久攻不破的導電度實驗皆讓我印象深刻。經過了五週的洗禮，我們做好準備，帶著興奮且愉快的心情參加比賽。

回顧並檢討我國過去 19 年選拔與培訓過程之經驗，做為往後永續經營參加此一國際最高水準，即將邁向第四十三個年頭的高中生國際化學奧林匹亞競賽。理論要能實作，量化的實驗測量的加強與訓練是吾人獲取金牌的最佳保證。今年第 42 屆日本實作主觀意識相當強悍的視力比色定量分勝負的奇招，視力的“精與準”亦是將來我隊篩選國手應該加以考量的重要因素。國際純粹與應用化學聯合會(IUPAC)強而有力的正式介入東方素有科學十字軍文化之首的東京和風化學。明年 2011 剛好是首位女科學家波喬法國人-居禮夫人獲得 1911 諾貝爾化學獎一百週年，已將 2011 定為”化學年” ---- “綠色化學”(Green Chemistry)與”永續發展”(Sustainability) 將是十字軍(耶穌基督)文化強逕對手慕斯蘭(阿拉)文化之都，土耳其安卡拉接辦 2011 第四十三屆國際化學奧林匹亞競賽的標地。(Next 43rd 2011 IChO <http://www.icho2011.metu.edu.tr/>)