

# 第卅八屆2006年國際化學奧林匹亞競賽(II) 一實作競賽試題參考解答、評分標準與 臺灣代表隊的表現一

臺灣國際化學奧林匹亞競賽委員會

國立臺灣師範大學 化學系

## 肆、實作競賽試題參考解答

### 一、實作測驗-1

圈出你實驗桌上MD 和 MA 溶液的編號

(本例為2號)

1	<u>2</u>	3	4	5
---	----------	---	---	---

1-1. 光譜分析溶液染料R和B的混合溶液

a)、b) 測量之吸收度 (3 小分)

波長 (nm) wavelength	吸收度		
	Solution R	Solution B	Solution MD
470	0.546	0.065	0.386
490	0.794	0.147	0.581
510	0.938	0.317	0.737
530	0.872	0.608	0.785
550	0.581	0.823	0.662
570	0.129	0.961	0.401
590	0.018	1.053	0.352
610	0.007	0.539	0.184
630	0.005	0.123	0.048
650	0.005	0.023	0.013

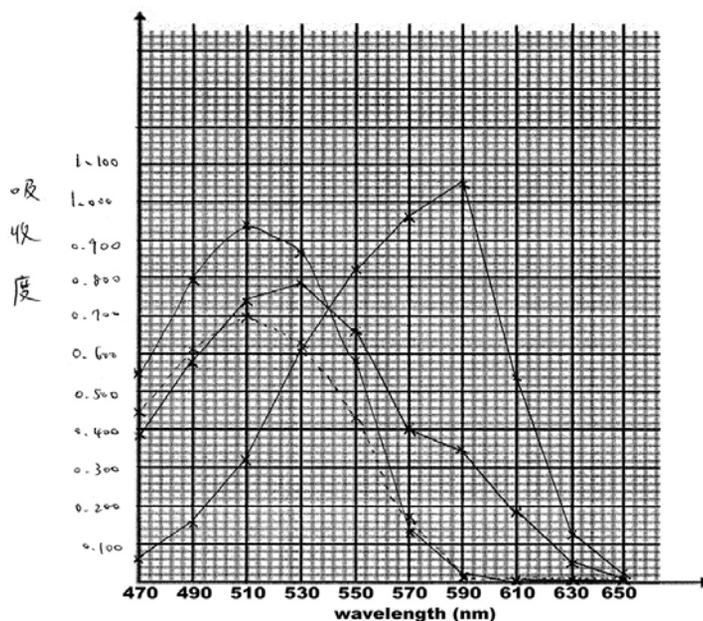


圖 1-1、染料的吸收光譜 (9 小分)

c) R 和 B 的濃度 (用Beer-Lambert law 來計算) (25 小分)

利用波長530nm與波長550nm

$$[R] \times 0.872 / (3.02 \times 10^{-5}) + [B] \times 0.608 / (1.25 \times 10^{-5}) = 0.785 \dots\dots \text{式(1)}$$

$$[R] \times 0.581 / (3.02 \times 10^{-5}) + [B] \times 0.823 / (1.25 \times 10^{-5}) = 0.662 \dots\dots \text{式(2)}$$

聯立解出(1)、(2)

$$[B] = 4.16 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$[R] = 2.02 \times 10^{-5} \text{ M}$$

染料R 在 MD 混合液中的濃度(註)	$2.02 \times 10^{-5} \text{ M}$
染料B 在 MD 混合液中的濃度(註)	$4.16 \times 10^{-6} \text{ M}$

1-2. C18 管柱分離後之光譜分析

e) solution F (3 小分)

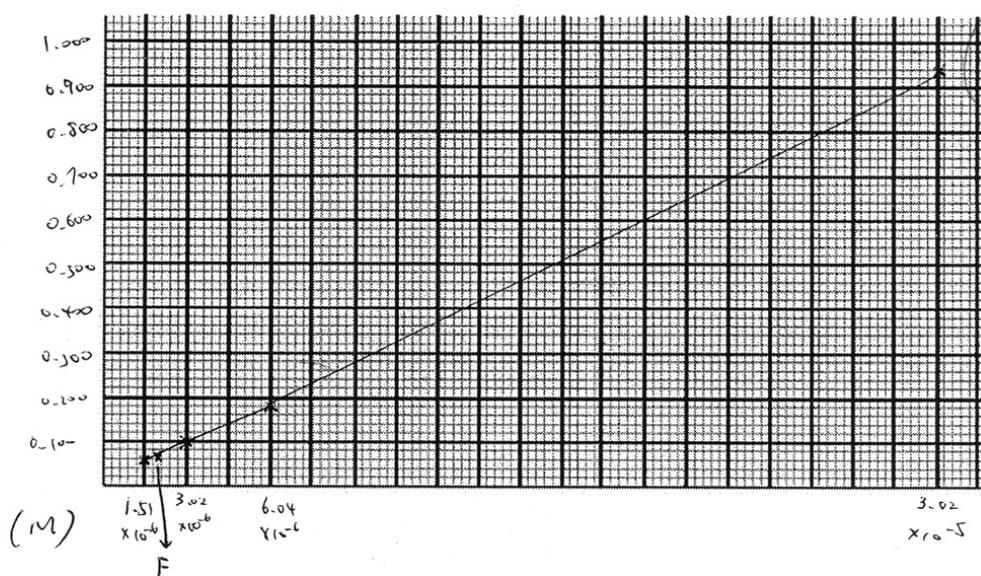
Wavelength 波長 (nm)	470	490	510	530	550	570	590	610	630	650
Absorbance 吸收度	0.045	0.061	0.070	0.063	0.043	0.017	0.010	0.010	0.009	0.009

f) 校正曲線 (25 小分)

濃度 (M)	$6.04 \times 10^{-6}$	$3.02 \times 10^{-6}$	$1.51 \times 10^{-6}$
吸收度，在 (510) nm	0.179	0.103	0.058

(510 nm)

Fig. 1-2 校正曲線



g) 染料R 在 MD 混合液中的濃度 (30小分) (註)

$1.90 \times 10^{-5} \text{M}$

h) 染料 R 的回收百分率 (5 小分)

$$1.90 \times 10^{-5} / 2.02 \times 10^{-5} = 94.3\%$$

94.3%

## 二、實作測驗-2

2-1. 決定 AA 和 SA 在混合溶液中的總量(註)

a) 水的空白滴定 (5 小分)

此空白滴定中NaOH 的總消耗量	0.70ml
相當於每1mL的水須要多少NaOH的量	0.07ml

b) 標定 NaOH solution 的濃度(10小分)

KHP使用量 (mL)	NaOH消耗量(mL)	NaOH的濃度(M)
5.00	$26.5 - 0.07 \times 5 = 26.15$	$1.91 \times 10^{-3}$
5.00	$27.00 - 0.07 \times 5 = 26.65$	$1.84 \times 10^{-3}$
濃度測量值 (M)(註)		$1.88 \times 10^{-3}$

c) AA 和 SA 在 1.00 mL 的 MA 混合液中的總量 (10 小分)

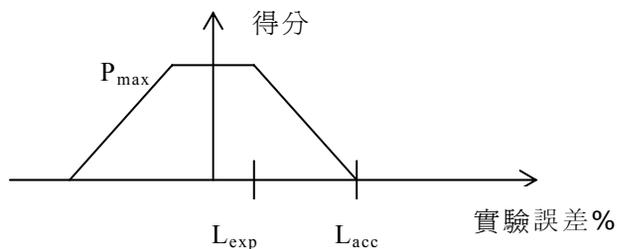
MA體積 (mL)	NaOH消耗量 (mL)	AA和SA 在1 mL MA的總量(mol)
1.00	$9.15 - 0.07 = 9.08$	$1.71 \times 10^{-5}$
1.00	$9.60 - 0.07 = 9.53$	$1.77 \times 10^{-5}$
測量之總量(mol)(註)		$1.75 \times 10^{-5}$

(註)：滴定評分法，0分至滿分，二者之間，有線性關係可以應用：

$P_{\max}$  滿分，若  $0 \leq |E| \leq L_{\text{expected}}$ (期待值)；0分，若  $L_{\text{accepted}}$ (接受值)  $\leq |E|$

$$P_{\max} \left( 1 - \frac{|E| - L_{\text{exp}}}{L_{\text{acc}} - L_{\text{exp}}} \right) \quad \text{若 } L_{\text{expected}} \leq |E| < L_{\text{accepted}}$$

( $P_{\max}$  - 滿分，E - 誤差，L - 給分範圍，在期待值  $L_{\text{expected}}$  和接受值  $L_{\text{accepted}}$  之間)



滴定时典型的得分範圍：

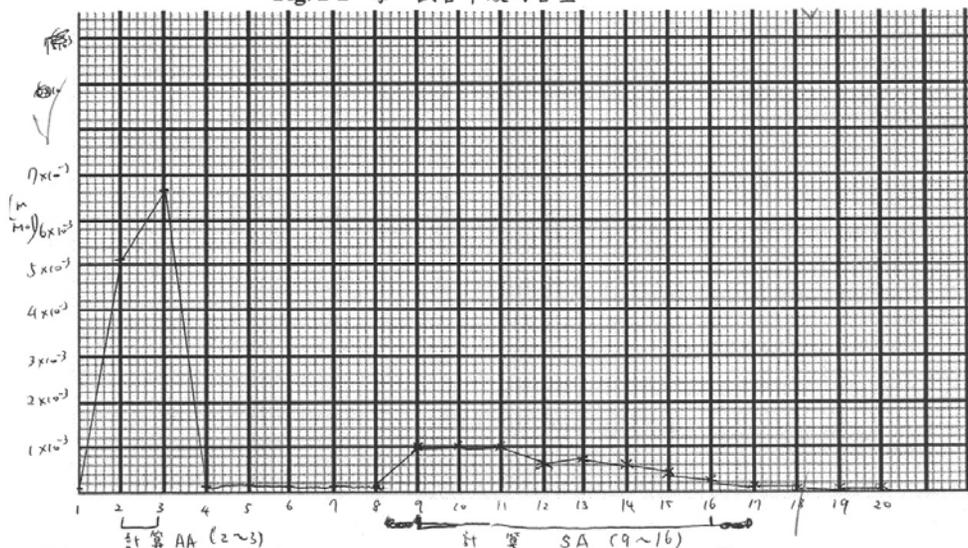
$L_{\text{expected}} = 0.5\%$  體積的相對誤差； $L_{\text{accepted}} = 3\%$  體積的相對誤差

2-2. 逆向管柱之分離與滴定

d) 每一試管中酸的量 (25 小分)

試管編號	1	2	3	4	5	6	7
滴定管起始刻度	37.70	37.80	40.70	40.30	44.40	44.60	44.70
滴定管最後刻度	37.80	40.60	44.10	44.40	44.55	44.70	44.80
NaOH使用體積 (mL)	0.03	0.73	3.53	0.03	0.08	0.03	0.03
酸 (mmol)	$5.64 \times 10^{-5}$	$5.13 \times 10^{-3}$	$6.64 \times 10^{-3}$	$5.64 \times 10^{-5}$	$1.50 \times 10^{-4}$	$5.64 \times 10^{-5}$	$5.64 \times 10^{-5}$
試管編號	8	9	10	11	12	13	14
滴定管起始刻度	44.90	45.15	45.80	46.40	39.10	39.50	39.95
滴定管最後刻度	43.05	45.75	46.40	47.00	39.50	39.95	40.35
NaOH使用體積 (mL)	0.08	0.53	0.53	0.33	0.33	0.38	0.33
酸 (mmol)	$1.50 \times 10^{-4}$	$9.96 \times 10^{-4}$	$9.96 \times 10^{-4}$	$9.96 \times 10^{-4}$	$6.20 \times 10^{-4}$	$7.14 \times 10^{-4}$	$6.20 \times 10^{-4}$
試管編號	15	16	17	18	19	20	
滴定管起始刻度	40.80	40.70	40.70	41.05	41.20	41.30	
滴定管最後刻度	40.70	40.70	41.05	41.15	41.30	41.40	
NaOH使用體積 (mL)	0.23	0.13	0.08	0.03	0.03	0.03	
酸 (mmol)	$4.32 \times 10^{-4}$	$2.44 \times 10^{-4}$	$1.50 \times 10^{-4}$	$5.64 \times 10^{-5}$	$5.64 \times 10^{-5}$	$5.64 \times 10^{-5}$	

Fig. 2-2 每一試管中酸的含量



e) AA 和 SA 分離出的量 (30 小分)

記得在圖2-2中標明你所使用的試管	
AA 分離出的總量(第一個流出峰)	$1.0 \times 10^{-2} \text{ mmol}$
SA分離出的總量(第二個流出峰)	$5.0 \times 10^{-3} \text{ mmol}$

$$\text{AA量} = \sum_{i=1}^2 \text{酸的量}, \quad \text{SA量} = \sum_{i=4}^{14} \text{酸的量}$$

f) AA 在 混合液 MA中的莫耳百分比 (20 小分)

e) 中的AA量	$1.0 \times 10^{-2} \text{ mmol}$
c) 中AA + SA 的總量	$1.48 \times 10^{-2} \text{ mmol}$

$$1.0 \times 10^{-2} / 1.48 \times 10^{-2} \times 100\% = 68 \%$$

68%
-----

### 三、實作測驗-3

圈選你的未知物編碼

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
----------	----------	----------	----------	----------	----------

3-1 實驗結果 (31.5 小分)

測試 \ 未知物		未知物						
		U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6	U-7
溶解度	CH <sub>3</sub> CN	○	○	○	○	○	X	○
	1M HCl	X	X	○	X	X	○	○
	water	X	X	○	X	X	○	X
	1M NaOH	X	○	X	○	○	○	X
Test 2 (DNPH)		-	-	-	-	+	-	-
Test 3 (CAN)		+	-	-	+	+	+	+
Test 4 (KMnO <sub>4</sub> )		-	-	+	+	+	-	+
Test 5 (pH)		n	a	n	a	a	a	b
Test 6 (FeCl <sub>3</sub> )		-	-	-	+	+	-	-

3-2 判斷未知物為何，將編號寫在空格中 (70 小分)

U-1	U-2	U-3	U-4	U-5	U-6	U-7
M	K	Q	F	V	G	A

## 伍、我國選手成績

第38屆2006年國際化學奧林匹亞競賽台灣代表隊 實作測驗 成績一覽表					
學生代號		TPE-S1	TPE-S2	TPE-S3	TPE-S4
題號	配分	得分			
實作試題 (40%)					
1	10.00	3.55	5.94	5.51	9.42
2	15.00	1.75	14.34	9.30	11.83
3	15.00	13.23	13.23	4.21	7.17
<b>實作總分</b>	<b>40.00</b>	<b>18.53</b>	<b>33.51</b>	<b>19.02</b>	<b>28.42</b>
(+60%)理論實得總分(100%)					
<b>總分</b>	<b>100.00</b>	<b>69.58(4)</b>	<b>89.77(1)</b>	<b>73.93(3)</b>	<b>80.46(2)</b>
獎牌 (名次/254人)		銀(32)	金(2) (最佳實作)	金(20)	金(8)

## 陸、教練與選手對實作競賽的心路歷程與感想

**教練甲：**此次競賽為緊接我國主辦，參加下來感觸良多。韓國普遍競爭心強烈，去年看到我們全新整理之實驗室，他們回去後立刻額外爭取一百萬美金的預算，整修實驗室。此行看到的是全新高品質的實驗室。為了展現他們的實力，甚至每位學生都配置一台光譜儀和電腦控制系統。各國代隊老師們都非常驚訝，這些硬體設施讓老師們留下極深刻的印象。接著是競賽的另一重點：實作競賽的試題。我們去年充分準備之有機合成，被各國認為一定太

難，要求放寬評分標準，以致後來分數偏高。今年大家相信韓國應也有充分準備，因而未要求寬鬆的評分標準。結果卻發現根本做不完，只有約十分之一的學生做完三個實作試題。我國的四位選手也有三位未做完，只有一位做完，但也沒有做得很理想。這結果，影響了他們接下來的理論競賽。

**教練乙：**7月3日教練團於下午2點搭專車到嶺南大學檢視實驗室的實作裝備，實驗室的實作裝備非常完整，同時配備筆記型電腦作為搭配光度計之測量使用。隨後在下午3點拿到所分發的實作試題，教練

團並開始做工作分配由張一知和陳建添教授負責實作試題的翻譯，而建國中學隨團老師則幫忙張一知教授做輸入與校對。7月4日正式進入大會所屬實作翻譯的場地，每個國家配有兩台筆記型電腦，但是印表機卻必需再到另外一台主機上使用，往往必需再將字體做調整，造成很多不便，整個翻譯過程至晚上10點左右才結束。7月9日在8點開始成績仲裁會議，實作由1名南韓教授全包，我們發現依照翻譯應在實作第2-3題圖型標示上必需標示所使用的試管，而成績仲裁委員故意刁難說學生未在空格內作答。第四次IJ獎牌決定會議則因為實作成績仲裁委員的固執與欠缺效率的情況下，延至晚上9點半才開始。

**選手甲：**經過三天休息後，第一場實作測驗於7月5日展開。一進去實驗室，我嚇了一跳，怎麼有這麼多台筆記型電腦？仔細一看，原來每人桌上都有一台，是連接分光光度計用的。這種精密儀器，我以前只用過幾次，不太熟悉，因此心裡不禁有點緊張。正好旁邊一位白俄羅斯的學生和我講了一些話，多少緩和了一點情緒。考試開始後，我光看使用說明就看了好久，還好後來用一用就熟練了。題目卷上時間分配明明說是1小時作第一題，其他兩題各用2小時。結果我第一題作完就用了1.5小時，心裡知道大事不妙，趕緊加快速度。那時我曾考慮跳過第二題數據處理直接作第三題，然而我一看到數據處理的分數佔了相當大的比重，就打消了念頭。盡快作完第二題後，第三題定性分析只能半推理

半猜測作完。主考官喊“stop”後，我收拾好東西，走出實驗室，真有種奇怪的感覺。後來打聽才知道，幾乎沒有人作完所有實驗。

**選手乙：**實作測驗來臨了，四位戰士互拍肩頭，殺入考場。甫一坐下，琳琅滿目的設備、器材映入眼簾，在看到人桌一台筆記型電腦+光電比色計的高價組合後，咋舌於大會的不惜血本(兩百多名選手，僅此設備至少耗費近千萬)之際，也不禁對賽前猜題搖頭苦笑(學長語：光電比色計這樣昂貴的東西，測量部分一定是交給大會處理的)。

默禱之後打開題目，這次有三個實驗：分光光度計測定吸收曲線與濃度、滴定求沖堤曲線及有機酸比例、有機化合物定性分析，大會建議分配時間分別是1,2,2小時---賽前不會有機合成的預測果然命中。這可是一大變革，往年有機合成都是實驗競賽的重頭戲，常常要求純熟的實驗技巧，又往往是一個步驟失誤便會全盤砸鍋，故被視為實驗培訓的主要項目。

初看題目，心裡盤算，第一題用儀器就可搞定，一小時該是綽綽有餘，甚至還能省下二三十分鐘分給剩餘部份。而有機定性分析看來只要按部就班也應可順利過關。沒想到人算不如天算，全然不是這麼一回事.....

不太熟悉的步驟加上一開始的微微腹痛，讓我一時有些手忙腳亂，甚至翻倒了一管試劑(幸虧當時已完成這部分數據)。而我更嚴重低估了數據處理、做圖等難度

不高卻費時的工作分量，整個第一題完成時竟已用掉近兩小時。此刻，「大事不妙」，四字立即湧上心頭。

連忙進入第二題，發現低濃度的酸鹼滴定極難判定酚酞變色終點(顏色淺，又易受空氣中二氧化碳影響)，但如今時間已不允許我仔細推敲，於是粗略地設定了標準，先以完成數據為優先。即使如此，在完成並回頭整理了一會兒第一題的數據後，手錶的指針已來到12點，也就是說我已只剩一小時來完成原先大會估計2小時的第三題。

人的潛力總是從逆境中被激發，最後一小時裡也許是我生平操作化學實驗最快的一回，約四五十分的時間解決了七個樣品的九樣測試。然而，欲速則不達卻是顛撲不破的至理，有的測試似乎因未觀察仔細或未適當稍待，而得到了錯誤結果，導致在不到十分鐘的有限推理時間內，發現矛盾又難以即時分析出最少矛盾的結果，只得半猜測的完成作答。

步出考場，雖然感覺情況不甚樂觀，但畢竟考試都結束了，多想無益，聽聽大家的情況似乎也難稱滿意。還是好好收拾心情，迎接下一挑戰吧！

**選手丙：**今年在韓國舉辦的國際化學奧林匹亞，整體而言辦得相當有水準。除了行程規劃頗為完善之外，這次的考試題目更堪稱近年來最困難的一次。這次的競賽，我覺得自己的運氣相當不錯，一些很嚴重的失誤對最後結果反而沒有太大影響。其中最嚴重的就是實驗考試的時候我忘

了要寫自己的是那一組的樣品，害我以為實驗就要以零分收場，幸好這些都只是幌子。因為這點運氣，教授在幫忙積極搶分之後，還能讓我搭上金牌的末班車。說實在，這面金牌有一半算是給教授的吧！今年化學選訓營的情形與我過去對科學奧林匹亞選訓營的認知不太一樣，很多教授比較著重於科學教育，用大學課程的內容來幫我們上課，而非一味的想要訓練我們成為比賽機器。這種做法有利也有弊，好的是可以廣泛涉獵化學的各領域，以培養對科學的正確學習態度；然而，這種做法也讓我們投入了大量時間在競賽程度以上的內容，例如群論、有機金屬等等，反而無法專心準備競賽和練習考古題。基本上以我自己的立場，當然是希望多學一點東西，增加對化學的認知。但是考完之後我才發現，雖然自己已經在這兩個月的訓練中盡力學習，對於競賽的準備仍然嚴重不足，很多基礎的化學知識都還沒有。尤其實驗的準備不足，導致比賽時技巧生疏，器材操作手忙腳亂，和實驗做不完的後果。所謂魚與熊掌，不可兼得，知道努力有了收穫，我還是相當高興。

**選手丁：**挑戰終究是要來臨！咋舌於昂貴的器皿，遍尋滿桌竟無下箸處，慌張的食客難免要狼吞虎嚥。交出作品，回首只有杯盤狼藉。

懊悔只有短短時間，補救的機會即將來到。

莫名的原因，莫名的情況，只能莫名地交出一張不知所云的白紙。茫然，等候

審判結果的人大概亦是如此地茫然吧。

心底蘊藏許久的疲倦藉由鏈鎖反應的機構爆發，不僅是由於過低濃度的睡眠，更由於長時間封鎖能量的瞬間釋放。

往後的幾天，不過是鏈鎖反應的餘波，以及剩餘的一些side reaction。不清楚從何而起，或是中止於何處。只能隨波逐流，在這一種無意識的流動中載浮載沉。

雖然笑容如偶現的日光，烏雲和閃電依舊籠罩整片大地。

那一隻手掀起了底牌？又是那一位詩人吟出了暗喻命運的篇章？

最熟悉的呼喚，卻只激起無足輕重的移動。上升、鞠躬、微笑，最後降落。雖只是兩種金屬的差異，然背後卻表徵著過多的分歧。濕潤的痕跡殘留在玻璃上，是洗不淨的化學藥品，再多的溶劑也沖不下。

然而，離別就在眼前，往昔的美好只能藉由一絲絲的芳香來重拾。為何總是高高的舉起，再重重的摔落？回憶一點一滴地腐蝕著殘破的心靈，在向晚的天空中宣示諷刺的勝利。

## 柒、參考資料

教育部第38屆國際化學奧林匹亞競賽參賽計畫(邁入第十五週年(15<sup>th</sup> Taiwan NChO)：總報告(下冊)：台灣參加南韓38th IChO 2006 經過與成果，計畫主持人：方泰山教授，計畫共同主持人：謝明惠主任，中華民國九十五年九月  
第38屆國際化學奧林匹亞競賽南韓官方網站：<http://icho2006.kcsnet.or.kr/>  
台師化奧15th NChO (38th IChO 2006選訓) 中文網站：<http://icho.chem.ntnu.edu.tw/Cwelcome.htm>