

# 再展化學奧林匹亞金牌雄風

## —記中華民國參加第二十八屆莫斯科國際化學奧林匹亞大賽—

方泰山★ 林金全≠ 張一知★ 陸大榮+  
★國立台灣師範大學化學系  
≠國立台灣大學化學系  
+國立中興大學化學系  
卓英豪 教育部中教司

### 1. 楔子

中華民國參加第二十八屆國際化學奧林匹亞莫斯科大賽，在方泰山教授、林金全教授、張一知教授及陸大榮教授兼國際裁判率領及輔導下，來自建國高中高二王宗興同學、高三戴桓青同學，新竹科學園區高三林奇旺同學及彰化高中高三蘇浩立同學，接受7月14日至22日在莫斯科大學的化學理論與實作各五小時的腦力與體力之嚴厲考驗，其結果再次勇奪一面金牌，二面銀牌，一面銅牌。累積五年來的獎牌，十九位同學參加競賽共獲金牌四面，銀牌十一面，銅牌四面，共十九面，統統有獎的不敗記錄，成績輝煌。

### 2. 四十五國一百七十五位選手參與的十天盛會

來自49個國家（含4個觀察國家），175位選手（其中24位女同學），95位教練（包括33位觀察員），52位隨同人員，總共322位人員齊聚俄羅斯，莫斯科市有241年歷史，俄國最古老的莫斯科國立大學，舉行第二十八屆國際化學奧林匹亞競賽。七月十五日上午十點許，在穿俄羅斯傳統服裝表演獻上麵包及鹽巴的祝福，及釋放和平氣球中揭開大會序幕，隨即在大會堂舉行簡單隆重的開幕典禮。國立莫斯科大學校長 V.A. Sadovnichii 博士在歡迎致詞中說，看到來自全球未來最優秀的年青新秀，就如同看到世界未來的希望與期待，尤其是在這個為俄羅斯製造最優秀化學家的大學裡相會，代表“生生不息”的傳承。

如往年，主辦當局詳細安排了十天的盛會，其詳細行程如表一：

表一 第二十八屆莫斯科國際化學奧林匹亞行程表

天數	日期	活 動		
		選 手 團	評 審 團	工 作 團
1	7月14日 (星期日)	抵達莫斯科，註冊住進 "Belgrad"	抵達莫斯科，註冊住進"Cosmos"	嚮導會議，註冊準備50部電腦
2	7月15日 (星期一)	10:00~14:00 開幕典禮(二個階段) 14:00~16:00 莫斯科大學校長級接待會 16:00~17:00 參觀莫斯科大學 17:00~18:00 參觀實驗室及安全講解		
3	7月16日 (星期二)	10:00~15:00 實作競賽 15:00~19:00 市區及克里姆林宮參觀 19:00~22:00 舞會	10:00~13:00 市區及克里姆林宮參觀 16:00~18:00 參觀莫斯科大學 20:00~22:00 分發理論試題	實作競賽
4	7月17日 (星期三)	參觀Tretjakov美術畫廊， 逛莫斯科地鐵，Arbot遊街	10:00~深夜 討論理論試題並翻譯	
5	7月18日 (星期四)	10:00~15:00 理論競賽 16:00~20:00 Kolomenskoje 農莊郊遊 20:00~23:00 迪斯科舞會	10:00~14:00 參觀Tretjakov藝術畫廊 16:00~20:00 Kolomenskoje 農莊郊遊 20:00~21:00 領取學生試卷並批閱	理論競賽
6	7月19日 (星期五)	10:00~19:00 全天赴Sergiev Posad遊覽 21:00 圓桌會議	評閱學生試卷	
7	7月20日 (星期六)	10:00~17:00 參觀Novodvichiy修道院 19:00~22:00 觀賞馬戲團表演	9:00~16:00 試卷仲裁	
8	7月21日 (星期日)	10:00~14:00 Moskova河遊船 14:00~16:00 自由活動 16:00~晚間 評審團會議，決定獎牌數目		
9	7月22日 (星期一)	10:00~14:00 自由活動 15:00~17:00 閉幕典禮 18:00~23:00 惜別晚會		
10	7月23日 (星期二)	賦 歸		

除了大會的二個五小時的實作與理論比賽，及教練團的評審，仲裁，各種會議，就是安排娛樂及教育性的文化科學之旅。俄羅斯著名馬戲表演為因應動物保育，日漸式微的大規模馬戲表演已少見，代之以逗趣的寵物表演亦蠻溫馨。歷史文物當推皇宮、東正教堂及各類博物館，再度展現東歐十五世紀以來金碧輝煌的一面。更令人深省及讚嘆的是四通八達的交通系統，尤其是地下鐵，相當於高十五層樓數的入站之深度，可能世界上沒有可以與之媲美的。

我國代表團一行九人，比賽完畢前一天，中教司卓司長自國內趕來助陣，給全體隊員很大的鼓勵。

雖然成績，前兩天就已批給並仲裁完畢，但終究只知道我們學生的成績，是否得獎仍是未定之數，也讓大家仍懷有要到最後一刻才嚐到，獲得獎牌的那種驚喜。緊張的時刻終於到來，工作小組一年的準備，選手三個多月的衝刺，就看此時此刻。司儀從參加獎，一大題全對的佳作獎到難題的最佳解題獎，我隊小將都絕了緣，不久報出了第一個銅牌獎喜訊，由第一次獲選國手的省立彰化高中高三蘇浩立同學獲得，接著銀牌獎，牌獎名次相當前面的台北建中高三戴桓青同學與國立新竹科學園區實驗高中高三林奇旺同學各獲一面，林同學去年以高二學生參加北京第二十七屆IChO獲銅牌一面，進步良多。最難能可貴的是今年第一次參加，且只有高二的台北建中王宗興同學一舉獲得金牌，睽違二年的金牌，又再度回到我隊手中。全程參與協調隊名及旗歌問題的外交部俄羅斯代表處羅代表、劉秘書及所有同仁，都分享了這一時刻的喜悅，一金二銀一銅；累積五年的參賽記錄（如表二），十九位同學，共獲四金十一銀四銅，全勝的燦爛成績，從未“失牌”。

表二 我國參加第23至28屆IChO情形

屆別	公元	主辦國 (參加人數)	選手(就讀高中)	獎牌(名次)	領 隊	觀察員(服務機構)	計 畫 主持人
23	1991	波蘭 (30國118名)	——	——	魏明通 (台師大)	方泰山(台師大)	魏明通 (台師大)
24	1992	美國 (33國118名)	尤嘯華(台北建中) 林志宣(台北建中) 莊 平(台中女中)	金牌(11) 銀牌(38) 銅牌(64)	方泰山 (台師大) 彭旭明 (台大)	吳清基(教育部) 蕭次融(台師大) 陳昭錦(師大附中)	施正雄 (台師大)
25	1993	義大利 (38國148名)	曾柏文(台中一中) 楊定學(台北建中) 薛景中(台北松中) 黃國雄(台北建中)	金牌(1) 金牌(8) 銀牌(30) 銀牌(42)	蕭次融 (台師大) 林英智 (台大)	陳幹男(化學會) 施正雄(台師大) 吳瑞謀(教育部) 曾蕙芬(台師大)	方泰山 (台師大)
26	1994	挪威 (41國156名)	蘇文達(台北建中) 邱志鵬(羅東高中) 尹湘志(台北建中) 戴凱序(台北建中)	銀牌(31) 銀牌(45) 銀牌(49) 銅牌(57)	蕭次融 (台師大) 陸天堯 (台大)	邱紀良(清大) 翁春和(台師大) 林如章(台師大) 許泰益(教育部)	方泰山 (台師大)
27	1995	中國大陸 (42國163名)	葉國良(新竹高中) 吳佳鴻(洪明高中) 林志闓(台北建中) 林奇旺(新竹科學高中)	銀牌(28) 銀牌(32) 銀牌(47) 銅牌(80)	蕭次融 (台師大) 黃良平 (台大)	張一知(台師大) 陸大榮(興大) 左如茜(台師大) 黃秀鳳(教育部)	方泰山 (台師大)
28	1996	俄羅斯 (45國175名)	王宗興(台北建中) 林奇旺(新竹科學高中) 戴桓青(台北建中) 蘇浩立(彰化高中)	金牌(16) 銀牌(32) 銀牌(48) 銅牌(108)	方泰山 (台師大) 林金全 (台大)	卓英豪(教育部) 張一知(台師大) 陸大榮(興大) 周美娟(台師大)	方泰山 (台師大)

### 3. 比賽題目深深深幾許，但中華小將沈著應戰仍有方

這次比賽，依規定，仍分二大部份，實作二大題及理論七大題，題目及參考解答評分標準，詳見本刊後期。我代表隊四位小將的詳細得分情形，如表三。

表三 第二十八屆IChO競賽學生成績統計

學生姓名 (獎牌)	實際配分 測驗總分	實驗			理 論 部 份							總分	總和
		實驗二	實驗一	總分	1	2	3	4	5	6	7		
		20	20	40	8	10	9	8	7	8	10	60	100
		19	100	119	12	19	16.2	92	14.5	31	31	215.7	334.7
王宗興 (金牌)	實際配分 測驗總分	18.42 17.5	19 95	37.42 112.5	7.67 11.5	5 9.5	3.17 5.7	5.57 64	7 14.5	7.48 29	8.71 27	44.6 161.2	82.04 273.7
林奇旺 (銀牌)	實際配分 測驗總分	19.47 18.5	16.4 82	35.87 100.5	2.67 4	7.63 14.5	5.67 10.2	3.04 35	4.83 10	7.48 29	8.56 26.5	40.54 129.2	76.41 229.7
戴桓青 (銀牌)	實際配分 測驗總分	18.42 17.5	20 100	38.42 117.5	6.67 10	4.08 7.75	5.67 10.2	2.43 28	6.16 12.75	1.03 4	7.10 22	33.14 94.7	71.56 212.2
蘇浩立 (銅牌)	實際配分 測驗總分	8.42 8	15.4 77	23.82 85	2 3	3.16 6	4.00 7.2	2.70 31	6.40 13.25	7.74 30	6.77 21	32.77 111.45	56.59 196.45

這個成績，在四十五個派有選手的參賽國，名列第七。表四，列前八強的成績，供作參考與比較。

表四 第二十八屆國際化學奧林匹亞45個參賽國中獲牌前八名成績統計

參 賽 國	參 賽 學 生 成 績				平均成績	名 次
	1	2	3	4		
伊 朗	金 91.62	金 86.54	金 83.07	銀 77.68	84.73	1
中 國 大 陸	金 92.25	金 91.85	金 89.85	銅 64.78	84.68	2
俄 羅 斯	金 85.44	金 84.91	金 82.39	金 80.20	83.24	3
奧 地 利	金 90.19	金 61.69	銀 74.12	銅 62.84	77.21	4
德 國	金 81.06	金 80.14	銀 73.22	銅 65.88	75.07	5
美 國	金 96.27	銀 72.90	銀 71.47	銅 66.85	74.37	6
中 華 民 國	金 82.04	銀 76.41	銀 71.56	銅 56.59	71.65	7
白 俄 羅 斯	金 88.40	銀 73.35	銅 63.61	銅 56.54	70.47	8

### 實作試題評析

實作一是典型的氧化還原反應之滴定實驗，使用碘滴定法偵測溶液中含 $\text{Cu}^{2+}$ 與 $\text{Fe}^{3+}$ 之濃度。這方面的考題，除了材料簡單、便宜，對於主辦單位而言，比較容易準備之外，另一方面，也可測驗學生操作實驗之技巧，與處理數據之能力。因此，類似的古典分析的考題常在比賽中出現。我方蕭次融教授為培訓主要負責人。本題並不算新穎，屬於大二分析化學的程度。本題的觀念乃是利用 $\text{Cu}^{2+}$ 與 $\text{Fe}^{3+}$ 氧化 $\text{I}^-$ 成爲 $\text{I}_2$ ，再由硫代硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定 $\text{I}_2$ ，並以澱粉爲指示劑。學生須先標定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的濃度，在藉由 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 之標準濃度滴定生成之 $\text{I}_2$ 。因此，可決定 $\text{Cu}^{2+}$ 與 $\text{Fe}^{3+}$ 之濃度。其中在決定 $\text{Cu}^{2+}$ 的過程中，曾加入 $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 與 $\text{Fe}^{3+}$ 產生沈澱，去除溶液中之 $\text{Fe}^{3+}$ 含量。本題得分高低決定在兩因素，其一決定在是否了解相關之氧化還原反應式，另一則決定在獲得之滴定結果與推算的 $\text{Fe}^{3+}$ ， $\text{Cu}^{2+}$ 含量與原始含量的誤差程度。

實作二是在一常用「對-氫氧基乙醯苯胺」系列未知藥物，利用簡單有機合成，再用薄層分析技術加以比對的實作考題。答題部份，除寫出合成反應之反應式，及其所有的結構式外，就是合成技術，所賴以評分依據的實際與理論產率計算，還有色層分析數據之處理。我們的四位選手，除了蘇同學因爲語言溝通問題及過於緊張和協助稱量的莫斯科大學監考老師有溝通不良，沒有得到監考填寫應有的數據，在實作二，平白損失了3及4小題，近50%的空白分數，這個實作共只有得到8/19誠屬可惜，其他三位都得到9成2以上的分數。其實這個題目，是預備題60及61之綜合題也是我國選拔賽之有機考題，由方泰山教授及其研究生負責命題及這方面的訓練。

### 理論試題評析

第一題是無機的題目，雖然出題的老師們認爲這題非常簡單，但最後的得分分析卻顯示出有近90位學生的得分在2分以下，而此題滿分爲12分。主要的原因是要高中學生了解以Te-Te所形成的無機芳香族化合物是會難倒很多人。但是若有較長的時間可以讓學生思考，也許作答的結果會好很多，因爲題目中其實已經給了足夠的資料來得到答案。這也是此次題目最讓人非議的地方，題目太多且太長，學生無法用心的思考題目。其實此題的確不是很難，同時也與預備題中的一些題目相似，只要能把握元素分析算出實驗式，其餘的就不難了。我想考不好大概是學生真的被嚇著了，而後又沒有時間再回頭重作。

第二題是一非常有趣的微量分析，主要在說明如何使用傳統的化學反應方法來準確的測量微量元素的含量。因爲含量少時，較難直接測量其值，所以使用間接的方法，每

一次的反應都可以得到較多當量數的一中間產物，逐步反應，最後滴定時的當量數是原待分析的 $\text{Bi}^{3+}$ 離子的228倍，也因此而大大的提高了測量的準確度。可惜步驟繁多共有八步，因此作答的結果也不甚理想。在滿分為19分中，大多數的學生成績分佈於1-7分之間。

第三題是關於核化學的題目，在前蘇聯發生之車諾比核事件至今十週年，又逢在解體後之俄羅斯舉行奧林匹亞化學比賽，因此今年考出核化學的問題並不令人感到意外。本題之核分裂自Ra開始，利用其核蛻變之速率，與各中間核種之半衰期，推導亞佛加厥常數。本題欲答得完整，則須具有下列兩個觀念，其一是 $R = \ln 2 / T_{1/2}$ ，即蛻變速率與核種半衰期的關係；其二是穩定狀態的近似法(steady-state approximation)，即其中間產物之數目可視為常數，不隨時間而改變其值。本題相類似的核化學題目多次出現在歷年的準備題，若能夠熟悉相關之準備題，則對於本題應可獲得高分，然而利用核化學的觀念推導亞佛加厥常數之值，其考法仍很新穎，也讓考生知道科學家常可藉由不同方法去檢驗某一物理常數。

第四題是屬於分析化學相當傳統的離子水溶液，多種離子的濃度平衡的問題，需用到的概念是：平衡常數、質量作用定律、電荷平衡及解簡單的一元二次方程式。廣度不大，沒有超出高中化學課程範圍，但卻有相當深度，解此題需有相當好的數字觀念，沈著穩定且頭腦清晰。本題，我隊的四位同學平均答對率是四成八六，拿到金牌的同學，達到七成一，是一題鑑定高中資優生的好題。

第五題是利用電位與光譜量測方法決定溶液之平衡濃度與常數。這問題綜合大學之分析化學中之電化學與吸收光譜兩單元之混合題，學生必須了解Nernst's equation與Beer's Law的觀念，才能解得本題中混合溶液之 $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ 各別的濃度，與 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ ， $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ 錯化物之錯合平衡常數的比值。所選用之 $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ 溶液很實際，二者在自然環境與大氣平衡具有重要之地位。引用之量測方法很實用，雖然處理實際的狀況比題目複雜許多，但本題仍不失為一靈活，且與現實相關的題目。本題目在理論題中算是簡單，取得高分並不難。比較有爭議性的乃是吸光度與透光度的互換，其中透光度 $T\%$ ，須以百分比表示，即 $T$ 之最大值為100，但部份學生則忽略 $\%$ ，而以1表示。

第六題主要在測驗學生對烯類之順、反異構物及反應物對稱性對烯類與臭氧、過錳酸鉀或過氧酸的反應對產物之立體化學的影響，及羧酸在氣相時為雙分子結構等重要觀念的瞭解程度。由於立體化學在有機反應中的重要性逐漸受到重視，此一趨勢充分反應在最近幾次IChO的題目中。預備題中雖有提到臭氧與烯類反應，但過錳酸鉀與烯類的

雙醇化反應及過氧酸與烯類的環氧化反應則未提及。句子由於此二反應在有機中佔有極重要的地位，在選拔及訓練的過程中，曾教過此種的題型，因此我們的學生除了一位同學外都考得不錯，其中蘇浩立此題更得到30分，非常接近滿分(31分)。所有學生此題整體成績分佈的情形相當兩極化，得高分者(27~30分)有47人，得接近零分者(0~3)亦有42人，其餘的學生則平均分佈在中間的分數。如此的結果顯示此題的難度雖偏高，但有不少學生會做，且能拿高分，而未學過的學生，則束手無策。

第七題雖然屬於高難度的題目，但在準備題中有非常類似題型的題目。本題主要也是測驗反應物的立體化學對產物生成的影響。由於這類問題在有機化學上非常重要，因此在我國選拔及訓練的題目中亦曾針對此類題目特別加強訓練。不過可能由於理論題的題目太多，以致最後這一題我們的學生沒有足夠的時間作答，影響此題的表現。此外，有一位同學忘了平衡反應方程式及疏忽了反應酸化後羧基應加上氫而平白損失了寶貴的分數。這題就全體的學生表現來看，得28~32分者僅5位，而大部份的學生分數均甚偏低來看，我國的王宗興同學拿到了27分，表現優異。而林奇旺同學更跳脫了大家接受的標準答案而想出了一個極有創意的答案，以一位高中生能有如表現誠屬難能可貴。

#### 4.第二十九屆國際化學奧林匹亞加拿大蒙特婁見

1997年，從七月十三日至七月二十三日(見表五)，預計將有四十七個代表團，188位選手參加在加拿大，蒙特婁(Montreal)麥吉耳(McGill)大學舉辦的第二十九屆國際化學奧林匹亞。主席是來自Bishop大學的IChO老將庫克(Robert Cook)教授，在第28屆IChO閉幕典禮接受了會旗，並宣佈各項籌備事宜，詳情刊登在第一期大會會訊"Catalyzer"上，並分發與會各代表團，供各國準備下一屆IChO之參考。幾個重點摘要如下，

##### 成立命題及準備題委員會

命題委員會成員除大會主席來自英屬哥倫比亞大學(Gordon Bates of the Uni. of Columbia)校區的郭登貝德(Gordon Bates)教授，主要以魁北克省的大學為主。準備題將在12月初，備妥分發各參賽國。委員會的名單如下：

- |                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| André Bandrauk     | (Université de sherbrooke) |
| Gregory Jerkiewicz | (Université de sherbrooke) |
| Suzanne Black      | (McGill University)        |
| David Burns        | (McGill University)        |

Jean-Pierre Farant	(McGill University)
John Harrod	(McGill University)
Robert Cook	(Bishop's University)
Michael Gresser	(Merck Frosst Canada)
Normand Voyer	(Université Laval)
Harry Wilson	(John Abbott College)

#### 大會榮譽主席

將由三位(1971、1992及1993)諾貝爾獎得主擔任：加拿大國科會主委 Dr. Gerhard Herzberg，現為加州理工學院教授的 Dr. Rudolph A. Marcus，及英屬哥倫比亞大學的 Dr. Michael Smith 教授。

#### 參賽前幾個重要的日子

- 12月1日(1996) 發出官方邀請函及準備題
- 2月1日(1997) 各代表團註冊截止日期
- 5月1日(1997) 教練裁判及觀察員報名截止日期
- 6月1日(1997) 參賽學生報名截止日期

## 5. 結論與建議

我國第五次的參與國際化學奧林匹亞大賽，創下了幾項新的記錄：①第一次由台師大化學系運作的計畫轉為教授主持的計畫，加強了教練團的輔導計畫及實質的工作；②第一次有連續參加兩屆比賽的高中同學；③第一次由高二同學就獲得金牌；④繼續保持連續參與五次，通通都得牌的記錄；⑤第一次選上非數理資優班的國手，且獲銀牌獎。這些記錄，在在顯示我國正由僵硬的精英聯考體制，走向多元化“教育改革”的體制上努力的一項重大成果。

年年困擾代表團的名稱及旗歌問題，由於事先教育部與外交部協調得當，尤其是我駐俄羅斯代表處，全力協助與關注，海峽兩岸，這次在莫斯科大學可以說是最和諧，且是皆大歡喜的局面，足以做為往後參加各種國際活動模式之參考。

今年行政院要求各隊除比賽選手外，只能有三位專業人員隨團比賽，是顯出我政府行政革新的一令人叫好的決定，但此行政命令卻下達得太晚，大部份的團都已報名了才知道。因此匆促之間較難取捨參加人選，所幸國科會科教處瞭解政府改革措施，自動取消他們的參加人員。行政院的決定，雖後來經力爭又增為九人一團，對化學團來說，可



以說是最少的人數了。因化學分科較細，教授們大多指專精一項學門，而此實涵蓋，有機化學、無機化學、物理化學及分析化學四大門，所以需要有四位教授。

另外，比賽題目翻譯好之後需要打字，中文打字也是教授們最困難的事。所以最好有一隨團的打字助理，這樣就形成九人團，如行政院今年最後核予的人數，希望以後也能依此人數。當然，若有教授中有很會中文打字的成員，那麼打字助理可以再去除，這樣就可以削減到八人團，但此人數一定要事先協調，以免到時，打字來不及讓學生無題目可考，就是因小失大了。當然，若有高中老師的參與，那就更理想。

此次參賽的四名學生得到一面金牌，兩面銀牌，一面銅牌。單從結果論來看，資優營的表現不如考選進來的學生，高三的學生表現不如高二的學生，當然這只是一次的結果，不足以代表整體的素質。但卻提供我們一些可思考的方向，資優營的學生由於長時間的參加類似的活動，因此有點彈性疲乏，表現不如預期理想，而高二的學生表現較佳可能跟其心態有關係，相對於其他參賽的高三學生而言，高二的學生並沒有任何保障，沒有任何大學可讀，如果表現不好只能回原校就讀，而且經過這麼長時間的集訓，在學校的課業也有長時間的脫節，在這樣的情形下其所承受的壓力較其他學生相對為大，而適當的壓力容易激發其潛力。在下次的選訓活動中，可考慮相對增加一二名高二的學生，觀察其表現，應證我們的推論。因此，選拔候選人中，能多增加“全國化學競賽優勝”及“各高中數理資優班”非應屆畢業生名額。

註：第二十八屆國際化學奧林匹亞理論試題與實作試題的題目及解答評分標準，請參閱下期的科教月刊。