臺北市立中崙高級中學 114 學年度第一次教師甄選 化學 科筆試試題卷

准考證號碼：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　　姓名：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

※注意：請務必於上欄填寫「准考證號碼」及「姓名」

參考資料

說明：元素週期表（1~36 號元素）

1 H 1.0																	2 He 4.0
3 Li 6.9	4 Be 9.0											5 B 10.8	6 C 12.0	7 N 14.0	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.2
11 Na 23.0	12 Mg 24.3											13 Al 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cl 35.5	18 Ar 40.0
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8

一、 多重選擇題（每題 3 分，共 12 分）（全對才給分）

1.在 20℃時，氯化鈣、氯化鉀及草酸鉀在 100.0 克水中的溶解度分別為 74.5、34.2 及 30.0 克。草酸鈣的莫耳溶解度為 4.8×10^{-5} M 。根據上述的數據，下列敘述哪些正確？（草酸鈣的莫耳質量為 128 g/mol）

(A) 100.0 克的水不能同時完全溶解 34.2 克氯化鉀和 74.5 克氯化鈣

(B) 於 134.2 克的氯化鉀飽和水溶液中加入 1.0 克草酸鉀。經充分攪拌後，溶液內仍有固體存在。這些固體是未能溶解的草酸鉀

(C) 草酸鈣的 K_{sp} 為 2.3×10^{-9}

(D) 草酸鈣的溶解度約為 6.1×10^{-4} 克／100.0 克水

(E) 將3克氯化鈣粉末置入 130.0 克草酸鉀飽和水溶液中，充分攪拌後，無沉澱產生

2.下列有關分子結構與特性的敘述，哪些正確？

(A) SO_3 與 NH_3 皆具有偶極矩

(B) 氣態 BeH_2 與 H_2S 皆為直線型分子

(C) 光氣（$COCl_2$）為一具極性的平面分子

(D) NO_2 的價電子總數為奇數，故其路易斯結構不符合八隅體規則

(E) 穩定態的 SF_6 為正八面體結構，但因為 S 和 F 原子電負度不同，故 SF_6 具有偶極矩

3. 700℃ 時，將一定量的 CO 和 H_2O 充入容積為 2.0 公升的密閉容器中，進行以下反應：

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$$

反應過程中測定的部分數據如下表所示（其中 $t_1<t_2$）

反應時間/min	n(CO) /mol	n(H_2O) /mol
0	1.20	0.60
t_1	0.80	
t_2		0.20

下列有關此反應的相關敘述正確的有？

(A) 此反應達平衡所需時間為 t_2 min

(B) 反應在 t_1 min 內的平均速率為 $r(H_2)=0.40/\ t_1\ mol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}$

(C) 當其他條件保持不變，向已達平衡的反應中再通入 0.20 莫耳 H_2O，與原平衡相比，反應達新平衡時 CO 的轉化率減少，H_2O 的體積百分率增加

(D) 當其他條件保持不變，起始時間容器中充入 0.6 莫耳 CO 和 1.20 莫耳 H_2O，則反應達平衡時，$n(CO_2)$為 0.40 莫耳

(E) 當溫度升至 800℃ 時，上述反應的平衡常數變為 0.64，則正反應為放熱反應

4.錯化合物與錯離子在生活中具有重要應用，例如在醫學上，維生素B12中的鈷錯合物對人體代謝至關重要；在環保領域，錯離子可用於重金屬離子的去除與催化反應。學生們在討論錯離子的混成與幾何結構時，各自提出了不同的見解。以下為甲、乙、丙、丁、戊五位同學的答案，請判斷哪些同學的答案是正確的？

		錯離子	中心離子混成軌域	形狀
A	甲	$[Ni(CN)_4]^{2-}$	sp^3	四面體形
B	乙	$[Zn(NH_3)_4]^{2+}$	dsp^2	平面四方形
C	丙	$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$	sp^3	四面體形
D	丁	$[Ag(NH_3)_2]^{+}$	sp	直線
E	戊	$[Fe(CN)_6]^{4-}$	dsp^3	八面體形

二、填充題（每題 4 分，共 28 分）

1.珊瑚礁其骨骼主要結構為碳酸鈣，向來對海水溫度、酸鹼度等變化非常敏感。隨着二氧化碳於海水溶解時引發的化學反應使碳酸鹽離子減少，珊瑚礁因而變得脆弱，更難抵抗侵蝕。工業革命至今，表層海水的平均 pH 值已經由 8.2 降至 8.1。若某研究單位測得某地區海水，HCO_3^-的濃度為 1.0×10^{-4} M。已知海水中的 Ca^{2+} 濃度為 4.2×10^{-3} M，試問當海水的 H^+ 濃度高於多少時，珊瑚礁內的碳酸鈣會溶解？

（H_2CO_3：$K_{a1} = 4.2 \times 10^{-7}$，$K_{a2} = 5.6 \times 10^{-11}$；$CaCO_3$：$K_{sp} = 2.8 \times 10^{-9}$）

2.日光燈的發光原理乃是在燈管內填入惰性氣體及少許的汞或鈉蒸氣，再利用高壓電通過氣體時，氣體會離子化產生電漿態的特性來發光，但一般汞燈會放出紫外光，鈉燈則會發出黃光。汞燈的紫外光再激發塗布在燈管上的螢光粉（phosphor），就可以發出照明用的白光。已知某研究單位最新開發出一種新的螢光粉，主要成分為 $W_3(ZX_4)_2 \cdot WY_2$。若 X、Y、Z 和 W 等 4 種元素的原子序依序增加（原子序小於 20 的元素），W 為金屬元素，X 原子於基態時 s 軌域上的電子數與 p 軌域上的電子數相等，基態 X、Y 和 Z 原子的未成對電子數比為 2：1：3。試問此化合物的化學式為何？

3.小崙為測定 $PbCl_2$ 難溶鹽的溶度積常數，於是設計下列的實驗。首先，準確量取 V_1 mL 的 $PbCl_2$ 飽和溶液於燒杯中，加入過量的陽離子交換樹脂（磺酸化聚苯乙烯），充分攪拌、靜置和過濾，利用蒸餾水洗滌陽離子交換樹脂至洗滌液呈中性，將濾液和洗滌液全部倒入錐形瓶中。最後，利用已標定濃度為 c M 的氫氧化鈉滴定錐形瓶內的混合溶液，達滴定終點時，共消耗 V_2 mL 的氫氧化鈉溶液。試由上述的實驗結果，計算 $PbCl_2$ 的 K_{sp}？

4.草酸存在於許多食物中，草酸鈣則是由鈣鹽與草酸在水溶液中作用製得。若取 0.1 M $NaHC_2O_4$ 溶液 20 毫升，加入 0.1M $CaCl_2$ (aq) 80 毫升時，試計算溶液中的$[C_2O_4^{2-}]$＝？M（$H_2C_2O_4$：$K_{a1} = 5.4 \times 10^{-2}$，$K_{a2} = 5.4 \times 10^{-5}$，$CaC_2O_4$：$K_{sp} = 2.4 \times 10^{-9}$，溶液混合，體積變化忽略不計）

5.已知銀鏡反應實驗的步驟如下：

(1)配製多侖試劑：取一支 10 mL 乾淨的玻璃試管，加入 0.60 M 硝酸銀溶液 3.0 mL，然後滴入 0.15 mL 的 3.5 M NaOH 溶液，再加入約 2.0 mL 的 2.0 M 氨水，以溶解產生的沉澱物。

(2)銀鏡反應：在此多侖試劑中，加入 10 %的葡萄糖溶液（假設密度為 1.0 g/mL）0.30 mL，並將玻璃試管置於溫水中加熱，則可在玻璃壁上觀察到銀鏡的產生。

已知：$Ag^+ + NH_3 \rightarrow [Ag(NH_3)]^+$，$K_1 = 2.1 \times 10^3$；$[Ag(NH_3)]^+ + NH_3 \rightarrow [Ag(NH_3)_2]^+$，$K_2 = 8.2 \times 10^3$

試問上述實驗的多侖試劑中，$[[Ag(NH_3)_2]^+] / [Ag^+]$ 的濃度比值為多少？

6.鎂與溴反應形成溴化鎂，其化學反應式和反應熱如下式所示：

$$Mg(s) + Br_2(l) \rightarrow MgBr_2(s) \qquad \Delta H^0 = X\ (kJ/mol)$$

下表是相關過程的能量變化（ΔH^0）：

表

	過　程	ΔH^0（kJ/mol）
$MgBr_2(s)$	晶格能	−2421
Mg(s)	昇華熱	＋148
Mg (g)	$\rightarrow Mg^{2+}(g) + 2e^-$	＋2187
$Br_2(l)$	汽化熱	＋31
$Br(g) + e^-$	$\rightarrow Br^-(g)$	−331
$Br_2(g)$	鍵能	＋193

根據以上資料，試問 X 為多少？

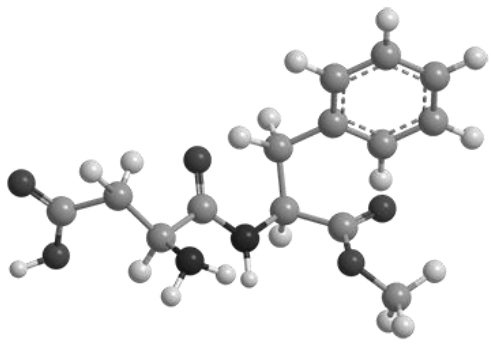
7.實驗室有 0.30 M HNO_2 和 0.20 M KNO_2 兩種溶液，若要製備 1.0 公升的 pH = 3.0 緩衝溶液，則 $HNO_2(aq)$和 $KNO_2(aq)$需分別各取 X 毫升與 Y 毫升。求 （X，Y）= ？（HNO_2 的 $K_a = 4.0 \times 10^{-4}$）

三、簡答題（每題 4 分，共 20 分）

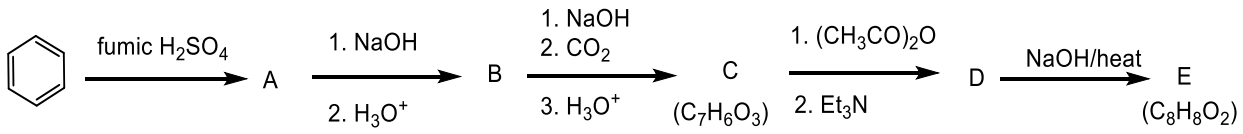
1.《神奈川沖浪裏》是日本浮世繪畫家葛飾北齋創作的木刻版畫，他所描繪的海浪使用了當時歐洲流行的一種深藍色顏料，這種顏料是由狄斯巴赫（Johann Jacob Diesbach）在意外中發現。有一次，狄斯巴赫將草木灰和牛血混合在一起進行焙燒，再用水浸取焙燒後的物質，過濾掉不溶解的物質後，將所得到溶液蒸乾，便析出一種黃色晶體。當他將這種黃色晶體放進三氯化鐵的溶液中，便產生了一種顏色很鮮豔的藍色沉澱。試寫出上述從黃色晶體形成藍色顏料的化學反應式。

2.已知硝酸可以與醇產生酯化反應，如製備硝化甘油。硝化甘油是一種無色或微黃色的液體，在製藥、軍事行業具有廣泛的應用。然而，小崙卻發現老師上課時將硝基寫為 $-NO_2$，於是他請問老師，硝酸在水中反應不是應該為 $HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$，那硝基為何不是寫成 $-NO_3$，老師給小成提示硝化反應的實驗過程中常會使用到濃硫酸，試問為何要加入濃硫酸，請寫出其相關的化學反應式來解釋「硝基」寫為 $-NO_2$ 的理由。

3.阿斯巴甜（Aspartame）是一種非碳水化合物類的人造甜味劑，它是由兩種胺基酸以肽鍵連接，並有簡單的結構修飾，其分子模型如下圖所示，試寫出阿斯巴甜是由哪兩種胺基酸所構成的甲基酯，請繪出其結構式。**（每個結構 2 分）**



4.寫出下列化合物 B～E 的結構。**（每個結構 1 分）**



5.陳同學依據下述三步驟，對某湖水樣進行溶氧量分析：

I. 量取 97.0 mL水樣，置於一100 mL容量瓶中，加入1.0 mL硫酸亞錳（$MnSO_4 \cdot 2H_2O$）以及1.0 mL鹼性碘化鈉後，激烈搖晃，使瓶內溶液混合均勻，此時溶液中產生 MnO_2 沉澱。

II. 待沉澱不再增加後，隨即加入1.0 mL濃硫酸，並以蒸餾水稀釋至刻度。

$$Mn^{2+} + 2\ OH^- \rightarrow Mn(OH)_2 \quad \text{(已平衡)}$$

$$2\ Mn(OH)_2 + O_2 \rightarrow 2\ MnO_2 + 2\ H_2O \quad \text{(已平衡)}$$

$$MnO_2 + I^- + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + I_2 + H_2O$$ **——反應式 1 (係數未平衡)**

III. 從容量瓶中取出 10.0 mL溶液，隨即以 0.016 M 硫代硫酸鈉溶液（$Na_2S_2O_3$）滴定。當滴定到達終點時，共耗去 0.50 mL 硫代硫酸鈉溶液。

$I_2 + S_2O_3^{2-} \rightarrow I^- + S_4O_6^{2-}$ ——**反應式 2 (係數未平衡)**

根據上述反應，水樣中的溶氧量約多少 ppm？

四、課程與實驗教材說明（每題 10 分，共 40 分）

1. 1920 年，施陶丁格（Staudinger）提出「聚合物是以共價鍵結的長鏈分子」，使得許多聚合物開始被有系統、大量合成出來，1953 年，他獲得諾貝爾化學獎。試依據高中選修化學（V）聚合反應的全部類型，說明不同聚合反應的特徵，以及於日常生活中的應用。

2.實驗室中現有編號①~⑦的試管中，已知裡面含有下列七種物質水溶液：$CuSO_4$、$AgNO_3$、KCl、Na_2CO_3、NaOH、HI 和 H_2SO_4。此外，另有兩支分別標示為（甲）和（乙）的試管，其中各有一種未知物質的水溶液。下列為觀察上述 9 支試管的兩個混合之反應結果：

	1	2	3	4	5	6	7	甲	乙
1		—	黃色沉澱	藍色沉澱	產生氣體	—	產生氣體	—	藍色沉澱
2			白色沉澱	—	—	—	—	—	—
3				—	黃色沉澱	棕色沉澱	—	黃色沉澱	白色沉澱
4					棕色沉澱	藍色沉澱	—	棕色沉澱	—
5						—	—	—	棕色沉澱
6							—	刺鼻臭味	藍色沉澱
7								—	—
甲									棕色沉澱
乙									

試問（甲）和（乙）分別為何種物質，並請寫出其推論過程。（未寫推論過程不予計分）

3. A 氣體為有機化合物，分子量為 60.0，可進行不可逆的偶合反應，其反應機制如下：

$A(g) \rightarrow A^*(g)$ (slow)

$2A^*(g) \rightarrow A_2(g)$ (fast)

在 150℃、2.0L 的固定體積容器內，A 氣體的最初壓力為 4.0×10^{-2} atm，經反應 300 秒後，容器內的總壓力為 2.5×10^{-2} atm。

(1) 寫出該反應的速率定律式。（**2 分**）
(2) A 的反應半生期是多少秒？（**2 分**）
(3) 反應速率常數是多少？（**3 分**）
(4) 若 A 的最初壓力為 1.6×10^{-2} atm，經反應 450 秒後，A 氣體的分壓是多少 atm？（**3 分**）

4.硫酸根離子濃度的檢測方法如下：首先加入適量的鹽酸使樣品溶液酸化，然後加入氯化鋇溶液，會產生白色沉澱，稱重後即可確定樣品所含有硫酸根離子的量。李同學取得一樣品，依照上述方法得到硫酸鋇沉澱，以預先稱重的濾紙過濾，並將濾紙與沉澱物置於已稱重的坩堝內，於烘箱內烘乾，最後再稱沉澱物、濾紙與坩堝的總重，可計算樣品中硫酸根離子的濃度。實驗完成後，發現所測得的結果高於實際濃度，下列哪些可能是造成此誤差的原因？

(A) 在過濾的過程中，有粉末通過濾紙而流失
(B) 樣品溶液中含有不溶的固體雜質
(C) 最後稱重時，濾紙乾燥未完全
(D) 尚未加入氯化鋇前，在操作過程灑濺出樣品
(E) 空坩堝稱重前未完全乾燥，但最後稱沉澱物、濾紙與坩堝的總重時，則是完全乾燥

(1) 根據上面的題目敘述，請選出正確的答案。（**全對才給分**）（**3 分**）
(2) 學生於實驗記錄本中，對於實驗誤差的討論題，多半留白或方向未能聚焦在讓實驗進行優化，請根據此題設計如何有系統地引導學生進行可能誤差的探討。（**7 分**）

臺北市立中崙高級中學 114 學年度第一次教師甄選

化學科筆試答案

一、多重選擇題

1.ACD　2.CD　3.DE　4.DE

二、填充題

1. 8.4×10^{-9} M

2. $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$

3. $Ksp = 4\left(\frac{cV_2}{2V_1}\right)^3$

4. $[C_2O_4^{2-}] = 4.0 \times 10^{-8}\ M$

5. 1.12×10^5

6. X=−524（kJ/mol）

7. （X，Y）=（625，375）

三、簡答題

1. $3[Fe(CN)_6]^{4-} + 4Fe^{3+} \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3$

2.略

3.略

4.略

5.約為 6.4 ppm

四、課程與實驗教材說明

2. 甲：NH_4I；乙：$CuCl_2$

3.

(1)R=k[A]

(2)150 s

(3) 4.62×10^{-3} s^{-1}（或 2.31×10^{-3} s^{-1}）

(4) 2×10^{-3} atm

4.BC