

教育部七十七學年度 高級中學化學能力競賽 (國際化學奧林匹亞模式) 總決賽透視

方泰山

國立臺灣師範大學化學系

國內化學科的實驗能力競賽，已舉辦了三次⁽¹⁾。今年堂堂進入第四個年頭，總算有所突破，除了把「化學科實驗能力」競賽改爲較爲寬廣的「化學能力」競賽，並且仿效國際化學奧林匹亞模式⁽²⁾，把原只包含實驗操作及設計的活動，再加廣到化學理論的紙筆測試競賽；因而競賽時間也由原來的 4 個小時競試，增加到約 12 小時的競試，並且每二人一組改爲一人一組的單打獨鬥比賽。其實去年的化學科實驗能力競試⁽³⁾，已跨出了一小步，爲今年的競試做了一試探性的鋪路工作。在去年競試結束以後，教育部即委由科教中心研究化學科從「自然科學實驗競試」分出來單獨辦理的可行性，結果決定化學科仿效國際奧林匹亞模式辦理。初賽由各校在去年十二月底前辦理完畢，複賽分臺灣省北、中、南三區及台北市、高雄市在一月底前比賽。結果來自各區的優勝代表共計四十一名，於本年二月廿及廿一日，齊集國立臺灣師範大學化學系，參加全國性的化學能力總決賽。由於篇幅所限，本期先就競試的全貌予以透視，至於試題的詳細解析，將隨後在本刊陸續刊登。

一、競賽方式與程序

各區選出的代表，其中臺灣省 28 人，臺北市 8 人，高雄市 4 人及金馬地區 1 人，共 41 人，以個人爲單位，進行總決賽。總決賽共分二大部份：第一部份爲筆試，佔總成績的 40%，分二個階段進行，第一階段成就測驗（1 小時），以高中化學教材爲範圍，第二階段，則爲比較開放的測試（2 小時）；第二部份爲實驗操作與探討研究，佔總成績的 60%，亦分做二個階段進行。第一階段爲物質性質的探討，計有三個單元的獨立實驗，同時進行，單元一與二各爲 50 分鐘，單元三爲 110 分鐘，即每個人要完成

210分鐘三個單元的實驗。第二個階段為連續170分鐘，包括合成與分析的實作及探討研究。

詳細的總決賽程序時間表，列表如下：

總決賽程序表

78年2月20日（星期一）								78年2月21日（星期二）				
報 到	賽 前 說 明 會 議	開 幕 式	筆 試 （ I ）	實驗操作（I） （分三站進行） 物質性質的探究				筆 試 （ II ）	實驗操作（II） （合成與分析）	示範實驗內容 （評審會及 演說）	閉 幕 式 及 頒 獎	賦 歸
08:00 08:30	08:30 09:00	09:00 09:40	09:40 11:40	13:30 14:20	14:30 15:20	15:30 16:20	16:30 17:20	08:30 09:30	09:40 12:30	14:00 16:00	16:00 17:00	17:00

二、評審與成績計算

評審是由教育部聘請國內化學科專家學者擔任，名單如下：

- 魏明通 國立臺灣師範大學化學系教授兼科學教育中心主任及科學教育研究所所長
- 石延平 國立臺灣工業技術學院化工系教授兼學院院長
- 許順吉 國立臺灣師範大學化學系教授兼系所主任
- 張昭鼎 國立清華大學教授兼中央研究院原子分子科學研究所主任
- 彭旭明 國立臺灣大學教授兼化學系所主任
- 蕭次融 國立臺灣師範大學化學系教授
- 楊寶旺 國立臺灣大學化學系教授（高中化學教科書編輯小組召集人）
- 鄭華生 國立清華大學化學系教授（國科會科教處普化小組召集人）
- 施正雄 國立臺灣師範大學化學系教授兼科教中心綜合業務組組長
- 黃長司 國立臺灣師範大學化學系教授兼科教中心資料出版組組長
- 方泰山 國立臺灣師範大學化學系教授

成績的評定，依各部份及各單元所需時間及難易度加以記分。在筆試部份：筆試佔

40%，筆試（I）佔 $\frac{2}{3}$ ，筆試（II）佔 $\frac{1}{3}$ 。在實驗操作及設計，各站的實驗技巧及態度佔各該部份的40%，由11位評審的平均分數核計，其餘的60%，則由設計好的實驗報告，評定實驗的設計，數據（包括定性及定量），結果與討論。

除了11位評審外，另有八位助理評審，協助準備器材，評審過程的協調與服務工作。

三、試 題⁽⁴⁾

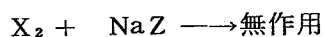
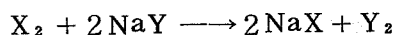
（一）筆試部份

七十七學年度高級中學化學科實驗能力競賽筆試（I）

編號：_____

一、下列35個選擇題，每題均有四個選目，其中有一個最適合題意，將其號碼填寫在括弧內（每題答對給2分，答錯倒扣0.5分）。

1. 今有三種鈉的化合物NaX、NaY、NaZ，若分別電解其水溶液可得三種分子： X_2 、 Y_2 、 Z_2 。根據下列實驗結果：



則知此三種分子彼此間取代的化學活性順序為：

- () ① $X_2 > Y_2 > Z_2$ ② $Y_2 > Z_2 > X_2$ ③ $Z_2 > X_2 > Y_2$ ④ $X_2 > Z_2 > Y_2$

題2～7是與溶液的稀釋、濃度、pH值、酸鹼中和等有關的實驗。今以量筒取1公撮（ cm^3 、mL）的0.1M鹽酸，加蒸餾水混合均勻調配成10公撮，得溶液A。（設蒸餾水的pH值等於7）

2. 試問溶液A的鹽酸濃度是：

- () ① 10M ② 1M ③ 0.1M ④ 0.01M

3. 溶液A的pH值是：

- () ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4

4. 取 1 公 的溶液 A，再加蒸餾水調配成 100 公撮，得溶液 B，則溶液 B 的 pH 值是
() ① 1 ② 2 ③ 4 ④ 8
5. 取 1 公 的溶液 B，加入蒸餾水配成 100 公撮，得溶液 C。次取 1 公撮的溶液 C，再加蒸餾水配成 1000 公撮，得溶液 D，則溶液 D 的 pH 值與下列那一數值最接近？
() ① 6 ② 7 ③ 8 ④ 9
6. 另取 1 公撮的溶液 A，加蒸餾水 10 公撮後滴入酚酞試液 2 滴，所得溶液的顏色是：
() ① 無色 ② 黃色 ③ 紅色 ④ 橘色
7. 於上一題（第 6 題）所得溶液中加入 0.01M 的氫氧化鈉溶液 1 公撮，混合均勻後溶液的 pH 值是：
() ① 6 ② 7 ③ 8 ④ 9
8. 小明不小心將一個舊的一元銅幣掉入醬油碟中，約半小時後，當小明要洗醬油碟時吃了一驚，因為銅幣表面的花紋_____。
() ① 不見了 ② 變黑了 ③ 變亮了 ④ 變綠了
9. （接上一題）這是因為醬油中含有下列那一種物質使然？
() ① 鹽酸 ② 黑色素 ③ 胺基酸 ④ 防腐劑
10. 乙酸乙酯在酸性溶液中水解後可得_____。
() ① 水 ② 醋酸 ③ 冰醋酸 ④ 二氧化碳
11. 將白色氯化鉛粉末少許溶於稀硝酸得一無色溶液 A，在溶液 A 中加入某化合物 X 的水溶液，得黑色沈澱，則化合物 X 可能是：
() ① NaCl ② KBr ③ Na₂S ④ K₂SO₄

題 12 - 15 與下述實驗有關：取木質筷子一雙，如圖 12-a 以鋁箔捲包約三層，其一端密封，另一端為開口（預放一根筷子，捏實鋁箔後抽出成為通道）。今將其置於本生燈的火焰上，加熱筷子的前端約 3 公分，如圖 12-b。過一會兒，見淡淡的白煙自鋁箔開口的一端冒出來。

12. 繼續加熱，等到冒濃煙時，將點了火的火柴移入濃煙，則見 (A)濃煙吹熄了火柴的火焰 (B)濃煙著火燃燒 (C)濃煙有臭味 以上的觀察記錄何者是對的？

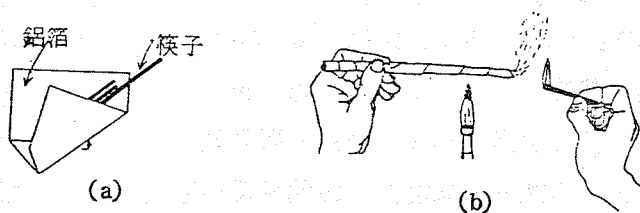


圖 12

- () ① A 與 C ② B 與 C ③ A ④ B
13. 等到不再冒出白煙，關熄本生燈的火焰，打開鋁箔，則見筷子受熱部分變成_____。
- () ① 木炭 ② 焦油 ③ 木醇 ④ 木質纖維
14. 今以竹質筷子替代木質筷子，同樣以鋁箔包緊後加熱，則同第 12 題的觀察記錄中何者是對的？
- () ① A 與 C ② B 與 C ③ A ④ B
15. 同第 13 題的作法，打開鋁箔，則見筷子受熱的部分變成_____。
- () ① 木炭 ② 焦油 ③ 木醇 ④ 竹質纖維

題 16 ~ 20 與下述實驗有關：在一個不透氣的塑膠袋內，預先放 1 個貝殼（4 公克）、1 瓶鹽酸（6M、20 公撮）與 1 瓶氫氧化鈉（10M、30 公撮）溶液，如圖 16-a。小心擠壓塑膠袋內的空氣後封閉塑膠袋口（袋口打結如圖 16-b），此時袋內幾近真空。放在天平上稱得重 W_1 公克。次將鹽酸倒出，即見產生許多氣泡，而塑膠袋逐漸脹大，如圖 16-c。

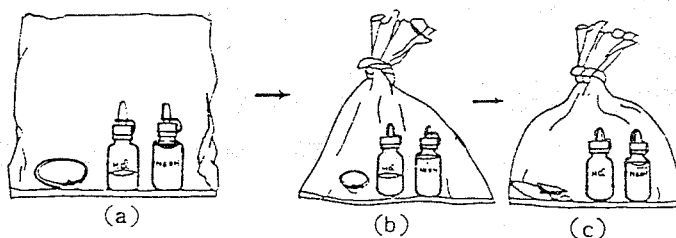


圖 16

16. 試問袋內所產生的氣泡是：
- () ① HCl ② CO_2 ③ O_2 ④ $\text{O}_2 + \text{N}_2$

17. 等上述作用完畢，放在天平上再稱重一次得 W_2 ，則 _____。
() ① $W_2 = W_1$ ② $W_2 > W_1$ ③ $W_2 < W_1$ ④ $W_2 = W_1 - 4$
18. (接上一題) 然後打開氫氧化鈉的瓶蓋，先倒出一點溶液，產生少量的白色沈澱 X，從塑膠袋外用手指輕輕揉揉溶液，即見沈澱溶解，再加少量氫氧化鈉溶液，又見沈澱復現，但揉一揉又消失，如此可反覆數次。試問沈澱 X 是：
() ① 食鹽 ② 碳酸鈣 ③ 氫氧化鈉 ④ 氫氧化鈣
19. 倒出全部氫氧化鈉，則產生大量的白色沈澱，此時塑膠袋內溶液的溫度如何？
() ① 不變 ② 升高 ③ 降低 ④ 先降後升
20. 搖一搖塑膠袋內 19 溶液，即見塑膠袋逐漸縮小，袋內氣體終至消失，又呈現幾近真空的狀態。在室溫時再稱重得 W_3 ，則理論上 _____。
() ① $W_3 = W_1$ ② $W_3 > W_1$ ③ $W_3 < W_1$ ④ $W_3 > W_2 > W_1$

題 21 ~ 28 關於碘溶液的顏色變化。取一透明的玻璃茶杯，放入自來水約 10 公 後滴入碘酒數滴，搖一搖茶杯即得黃褐色溶液 A ($\text{pH} < 7$)。

21. 在溶液 A 滴入 1 滴 6 M 的 NaOH，搖一搖茶杯，使溶液均勻，得溶液 B ($\text{pH} > 7$)。此時溶液 B 的顏色是：
() ① 黃褐色 ② 紅色 ③ 藍紫色 ④ 無色
22. 在溶液 B 滴入 2 滴 6 M 的 HCl，搖一搖茶杯，溶液均勻後得溶液 C。此時溶液 C 的顏色是：
() ① 黃褐色 ② 紅色 ③ 藍紫色 ④ 無色
23. 在溶液 C 中再滴入 3 滴 6 M 的 NaOH，搖一搖茶杯，溶液均勻後得溶液 D。此時溶液的顏色是：
() ① 黃褐色 ② 紅色 ③ 藍紫色 ④ 無色
24. 若在溶液 A 中加入餅乾的碎屑，搖一搖茶杯，得混合溶液 E。此時溶液 E 的顏色可能是：
() ① 黃褐色 ② 紅色 ③ 藍紫色 ④ 無色
25. 若在溶液 A 中，慢慢加入 2 M 的亞硫酸鈉溶液，適至色變，得溶液 F。此時溶液 F 的顏色是：
() ① 黃褐色 ② 紅色 ③ 藍紫色 ④ 無色

26. 若在溶液F中，慢慢滴入雙氧水至色變，則所得溶液的顏色是：
() ①黃褐色 ②紅色 ③藍紫色 ④黃白色
27. 若在溶液E中，慢慢滴入氫氧化鈉溶液至顏色恰好改變，則所得溶液的顏色是：
() ①黃褐色 ②紅色 ③藍紫色 ④黃白色
28. 若在溶液D中滴入酚酞溶液數滴，則所得溶液的顏色是：
() ①黃褐色 ②紅色 ③藍紫色 ④黃白色

題 29 ~ 35 是與銅有關的實驗。銅幣係指新台幣壹圓的硬幣。

29. 以濕棉花蘸氮化汞固體後磨擦一個全新的銅幣至銅幣表面色變均勻後水洗，用衛生紙輕輕擦亮，結果銅幣表面呈現 _____。
() ①黃金色 ②銀灰色 ③灰黑色 ④青銅色
30. 將一個全新的銅幣放入本生燈的火焰中加熱至紅熱，取出銅幣，冷後銅幣表面呈現 _____。
() ①黃金色 ②銀灰色 ③灰黑色 ④青銅色
31. 將一個全新的銅幣放入鋅粉與氫氧化鈉的濃溶液中加熱，數分鐘後取出銅幣水洗，以衛生紙擦亮，結果銅幣表面呈現 _____。
() ①黃金色 ②銀灰色 ③灰黑色 ④青銅色
32. (承上題)將在上題所得銅幣在本生燈的火焰中加熱，適至色變即取出，冷後銅幣表面呈現 _____。
() ①黃金色 ②銀灰色 ③灰黑色 ④青銅色
33. 銅器放久了，表面就發黑。這是因為表面被 _____。
() ①陽光晒黑 ②灰塵蓋住 ③空氣氧化 ④酸雨浸蝕
34. 表面發黑的銅器可用棉花蘸「擦銅水」擦亮。市售「擦銅水」可能含有 _____。
() ①稀硝酸水 ②王水 ③氨水 ④汽油
35. (承上題)蘸「擦銅水」用的白色棉花，擦後變為 _____。
() ①黑色 ②灰色 ③紅色 ④藍色

二、申論題：實驗設計

1. 假如實驗桌上放有下列器材：

量筒 (100mL , 10mL) 各 3 個 0.1M ANO_3 50mL

燒杯 (100mL, 400mL)	各3個	0.1M ANO_3	50mL
吸管	3支	0.1M $\text{B}(\text{NO}_3)_2$	50mL
試管 (12mm × 10cm)	20支	蒸餾水	NaC mL
試管架	1個	註：A、B、C是代號	

如何利用這些器材設計一個實驗，用以估計難溶性化合物AC與 BC_2 的溶度積 K_{sp} ？簡要地寫下(a)實驗方法（根據什麼？），(b)實驗步驟（條列式），(c)計算方法。

〔計分：(a)與(c)各5分，(b)10分〕

2. 假如在0.1M的無色 AX_2 溶液中加入0.1M的無色BY溶液則產生有色的沈澱。若在此混合液中繼續加BY溶液，則可使有色沈澱消失終得無色溶液。如何設計一實驗（器材不限制）以探討(a)有色沈澱的化學式，(b)沈澱為何消失？

〔計分：(a)與(b)各5分〕

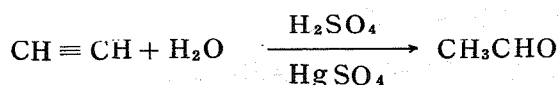
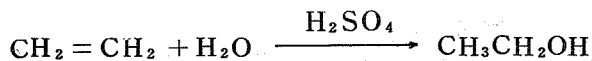
七十七學年度高級中學化學科實驗能力競賽筆試(II)

一、單選題：（20%，每題二分）

- () 1. 原子序為17的元素，可與下列那一個原子序所代表的元素結合成離子化合物？(A) 35 (B) 19 (C) 17 (D) 9
- () 2. 下列那一類物質在正常結構中，氫鍵不佔重要地位？(A) 酵素（酶） (B) 核酸 (C) 蛋白質 (D) 醣
- () 3. 下列那一項為保存該物質的適當方法？
(A) 用玻璃瓶保存KOH標準溶液
(B) 用玻璃瓶保存HF溶液
(C) 用玻璃瓶保存 H_2SO_4 標準溶液
(D) 用銅器保存 AgNO_3 溶液
- () 4. 下列各化合物中酸性最強的是：(A) HOClO_3 (B) HOClO_2 (C) HOClO (D) HOCl
- () 5. 500克水中溶有107.4克的有機物時，其沸點上升度數為 0.32°C ，則該物質的分子量為：(A) 342克/莫耳 (B) 300克/莫耳 (C) 684克/莫耳 (D) 171克/莫耳 ($K_b = 0.51$)

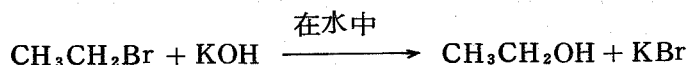
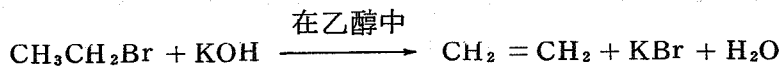
- () 6. 以 36.5%，比重 1.2 之濃鹽酸製成 1 N 之稀鹽酸時，須稀釋成原液體體積的幾倍？(A) 6 (B) 12 (C) 10 (D) 20
- () 7. 重 1 公斤，體積為 1.12 升的兩容器，在標準狀況下分別裝滿氧氣和氫氣(原子量 40)，試問兩容器連氣體的總重量比約為若干？(A) 4:5 (B) 1:1 (C) 2:5 (D) 5:4
- () 8. 若 $\text{NH}_3 + \text{CH}_3\text{Cl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ 的反應速率隨溶劑極性之增加而加快，則使用下列那一種溶劑時反應最快？
 (A) $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$ (B) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ (C) $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$ (D) CH_3OCH_3

- () 9. 已知下列兩反應在標示條件下可順利完成



- 則下列那一項敘述有誤？(A) $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ 的化學性質較活潑 (B) $\text{CH} \equiv \text{CH}$ 的化學性質較活潑 (C) $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ 放出的總反應熱比 $\text{CH} \equiv \text{CH}$ 放出者小 (D) H_2SO_4 , Hg SO_4 是催化劑

- () 10. 已知下列兩反應可順利完成



你(妳)認為下列那一項是促成它們走不同反應途徑的最重要因素

- (A) 反應溫度不同，因乙醇沸點較低 (B) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 的濃度不同 (C) KOH 的濃度不同 (D) KOH 在水和乙醇中的鹼性強度不同

二、填充題：(20%，每格二分)

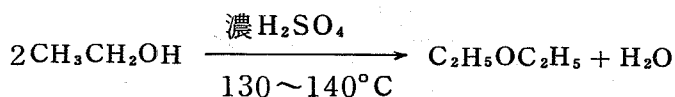
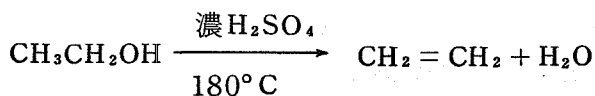
- 預測下列各化合物的鍵角： AlCl_3 _____， BeCl_2 _____， $(\text{CH}_3)_3\text{O}^+$ _____。
- 已知在波長為 254 nm 時，化合物 A 的 UV 吸收係數(extinction coefficient, ϵ)為化合物 B 的 4 倍，現在在某混合物的高效能液相層析圖譜上，量得化合物 A 的吸收峯高度為 6 cm，化合物 B 為 4 cm，則化合物 A 與 B 的莫耳數比為 _____。

_____, 重量比為 _____ (設分子量分別為 A: 120, B: 60)。

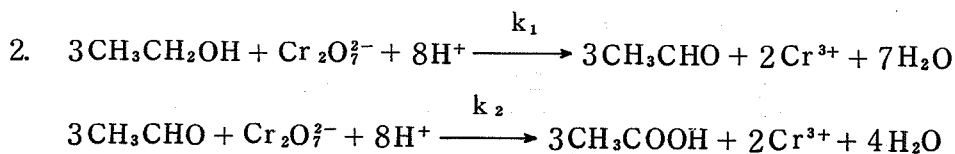
3. 電解濃食鹽水溶液, 在陽極產生 _____, 若滴酚酞數滴於陰極, 則見電極附近溶液呈 _____ 色。
4. 乙炔 ($\text{CH} \equiv \text{CH}$) 5.2 克完全燃燒後可生成水 _____ 克, 在 0°C , 2 大氣壓下生成二氧化碳 _____ 升。(視 CO_2 為理想氣體)
5. 電鑄凹形圖文時, 應將被鑄物放在 _____ 極。

三、問答題: (10%, 每題五分)

1. 乙醇用濃硫酸脫水後可得乙烯或乙醚



上列反應因溫度不同而產生不同結果, 理由何在?



已知(a) $k_2 > k_1$

(b) 各有機物之沸點分別為: 乙醇 78.3°C , 乙醛 20.8°C , 乙酸 118.1°C

試問(a) 在正常情況下主產物應為什麼?

(b) 若要製備乙醛應如何處理?

(二) 實驗操作及探討部份

(A) 第一階段：

隨身攜帶的器材：

- | | |
|--------|-----------------------|
| 1. 調色盤 | 6. 小手帕 |
| 2. 蒸餾水 | 7. 量筒 10mL |
| 3. 衛生紙 | 8. 標籤 1 張 |
| 4. 棉花 | 9. 吸管 6 支 |
| 5. 牙籤 | |

實 驗 I

器材：

1. 燒杯 600mL
2. 燒杯 100mL
3. 量筒 100mL

藥品：

1. 溶液 X : $X(NO_3)_2$ 0.1 M
2. 溶液 Y : YNO_3 0.1 M
3. 溶液 Z : KZ 0.1 M
4. HCl 0.1 M
5. 紫色高麗菜汁
6. 廣用試紙一盒

實 驗 II

器材：

1. 加熱設備一套
2. 鑷子(彎、直各一)
3. 火柴一盒
4. 蒸發皿
5. 燒杯
6. 刮勺一支

藥品：

1. 鋅粉
2. 硝酸汞固體
3. NaOH 6 M
4. 新銅幣六個

實 驗 III

器材：

1. 試管 10 支
2. 試管架
3. 小試管刷 1 支

藥品：

1. 溶液 A
2. 溶液 B
3. 溶液 C
4. 溶液 D
5. 溶液 E
6. 溶液 F (KIO_3 0.1 M)
7. 溶液 G (NaHSO_3 0.1 M)
8. 溶液 H (澱粉液 0.7 %)
9. 溶液 K (KI 0.1 M)
10. 溶液 L (HgCl_2 0.1 M)
11. 碘酒

實驗 I 溶液的稀釋、pH 質、以及難溶鹽的溶度積

實驗步驟：

- 一、在調色盤上的小格子滴 1 滴 1 M 的氫氧化鈉後，滴上 9 滴蒸餾水，混合均勻，得溶液 A。
- 二、取 1 滴溶液 A，設法將其稀釋 100 倍，得溶液 B。
- 三、設法將溶液 B 稀釋 100 倍，得溶液 C，再稀釋 100 倍得溶液 D。
- 四、比較溶液 A、B、C、D、1MNaOH 與蒸餾水的氫離子濃度與 pH 值。注意：先以廣用試紙 (F) 測 pH 值。次將上述各液依序滴 4 滴在調色盤上成一小水珠，各加紫色高麗菜 (G) 1 滴，比較顏色，紀錄在下表。各滴水珠留下評分。

項 目	A	B	C	D	1M NaOH	蒸餾水
H^+ 濃度 M (估計)						
在 F 上 的 顏 色						
pH 值						
加 G 後 水 珠 顏 色						

五、利用桌上的器材，自行設計實驗步驟，以估計難溶性化合物 XZ_2 的溶度積 K_{sp} 。

在這張紙的背面簡要地寫下實驗步驟、計算式、運算過程，並分辨 X、與 Z 後填寫下表。

注意：X、Y、Z 是代號；以自來水替代蒸餾水使用

溶液 X 是 0.01M $X(NO_3)_2$

溶液 Y 是 $AgNO_3$

溶液 Z 是 0.01M KZ

項 目	K_{sp}	化 學 式	所據以決定化學式的理由
XZ_2			

實驗 II 鍊金術師的夢

實驗步驟：

一、用原子筆的筆套取固體的硝酸汞少許，放在調色盤的小格子，滴水數滴。以鑷子夾棉花球沾取少許潤濕的硝酸汞，在銅幣上磨擦至銅幣表面色變均勻。水洗後以衛生紙擦亮，同樣再做一個，其中一個貼上標籤(1)。

〔問 a〕這個硬幣的外觀如何？

〔問 b〕硬幣外表為什麼變色？簡要地說明並以化學方程式表示。

二、用酒精燈的火焰加熱在步驟一所得的另一個硬幣至色變，用冷水冷卻後擦乾，貼標籤(2)。

〔問 c〕這個硬幣的外觀如何？

〔問 d〕硬幣的外表為什麼又變色了？試簡要地說明。

三、在蒸發皿放鋅粉約 4 克（約一個銅幣重）、6 M 的 NaOH 約 10 mL、與 3 個新銅幣後，以酒精燈加熱至近沸騰即熄火。銅幣在熱溶液內續放約 10 分鐘後取出水洗，以衛生紙擦亮，其中一個貼標籤(3)，其餘兩個供下一步驟之用。

〔問 e〕硬幣的外表如何？

〔問 f〕寫有關化學反應。

四、用酒精燈加熱上一步驟所得的兩個硬幣至色變即取出，用冷水冷卻後擦乾，其中一個貼標籤(4)。

〔問 g〕硬幣的外觀如何？

〔問 h〕為什麼硬幣外表變色？試簡要地說明。

五、在上一步驟所得的另一個硬幣續以酒精燈加熱至顏色改變即取出，用冷水冷卻後擦乾，貼標籤(5)。

〔問 i〕硬幣的外觀如何？

〔問 j〕為什麼硬幣外表又變色？試簡要地說明並與〔問 d〕、〔問 h〕比較。

註：貼好標籤的五個硬幣與一個銅幣要裝在封口袋內，袋外貼編號以便評分。

實驗Ⅲ 化學反應的探討與未知溶液的識別

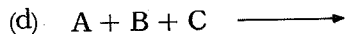
實驗步驟：(注意：溶液的量均為估計的大約數值，答案寫在本頁底下的空白處或下一頁的空白紙，標明題號不必抄題。)

- 一、以小試管取1mL的溶液A，依序加入1mL的溶液B與1mL的溶液C，搖一搖試管，有何現象？將所觀察到的現象簡要地寫下來。(試管的溶液留下來，供步驟四使用。)
- 二、在調色盤上滴一滴溶液A，在其上依序滴下一滴的溶液B與一滴的溶液C，立即用牙籤攪拌均勻，將所觀察到的現象與在步驟一所觀察到的結果比較。簡要地寫下其異同。
- 三、同步驟一的操作，但改變溶液B的量，例如0.5mL、1mL、2mL 等等，簡要地寫下所觀察到的現象，並試想可得什麼結論？
- 四、在步驟一所得溶液中，一滴一滴地邊搖試管邊滴溶液D至色變，搖一搖試管，溶液均勻後再滴溶液D，將所觀察到的現象寫下來。
- 五、在步驟四所得的溶液中，加入溶液E，有何現象發生？再加溶液D，結果如何？將所觀察到的現象寫下來。

以上各位所做的實驗，是否有趣？爲了回答下列的〔問1〕、〔問2〕，希望你自行設計一些可行的實驗，以實際實驗所觀察到的事實推出結果。下列的例(1)、(2)、(3)或許可以提供你作爲實驗設計的參考。

〔問1〕溶液A、B、C、D、E是什麼？

〔問2〕下列的反應是什麼？(假設使用同量時)



另外5個瓶子的試劑是

(F) KIO_3

(G) $NaHSO_3$

(H) 澱粉液(0.7%)

(K) KI

(L) $HgCl_2$

除了澱粉液爲0.7%外，其餘的溶液均爲0.1M。溶液A-E可能是6M HCl、6M

NaOH 以及溶液 F - L 的一種或兩種的混合液，另外還有一瓶碘酒。

在調色盤上做實驗是一個簡便的方法，不妨試一試。

例如：(1)在調色盤的小格子滴一滴碘酒，加 10 滴蒸餾水沖稀，混合均勻，得稀碘酒液。

滴其一滴於調色盤上後，在其上滴一滴溶液 D，有什麼變化？(a) _____
_____；

用化學方程式表示：(b) _____

在水珠上加 2 滴溶液 E，有什麼變化？(c) _____；

用化學式表示：(d) _____。

另取一滴稀碘酒液，加入一滴溶液 H，有什麼變化？

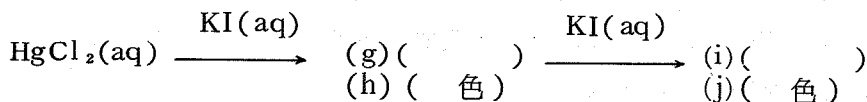
(e) _____；

在其上加一滴溶液 D，結果如何？

(f) _____。

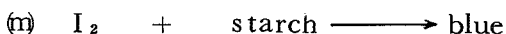
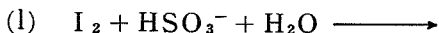
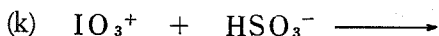
(2)滴一滴溶液 L 於調色板上成一「小水珠」，在其上一滴一滴慢慢滴上溶液 K，
每滴一滴就用牙籤攪拌均勻，觀察到了什麼？

以上所觀察到的現象，其反應可用下列流程表示：



(3)在調色盤上滴一滴溶液 H，在則上加 1 滴溶液 G，與 1 滴溶液 F，再加入 1 滴
溶液 F 或溶液 G……，觀察到了什麼？由此可推出什麼結論？

以上所觀察到的現象，其反應是（反應 k 與 l，寫化學方程式）



由以上的實驗可以回答〔問 1〕與〔問 2〕嗎？將答案寫下來。

(B) 第二階段：

實驗 IV 阿司匹靈 1.2.3. 2.

在化學家和醫師的合作之下，一個化學物質常會變成一種可以治病的藥物，阿司匹靈（Aspirin）就是這樣被發展出來的第一個聞名天下的合成化學藥物，自從 1899 年

阿司匹靈在實驗室合成出來後，就一直被認為是一種具有止痛、消炎、及解熱的良藥，以下這三個小時，要合成這個化合物，並探究市面上所售的“阿司匹靈”。

藥品：

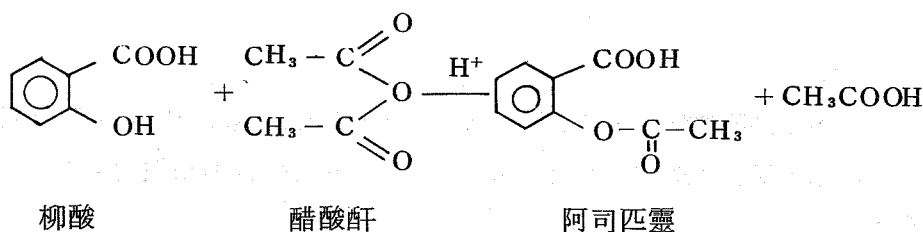
柳酸	1.5 克	磷酸 (85%)	1 毫升
阿司匹靈藥片	2 片	醋酸酐	5 毫升
氫氧化鈉 (1M)	80 毫升	冰水 (含冰)	100 毫升
鹽酸 (0.18M)	200 毫升	蒸餾水	1 升
酚酞	1 毫升	紅藍石蕊試紙各 3 張	

器材：

錐形瓶	3 個	滴定管架	1 組
多孔磁漏斗	1 個	滴管	5 支
有孔橡皮塞	1 個	玻棒	2 支
抽濾用錐形瓶	1 個	刮勺	1 支
水流泵	1 個	稱量紙	10 張
量筒 (100 毫升)	1 個	濾紙	5 張
量筒 (10 毫升)	1 個	剪刀	1 隻
燒杯 (100 毫升)	2 個	酒精燈	1 個
滴定管	2 支	火柴	1 盒
燒杯 (1 升)	1 個	漏斗	1 個
研鉢	1 組	天秤	1 組

(一) 阿司匹靈的合成

(注意：所使用的醋酸酐，有刺激的噴鼻味，且對皮膚有腐蝕性，使用時，應注意安全)



實驗步驟：

1. 在 125 mL 的錐形瓶內，放 1.5 克的柳酸，以滴管小心地加入 5 mL 的醋酸酐，再

加入5滴的85%磷酸，輕搖混合均勻，在室溫讓其反應5分鐘，偶而搖動，以促其反應。

〔問題一〕 為何加入5滴的85%磷酸？（5分）

2. 然後小心地加入2mL水。

〔問題二〕 此時有何現象發生？為什麼？（5分）

3. 反應液中，若仍有固體存在，則用抽濾法將其除去，若無，則直接做步驟4。

4. 將澄清的反應液倒入一含40mL冰水（含冰）的小燒杯內，以玻棒稍微攪拌，靜置，待晶體析出後，以抽濾法取出固體，此固體即為阿司匹靈。

〔問題三〕 當抽濾完畢後，如何除去吸附在濾紙及晶體上的雜質？（5分）

5. 利用水做再結晶以純化產物，然後烘乾，計算產率。

〔問題四〕 已知柳酸在25°C時，1克可溶於460mL水中，而阿司匹靈在25°C時1克可溶於300ml水中，且在沸水中有分解的現象，根據這些資料，說明如何做再結晶？（5分）

〔問題五〕 產物放置於烘箱中一段時間後，如何利用現有的設備可判斷產物是否已烘乾？（5分）

（利用產物在烘乾的時間，先做第二部份中關於藥片的實驗，待烘乾後再回來計算產率，注意，產物放進烘箱前要先標上號碼，以免和別人的相混淆。）

實驗記錄：

濾紙重 _____ 克

（阿司匹靈+濾紙）重 _____ 克

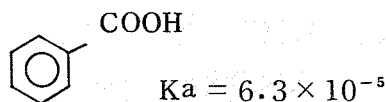
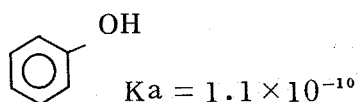
阿司匹靈重 _____ 克

產率 _____ %

詳列計算產率的方法：(20分) (C = 12.00, H = 1.000, O = 16.00)

(二) 分析藥片及合成物中阿司匹靈的百分比

阿司匹靈在鹼性水溶液中會水解而產生柳酸及醋酸，已知1莫耳阿司匹靈水解時，會作用掉2莫耳的鹼，而酚及苯甲酸的Ka值如下：



實驗步驟：

1. 取阿司匹靈藥片一片，在研鉢內磨成粉末，秤重，同時秤取等重的合成物（即你所合成的阿司匹靈）分別做下列反應。

〔問題六〕 在此處必需精確秤重樣品，抑或粗略秤重即可？為什麼？（5分）

2. 將所秤的兩份樣品，分別放入兩個125mL的小錐形瓶內，各加入15mL（要精確）1M的NaOH，稍微搖動錐形瓶，使阿司匹靈溶解，在室溫靜置5分鐘，若有必要可微熱之。

〔問題七〕 利用所供給的藥品，測其酸鹼性。（5分）

你如何測試：

結論：

3. 進行酸鹼滴定，並利用下面的實驗記錄表，計算結果，計算時應考慮有效數字。

實驗記錄及整理（所供給的酸鹼濃度都為精確的標準濃度）

	樣品重	加入NaOH量	加入HCl量	阿司匹靈%
合成的樣品	_____	_____	_____	_____
藥片	_____	_____	_____	_____

將計算方式詳列於下，並解釋如此計算的理由（20 分）

〔問題八〕 除了以上用滴定的方法可知阿司匹靈的純度及含量，再設計一個方法，可用以分析阿司匹靈的含量。（5 分）

〔問題九〕 在阿司匹靈的合成及分析的過程中，反應不完全（指合成），或因加入的酸過量（指分析），會有不溶物及沈澱產生，此固體是什麼？如何用一種相當靈敏的方法來檢驗它的存在？（10 分）

結論：（用 100 個字寫下你在這三個小時的實驗裡所得到的結論）（10 分）

四、競賽後的迴響

在選手們完成競賽後，立即由國立臺灣師範大學化學系蕭教授以輕鬆、談諧的方式，帶領同學們回顧檢討這次競賽的得失；尤其是選手們的感受，最能表現出這次競賽的結果，由於篇幅所限，以下列舉 41 篇心得中的五篇⁽⁵⁾，以供關心國內化學界的先進同仁做參考，並做為結束本文的獻禮。

心得報告①

參加了全國決賽，在很大的壓力下，學校正在寒輔，原本擔心來參加這個比賽，學校進度會趕不上，不過兩天下來，我覺得我參加比賽是對的，因為這裏讓我學了很多課本以外的知識，並且認識了不少朋友，收穫很大。

在實驗中，可真謂是腦力激盪的比賽，有的人想到了，有的人沒想到，不過不論有沒有想出來，都已經在腦子裏轉過了。因此雖然有些實驗我沒做出來，但是我已經著實的對這些問題發生興趣。原本我來參加比賽就是想得到更多，探求我所不知道的事物，所以我的重頭戲在於實驗的檢討，因為我在實驗中想不出的做不出的，我並不希望就此罷手，我想我不會的我一定要弄懂，這樣才能使我滿足我的求知慾，而不是不會的東西

，一直不會，這樣就失去了參加比賽的意義。

不僅如此，而且參加了這個比賽，讓我瞭解到我的化學知識那方面最弱，那方面不足，實驗中的技巧，以及實驗中去理解實驗的原理，我想實驗是科學之母，一切的原理，理論都是由實驗得出，因此實驗都可以訓練我的推理能力，利用僅有的一些基礎化學理論，來嘗試解釋化學實驗，所以我覺得來參加這個比賽——是收穫。

覺得須改進的是隨身攜帶的盒子須有提把，否則很容易掉落。其他都還不錯。

心得報告②

這是我第一次有幸參加全國性的競賽，心裏實在快樂，不得獎也沒什麼大關係，能和全國一流高手，齊聚一堂，也算得上榮耀了。比賽有兩天，賽程排得緊些兒，讓人手忙腳亂，不知如何下手，實驗部分，提示過多，變成我的思考跟著題目走，渾渾沌沌隨意作答，時間又短，能得前茅的一定是相當強的高手，他懂得透徹、讀得又多、頭腦靈光、反應敏捷，我想他應該是這類人物，想必也有一翻努力、訓練，才能克服萬難。真是由衷佩服，另外這次比賽有很多地方做得很好！

1. 試題說明清楚，不過也是一項缺點，使得思考受限，（也許只有我被限制吧！）
2. 比賽內容多，選出來的優勝者，一定非常了得。

一般說人優點比較難講，有些地方，我可能把它認為理所當然，也可能沒注意到，或許最好的一點還沒發生（在下午吧！）

至於缺點，嘿嘿！是你們要聽的喔！

1. 比賽的時候，教授在旁一站，手脚零亂（不過我也想不出更好的方法替代）。
2. 天平實在很差：在學校的時候，總是批評學校的設備差、儀器爛，沒想到師大更……。我想天平在使用前應做個準確性的歸零測試。

至於建議方面：

1. 試題方面，應給學生更寬的思想空間（或許怕學生做不出來）。
2. 也許可辦個研習營（1個禮拜左右），一邊學一邊比賽。
3. 筆試應將測驗題和申論題分開考，測驗題在求快準，申論題在求思考慎密。

心得報告③

兩天的競賽已告一段落，心中想著：「總算結束了！」當初懷著極興奮的心情來到這裏，卻在屢次遭受挫折中度過，不過，收穫還是很多，若不是因為此次來參加這項競

試，對於所遭遇的這些問題可能還迷迷糊糊，甚至還未發現問題。

這次的比賽，或許身為與賽者的我，並沒有什麼資格批評，不過我認為是個很不錯的方式，由題目可看出出題教授的巧思，不過第一天的筆試與下午的實驗重複，或許已失去筆試的意義，因教授曾說過此次競賽是「化學能力競賽」，所以將實驗的問題用在筆試上，似乎沒有必要。

除此之外，希望教授們能帶我們參觀化學系的設備、儀器，使有志於此的同學能有更進一步了解的機會。

在高中課本中，有提到許多儀器，例如光譜儀等儀器，課本中並未深入去介紹，而學校中並不可能有這些儀器，同學就只能靠老師課堂中的講解，對於有興趣的同學實是一大遺憾。

心得報告④

此次的競試，使我了解到了「懂，並不等於會」。紙上談兵，人人皆會，一旦要自己動手，往往心慌而不知如何開始。化學是活的，不是死的，不是只背誦資料就夠了。在我們日常生活中，我們可以發覺許多現象，許多物質，但我們有多少人曾去發覺它的原因，它的組成？大部分只是將它當做「理該如此」。牛頓從一顆掉落的蘋果中發明了萬有引力，難道當代的人都沒看過墜落的蘋果嗎？只是他們不肯去探討。現在我只知書上所學的並不只是用於考試，運用這些知識，許多日常生活的現象都可獲得合理的解釋。

在日常生活中時時發現問題，自己動手做實驗，根據所學，得的知識，找出合理的答案，動手與動腦便可相輔相成了。

對於此次競賽我認為最好的題目莫過於是基本原理，大家皆學過，但問題卻從未見過、想過的問題。如此可使大家靈活運用自己所學，做合理的推論，答案不一定要正確，最重要的是可自圓其說，化學的演進，不都是錯誤的學習嗎！？

心得報告⑤

化學實驗一直都是我最喜歡的科目，能夠到師大來見識見識，讓我感到很高興。

比賽的題目我覺得難易適中，不過比起學校的化學課程來講就靈活多了。有些實驗讓人覺得做不完，我想是因為前面猶豫的時間太多了，才會做不完。

這次的每一個實驗幾乎都在試卷上安排好實驗步驟，我覺得如果能留“一個或兩個”實驗不要給任何提示，只要知道題目就好，從原理、假設、構想、步驟、流程……討

論都由自己來安排，有更大的空間來自由發揮，將會更有挑戰性！

參考資料

1. 臺灣區高級中學實驗能力競賽：74 學年度在臺北市市立金華國中舉行；75 學年度，在臺中市省立臺中師範學院舉行，76 學年度在高雄市市立中正高級工業職業學校舉行。
2. 方泰山，科學教育，民國 77 年 1 月，第 106 期 18～20 頁及其內相關資料。
3. 命題小組及評審小組，科學教育，民國 77 年 3 月，第 108 期，58～72 頁。
4. 各試題，由命題小組許順吉教授與蕭次融教授提供。
5. 自全國各高級中學四十一位與賽選手們的心得報告中任取五篇（不具代表性）。