

國際化學奧林匹亞試題 及其解答彙編(八)

魏明通

國立臺灣師範大學科學教育中心

本月刊自 122 期到 129 期，分七次刊登國際化學奧林匹亞競賽的試題及參攷題解，因為其他文稿相當多，未能繼續刊完。最近紛紛收到各地化學教師的來信及電話，希望能繼續刊登，做為輔導化學資優學生及準備化學能力競賽的參攷，因此自本期繼續刊登。七十九學年度教育部高級中學學生化學能力競賽將於民國八十年二月四日起五天，假國立臺灣師範大學化學系舉行，本次競賽採用國際化學奧林比亞項式進行。希望本彙編能夠對各位教師及學生有所幫助並對我國學生進軍國際化學奧林匹亞做暖身準備。

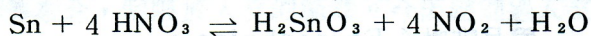
第十一屆國際化學奧林匹亞試題解答

參考題解（試題刊登於 129 期一 5.(D) 3 - 乙基己烷）

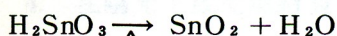
一、選擇題

1. A 2. C 3. A 4. E 5. E 6. D & E 7. D 8. D
9. D 10. C 11. D 12. B 13. D 14. A 及 E 15. D
16. E 17. C 及 E 18. B 及 E 19. C 20. A

二、合金與硝酸的反應



加熱 H_2SnO_3 得稱量的形式



合金中含錫量：($\text{Sn} = 118.7 \text{ g/mol}$, $\text{SnO}_2 = 150.7 \text{ g/mol}$)

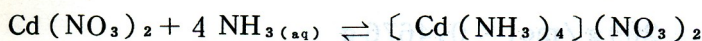
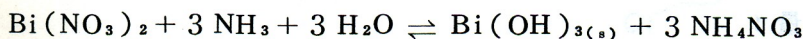
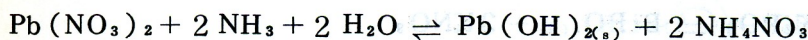
$$\frac{W_{\text{Sn}}}{W_{\text{SnO}_2}} = \frac{118.7}{150.7} = \frac{W_{\text{Sn}}}{0.3265}$$

$$W_{\text{Sn}} = \frac{118.7 \times 0.3265}{150.7} = 0.2573 \text{ g}$$

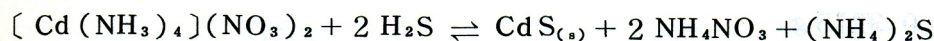
合金中金屬A (錫) 的質量百分率

$$\frac{0.2573}{1.2860} \times 100 = 19.99 \%$$

過量氨水存在下發生下列反應



通硫化氫至飽和，發生的反應為：



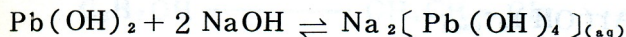
合金中含鎘量 ($\text{Cd} = 112.4 \text{ g/mol}$, $\text{CdS} = 144.5 \text{ g/mol}$)

$$W_{\text{Cd}} = \frac{112.4 \times 0.6613}{144.5} = 0.5143 \text{ g}$$

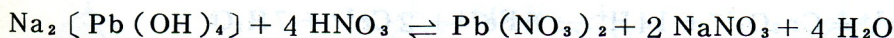
合金中含鎘的質量百分率：

$$\frac{0.5143}{1.2860} \times 100 = 39.99 \%$$

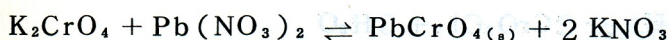
過量的氫氧化鈉與鉛 (II) 、鉍 (III) 的反應：



使用硝酸使溶液呈 PH 5 ~ 6

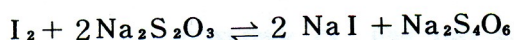


此溶液與鉀鉻酸反應，生成黃色鉻酸鉛沈澱：



以間接碘滴定法定量沈澱中所含的鉛：



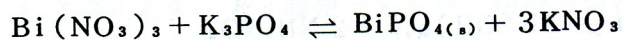
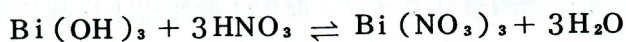


金屬 C (鉛) 在合金中的含量百分率為：

$$\begin{aligned} W_{Pb} &= \frac{[Na_2S_2O_3] \times V_{Na_2S_2O_3}}{W_{\text{合金}} \times 3} \times M_{Pb} \\ &= \frac{0.1512 \text{ mol/dm}^3 \times 0.01846 \text{ dm}^3}{1.286 \text{ g} \times 3} \times 207.2 \text{ g/mol} \\ &= 0.1499 = 14.99\% \end{aligned}$$

(1 mol Pb^{2+} 相當於 1 mol CrO_4^{2-} , CrO_4^{2-} 在氧化還原中獲得 $3e^-$)

氫氧化鉍溶於酸後以磷酸根離子使鉍沈澱：



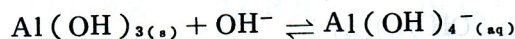
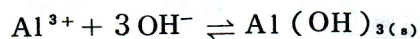
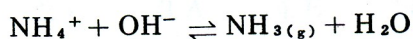
合金中含鉍的質量：

$$\begin{aligned} W_{Bi} &= \frac{M_{Bi} \times 0.4676 \text{ g}}{M_{BiPO_4}} = \frac{209 \text{ g/mol} \times 0.4676 \text{ g}}{304 \text{ g/mol}} \\ &= 0.3215 \text{ g} \end{aligned}$$

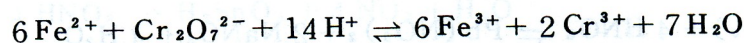
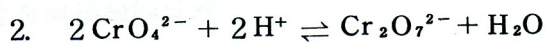
故金屬 D (鉍) 在合金中的質量百分率為：

$$\frac{0.3215 \text{ g}}{1.2860 \text{ g}} = 0.2500 = 25.00\%$$

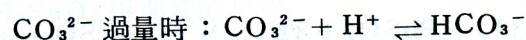
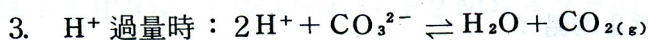
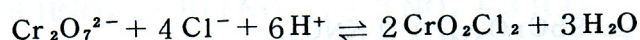
合金的組成：Cd = 40%，Sn = 20%，Bi = 25%，Pb = 15%



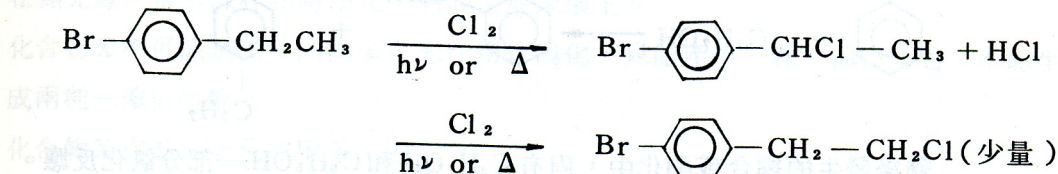
可能有 $Ba^{2+} + 2[Al(OH)_4^-] \rightleftharpoons Ba[Al(OH)_4]_2(s)$ 反應。



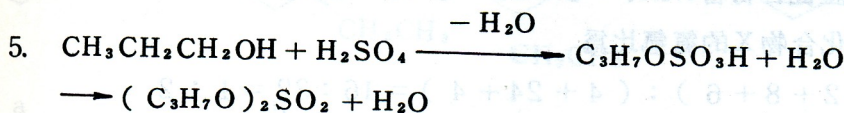
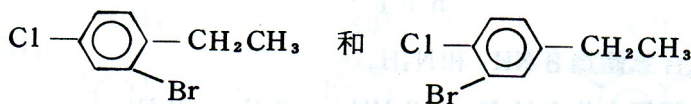
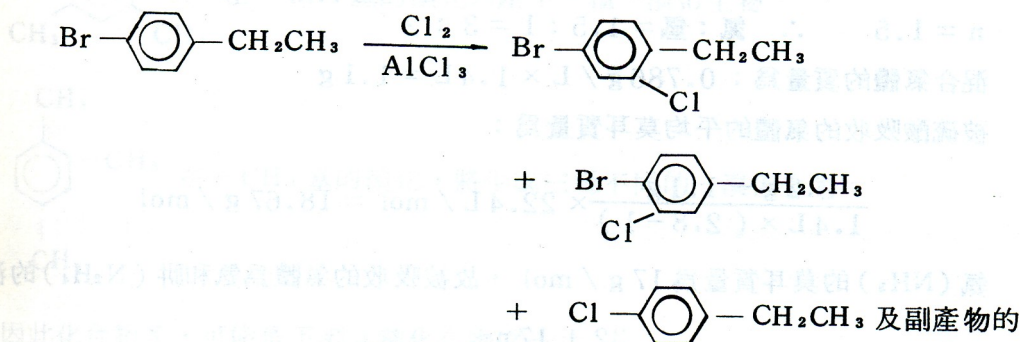
當 Cl^- 與 H_2SO_4 濃度大時：



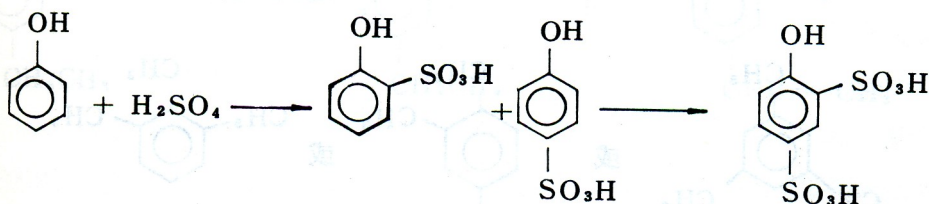
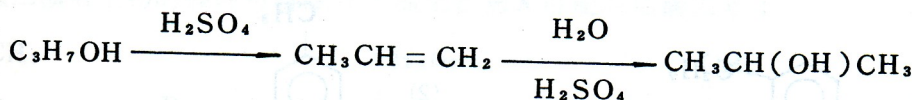
4. 在陽光下或受熱時發生自由基取代反應：

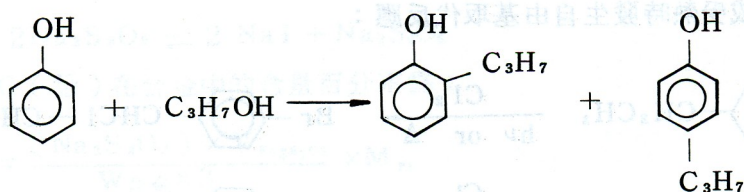


親電子取代催化劑存在時：



過量





隨後發生的縮合或酯化中，尚有 $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ 和 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 一部分氧化反應。

四、由氮和氫混合氣體的密度，可計算其組成：

$$0.786 \text{ g/L} \times 22.4 \text{ L} \times (n+1) = 28n + 2$$

$$n = 1.5 \quad \therefore \text{氮} : \text{氫} = 1.5 : 1 = 3 : 2$$

$$\text{混合氣體的質量爲：} 0.786 \text{ g/L} \times 1.4 \text{ L} = 1.1 \text{ g}$$

被硫酸吸收的氣體的平均莫耳質量爲：

$$\frac{3.2 \text{ g} - 1.1 \text{ g}}{1.4 \text{ L} \times (2.8 - 1)} \times 22.4 \text{ L/mol} = 18.67 \text{ g/mol}$$

氮 (NH_3) 的莫耳質量爲 17 g/mol ，故被吸收的氣體爲氮和胍 (N_2H_4) 的混合物

$$\frac{32 + 17n}{n+1} = 18.67$$

$n = 8$ 即混合氣體爲 8 NH_3 和 N_2H_4 。

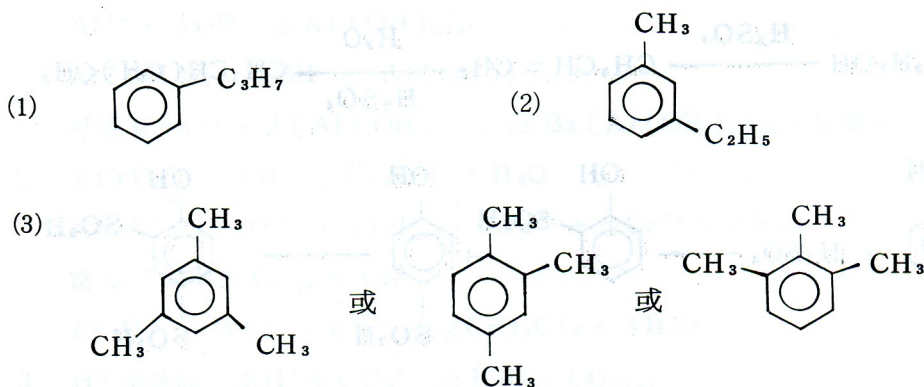
故分解後氣體混合物含 N_2H_4 ， 8 NH_3 ， 3 N_2 ， 2 H_2

與此相應原化合物 X 的氮氫比爲

$$\text{N} : \text{H} = (2 + 8 + 6) : (4 + 24 + 4) = 16 : 32 = 1 : 2$$

$\therefore$ 化合物 X = N_2H_4 爲胍。

五、分子式 C_9H_{12} 的苯之衍生物可能爲：



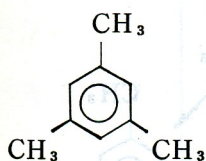
在光的作用而無催化劑存在時，溴化反應將發生於脂肪烴基部分，而且與芳香環相

連接的碳原子上為主。

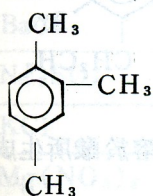
在無光線，惟有鐵存在時溴化，將發生於苯環上。

化合物X不可能是(1)，因丙苯在光作用時溴化，只能產生一種一溴衍生物，不能生成兩種一溴衍生物。

化合物X亦不可能是三甲苯，因

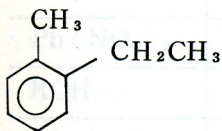


在 $-\text{CH}_3$ 基的溴化只產生一種一溴衍生物。

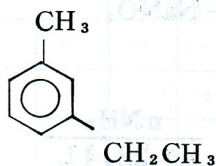


在 $-\text{CH}_3$ 基的溴化，將生成三種不同的一溴衍生物。

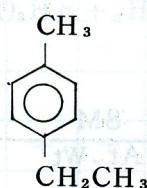
因此化合物X，可能是下列4種化合物之一



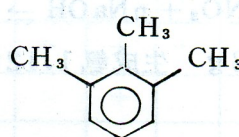
a



b

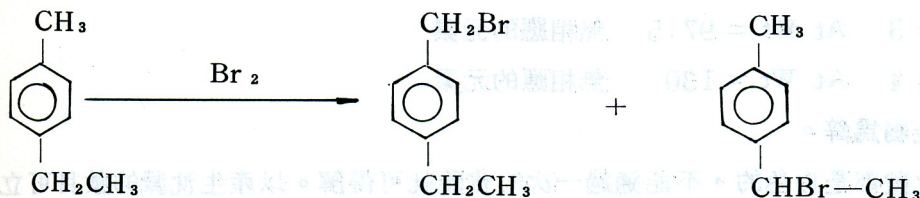


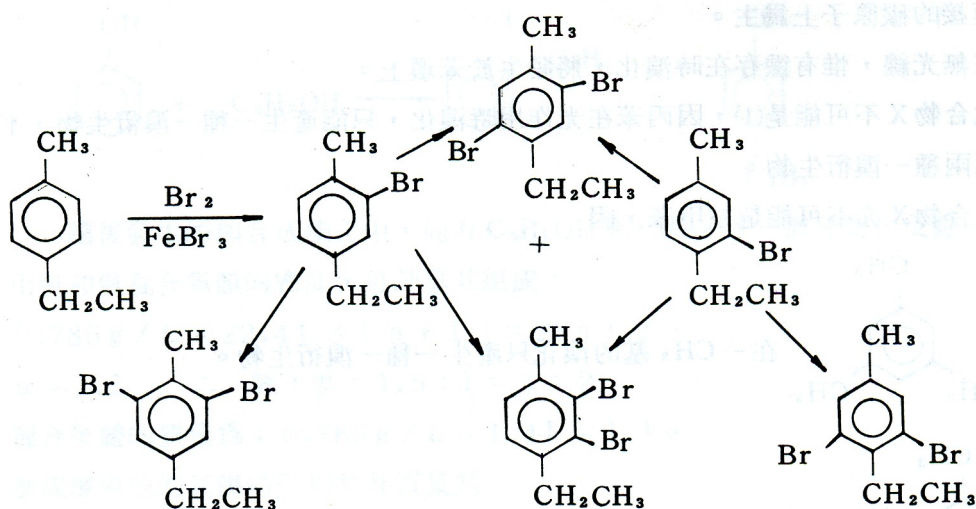
c



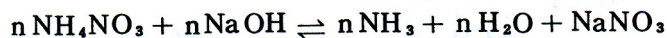
d

在無光作用下可生成兩種一溴衍生物的條件，排除a與b的可能，然後可接著生成四種二溴衍生物的條件可排除d，故化合物X可能的結構為c：





六、金屬溶於酸後與鹼溶液反應能放出氣體，此氣體可能是氨而金屬溶於酸所生成的一種產物必為硝酸銨。



金屬 13 g 生成氨 1.12 L

$$\frac{8M}{8 \text{ At. Wt}} \longrightarrow \frac{n\text{NH}_3}{n \times 22.4 \text{ L}}$$

$$\text{At. Wt} = \frac{13 \text{ g} \times 22.4 \text{ L} \times n}{8 \text{ g} \times 1.12 \text{ L}} = 32.5n$$

設 $n = 1$ At Wt = 32.5 無相應的元素

$n = 2$ At Wt = 65 為鋅 (Zn)

$n = 3$ At Wt = 97.5 無相應的元素

$n = 4$ At Wt = 130 無相應的元素

因此金屬為鋅。

七、所有沈澱都是白色的，不能通過一次的檢驗就可得解。以產生沈澱的數目可立即檢出的是一個沈澱的氯化鉀，四個沈澱的氯化鎂和八個沈澱的硝酸鉛。

硫酸鈉和氫氧化鉀都可生成三種沈澱，惟使用硝酸鎂溶液，可生成氫氧化鎂沈澱方式辨別。

氫氧化鋇和硫酸鋁都可生成六種沈澱，使用氫氧化鉀溶液，使鋁離子生成氫氧化鋁

沈澱方式辨別。

氯化鋇、磷酸鈉和碳酸鈉都可生成五種沈澱。可先使用硫酸鈉溶液生成硫酸鋇沈澱方式檢出氯化鋇；用氯化鋇溶液和硫酸鋁溶液反應並濾去硫酸鋇沈澱後，生成的三氯化鋁溶液來檢出碳酸鈉，即放出二氧化碳並生成氫氧化鋁沈澱。

	BaCl ₂	Na ₂ SO ₄	KCl	Mg(NO ₃) ₂	Na ₃ PO ₄	Ba(OH) ₂	Pb(NO ₃) ₂	KOH	Al ₂ (SO ₄) ₃	Na ₂ CO ₃	生成 沈澱數目
BaCl ₂		+			+		+		+	+	5
Na ₂ SO ₄	+					+	+				3
KCl							+				1
Mg(NO ₃) ₂					+	+		+		+	4
Na ₃ PO ₄	+			+		+	+		+		5
Ba(OH) ₂		+		+	+		+		+	+	6
Pb(NO ₃) ₂	+	+	+		+	+		+	+	+	8
KOH				+			+		+		3
Al ₂ (SO ₄) ₃	+				+	+	+	+		+	6
Na ₂ CO ₃	+			+		+	+		+		5

(下期繼續)