

編號：_____

108 學年度高級中等學校數理及資訊學科能力競賽
化學科決賽

筆試一 時間：45 分鐘 編號：_____ 分數：_____

作答區：請將答案寫在下列格子內，否則不予計分

一、非選擇題(計 2 題，共 100 分)：

1	(1) 6 分
	(2) 6 分

(3) 6 分

(4) 6 分

(5) 6 分

(6) 5 分

(7) 5 分

(8) 10 分

2	(1) 2 分
	(2) 8 分
	(3) 6 分

(4) 4 分

(5) 10 分

(6) 16 分

E

F

G

H

(7) 2 分

(8) 2 分

108 學年度高級中等學校數理及資訊學科能力競賽

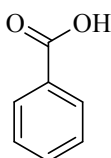
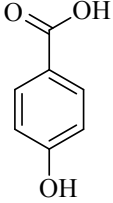
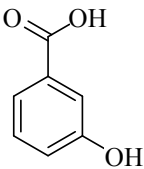
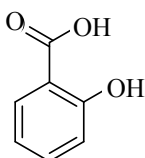
化學科決賽

筆試一 請將答案寫在作答區的格子內，否則不予計分

非選擇題(計 2 題，共 100 分)：

第一題

下列是苯甲酸、對羥基苯甲酸、間羥基苯甲酸、鄰羥基苯甲酸（又稱水楊酸或柳酸）的酸度特性資料。羥基苯甲酸分子量為 138.1。

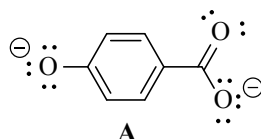
				
pK_{a1}	4.20	4.48	4.06	2.98
K_{a1}	6.31×10^{-5}	3.31×10^{-5}	8.71×10^{-5}	1.05×10^{-3}
pK_{a1}		9.32	9.92	13.4
K_{a1}		4.79×10^{-10}	1.20×10^{-10}	3.98×10^{-14}
	苯甲酸	對羥基苯甲酸	間羥基苯甲酸	鄰羥基苯甲酸

- (1) 在 20 °C 條件下，水楊酸水溶液之飽和濃度為 2 g/L。問此飽和水溶液之 pH 值為何？請寫出算式。(6 分)
- (2) 在 pH 值為 2 之緩衝溶液中，間羥基苯甲酸的解離度為何？請寫出算式。(6 分)
- (3) 水楊酸之酸度 pK_{a1}=2.98 值較其他三種苯甲酸小，請提出解釋說明。(6 分)

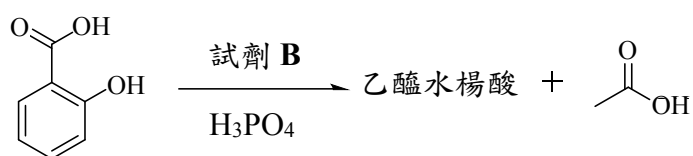
編號：_____

(4) 水楊酸之酸度 $pK_{a2}=13.40$ 值較其他兩種羥基苯甲酸為大，請提出解釋說明。(6 分)

(5) 在強鹼性條件下，對羥基苯甲酸可產生雙陰離子 **A**。寫出 **A** 之化學共振結構。(6 分)



(6) 阿司匹林 (Aspirin)，也稱乙醯水楊酸，可由水楊酸合成如下：(共 5 分)



寫出試劑 **B** (3 分) 與乙醯水楊酸 (2 分) 的結構式。

(7) 上圖中 H_3PO_4 的功能為何？(5 分)

- (a) 脫水劑 (b) 氧化劑 (c) 催化劑 (d) 還原劑

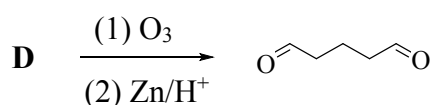
(8) 對含有 0.01 莫耳間羥基苯甲酸之水溶液 (200 毫升)，用 25 毫升 1.00 M 之 NaOH 進行滴定，描繪其滴定曲線 (用溶液之 pH 對 NaOH 溶液體積作圖)，標示 $pH = pK_{a1}$ 及 $pH = pK_{a2}$ 之位置。(10 分)

第二題

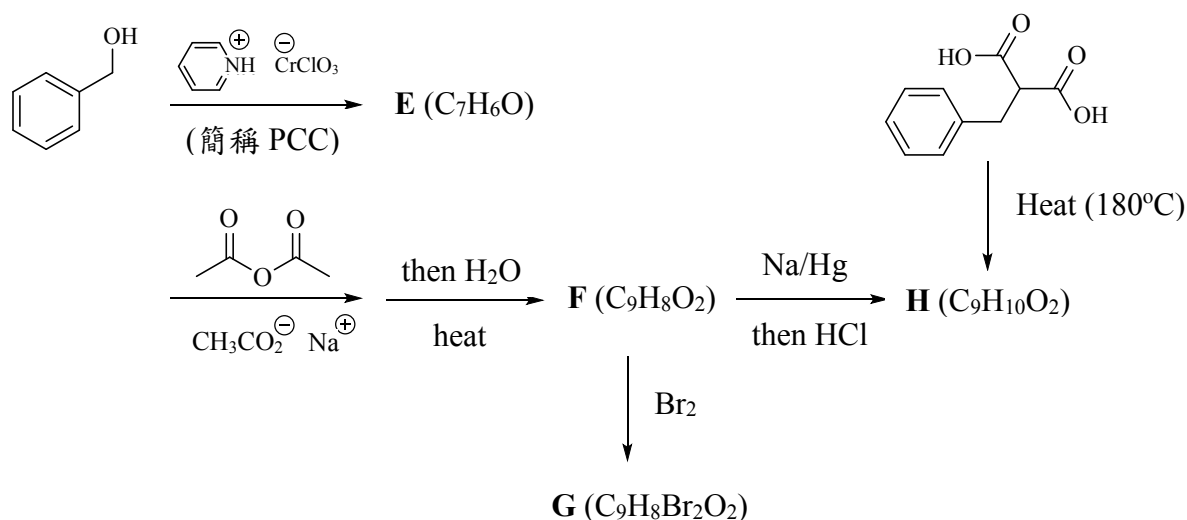
- (1) 寫出分子式為 C_6H_6 有機物的不飽和度。(2 分)
- (2) 寫出分子式為 C_6H_6 且含有三個碳碳雙鍵的 4 個同分異構體。(8 分)
- (3) 寫出 2-甲基-1-丁烯 與 2-甲基-2-丁烯 之結構式。(6 分)
- (4) 經酸催化水合作用, 2-甲基-1-丁烯 與 2-甲基-2-丁烯 給出相同產物 **C**, 寫出 **C** 之結構式。(4 分)



- (5) 有碳數 ≤ 10 的未知碳氫化合物 **D**, 能使溴迅速褪色, 與 O_3 作用後給出唯一的 1,5-戊二醛, 寫出 **D** 可能之結構式。(10 分)



- (6) 寫出下圖中 **E**、**F**、**G**、**H** 的結構式 (各 4 分, 共 16 分)



- (7) 上圖中 PCC 的功能為何? (2 分)
- (a) 脫水劑 (b) 氧化劑 (c) 催化劑 (d) 還原劑
- (8) 上圖中 Na/Hg 的功能為何? (2 分)
- (a) 脫水劑 (b) 氧化劑 (c) 催化劑 (d) 還原劑

編號：_____

**108 學年度高級中等學校數理及資訊學科能力競賽
化學科決賽**

筆試二 時間：45 分鐘 編號：_____ 分數：_____

作答區:請將答案寫在下列的格子內，否則不予計分

非選擇題（計 7 題，共 100 分）：

1.	(12 分)	
2.	(8 分)	

編號：_____

3. (10 分)

4. (10 分)

5. (a) (10 分)

(b) (10 分)

6. (a) (4 分)

(b) (4 分)

(c) (6 分)

(d) (6 分)

7. (a) (15 分)

(b) (5 分)

**108 學年度高級中等學校數理及資訊學科能力競賽
化學科決賽**

筆試二

請將答案寫在作答區的格子內，否則不予計分

1 H 1																	2 He 4
3 Li 7	4 Be 9											5 B 11	6 C 12	7 N 14	8 O 16	9 F 19	10 Ne 20
11 Na 23	12 Mg 24											13 Al 27	14 Si 28	15 P 31	16 S 32	17 Cl 35.5	18 Ar 40
19 K 39	20 Ca 40	21 Sc 45	22 Ti 48	23 V 51	24 Cr 52	25 Mn 55	26 Fe 56	27 Co 59	28 Ni 59	29 Cu 63.5	30 Zn 65	31 Ga 70	32 Ge 73	33 As 75	34 Se 79	35 Br 80	36 Kr 84
37 Rb 85.5	38 Sr 88	39 Y 89	40 Zr 91	41 Nb 93	42 Mo 96	43 Tc	44 Ru 101	45 Rh 103	46 Pd 106	47 Ag 108	48 Cd 112	49 In 115	50 Sn 119	51 Sb 122	52 Te 128	53 I 127	54 Xe 131
55 Cs 133	56 Ba 137	57 La 139	72 Hf 178.5	73 Ta 181	74 W 184	75 Re 186	76 Os 190	77 Ir 192	78 Pt 196	79 Au 197	80 Hg 201	81 Tl 204	82 Pb 207	83 Bi 209	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

1
H
1

← 原子序
 ← 元素符號
 ← 原子量

58 Ce 140	59 Pr 141	60 Nd 144	61 Pm	62 Sm 150	63 Eu 152	64 Gd 157	65 Tb 159	66 Dy 163	67 Ho 165	68 Er 167	69 Tm 169	70 Yb 173	71 Lu 175
90 Th 232	91 Pa 231	92 U 238	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

非選擇題（計 7 題，共 100 分）：

1. 利用 VSEPR 判斷下列分子或離子之形狀：(12 分)

(a) NH_3 (b) NH_4^+ (c) ClF_3 (d) SF_4 (e) BF_3 (f) XeF_2

2. 將下列各小題中的物質，依所問的性質增大的方式重新排列。(8分)

(a) 將 Li、Al、Si、S₈ 依熔點由小排到大

(b) 將 H_2 、 LiH 、 CH_4 、 NH_3 依沸點由小排到大

(c) 將 F^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 依離子半徑由小排到大

(d) 將 F、Na、Cl、K 依電負度由小排到大

3. 將氫氧化鈉溶液逐滴加入一等濃度之醋酸溶液中，作圖描述此醋酸溶液之(a) pH 值，(b) 導電度對氫氧化鈉溶液體積的變化。(不需標正確數值) (10 分)

編號：_____

4. 作圖表示 H_2 分子形成時，能量和原子間之距離之關係；再將 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 分子形成時能量和原子間距離之關係標在同個圖上。(需標 0 點，且各分子相對位置需正確)(10 分)

5. 週期表第二週期元素的游離能如下：

元素	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
kJ/mol	513	899	801	1086	1402	1314	1681	2080

- (a) 第二週期由左到右，游離能的大致趨勢為何？是何原因造成此趨勢？(10 分)
- (b) 上述趨勢是否有例外？若有則列出，並說明是何原因造成此例外。(10 分)
6. 一個未知的金屬，M，和過量的氯氣反應，可得金屬氯化物， MCl_x 。此氯化物 0.396 g 完全溶解後再和硝酸銀反應，需要 0.19 M 的硝酸銀 24.16 mL 才能使之完全沈澱（不考慮少部分再解離）。
- (a) 計算滴定反應中所使用硝酸銀的莫耳數。(4 分)
- (b) 計算氯化物 MCl_x 中氯和金屬的重量。(4 分)
- (c) 假設 MCl_x 中之 x 是 1, 2 或 3，計算出金屬 M 可能的原子量。(6 分)
- (d) 利用你對週期表的認知寫出可能的化合物分子式並預測何者是穩定。(6 分)
7. 在宇宙中的某個星球上也有類似地球的元素。它們的原子結構亦可由四個量子數描述，但其量子數和地球的量子數有一主要的差異。其量子數如下：

$$N = 1, 2, 3, \dots$$

$$L = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

$$M_L = 2L, 2L-1, \dots, 1, 0, -1, \dots, -(2L-1), -2L$$

$$M_S = -1/2, 1/2$$

- (a) 構建這個特殊的星球的週期表，至少到第 3 週期（不需考慮軌域能量提升）。(15 分)
- (b) 預測第三週期從左到右，游離能的變化趨勢。(5 分)

編號：_____

108 學年度高級中等學校數理及資訊學科能力競賽
化學科決賽

筆試三 時間：45 分鐘 編號：_____ 分數：_____

作答區：請將答案寫在下列格子內，否則不予計分

一、單選題（計 6 題，每題 4 分，共 24 分，答錯不倒扣）：

1	2	3	4	5	6

二、多選題（計 4 題，每題 4 分，共 16 分，全對才給分）：

1	2	3	4

三、非選擇題(計 5 題，共 60 分)：

1	10 分	
---	------	--

2

(1) 10 分

(2) 5 分

3

(1)5 分

(2)5 分

4

(1) 5 分

(2) 5 分

(3) 5 分

5

(1) 5 分

(2) 5 分

108 學年度高級中等學校數理及資訊學科能力競賽

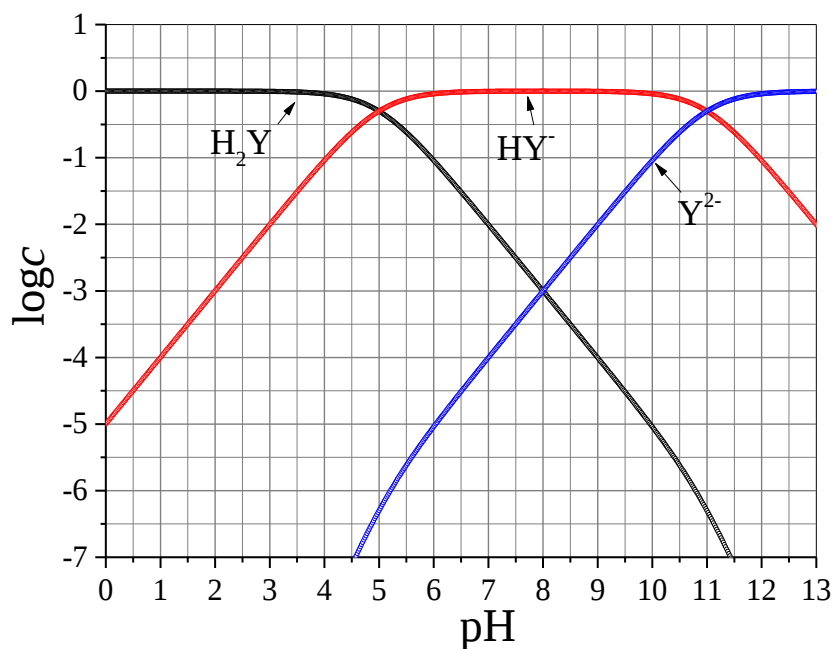
化學科決賽

筆試三 請將答案寫在作答區的格子內，否則不予計分

一、單選題（計 6 題，每題 4 分，共 24 分，答錯不倒扣）：

第 1~2 題為題組

王同學在體積為 1.0 公升的各種酸鹼緩衝溶液中分別加入 1.0 莫耳的某雙質子酸，簡稱 H_2Y ，再分析各溶液中 H_2Y 及其衍生物的平衡濃度（簡稱 c ）與溶液 pH 值的關係，所得結果如下圖所示，其中橫軸為溶液的 pH 值、縱軸為 c 的對數函數值（簡稱 $\log c$ ）。已知 H_2Y 在水中會進行下列解離反應，根據所述，回答問題 1~2。



1. 在 pH 14.0 的溶液中， $[\text{H}_2\text{Y}]$ 最接近下列哪一數值（單位：M）？

- (A) 1×10^{-9} (B) 1×10^{-10} (C) 1×10^{-11} (D) 1×10^{-12} (E) 1×10^{-13}

2. 若在 0.1 M 的 H_2Y 溶液中加入等體積的 0.1 M KOH，則溶液的 pH 值變化量最接近下列哪一數值？

- (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5

第 3~4 題為題組

實驗桌上有六包粉末以及三瓶溶液，成分已知為：碳酸氫鈉(NaHCO_3)、碳酸鈉(Na_2CO_3)、碳酸鈣(CaCO_3)、草酸鈉($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$)、碘酸鉀(KIO_3)、碘化鉀(KI)、0.1 M 的鹽酸(HCl)、5 % 的過氧化氫(H_2O_2)與 0.1 M 的氫氧化鈉(NaOH)，惟何者為何，無法確定。根據下列實驗步驟與結果，辨識各未知物，並回答問題 3~4。

步驟 I. 將粉末未知物編號為：(甲)~(己)、溶液未知物為：(庚)~(壬)。

步驟 II. 從各粉末中取出 0.1 克，分置於六支乾淨玻璃試管中，各加入一毫升蒸餾水。(甲)無法溶解。

步驟 III. 繼續於含有(乙)~(己)的試管中分別滴入 1 mL 的(庚)。含有(乙)的試管中產生氣泡並顯現顏色。

步驟 IV. 再於含有(乙)與(庚)的試管中加入(辛)。溶液顏色消失。

步驟 V. 在含有(乙)、(庚)與(辛)的試管中繼續滴入(壬)。原有顏色逐漸恢復。

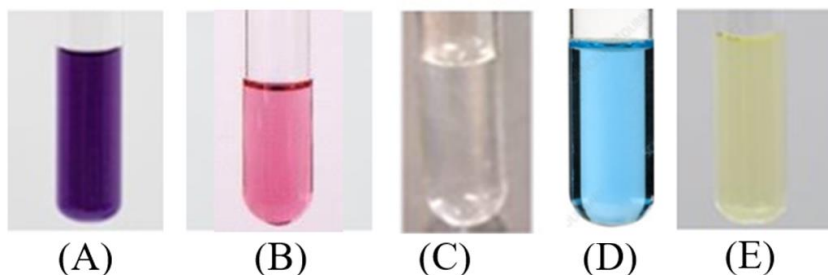
3. 未知物(辛)的成分為下列物質中的哪一個？

- (A) 0.1 M HCl (B) 5 % H_2O_2 (C) 0.1 M NaOH (D) NaHCO_3
 (E) Na_2CO_3 (F) CaCO_3 (G) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (H) KIO_3 (I) KI

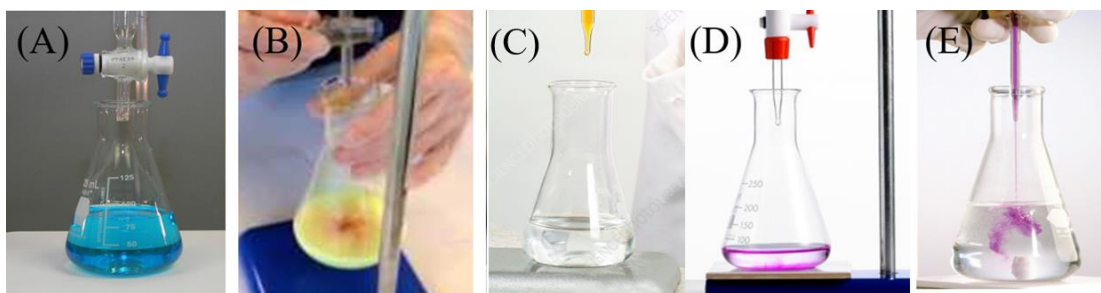
4. 若欲辨識 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，除需有(甲)外，尚需有哪一個物質，始能達到目的？

- (A) 壬 (B) 辛 (C) 庚 (D) 己 (E) 戊 (F) 丁 (G) 丙 (H) 乙

5. 已知 CoCO_3 難溶於水，但可溶於鹽酸中。若將 0.001 莫耳的 CoCO_3 溶於 5 mL、6 M HCl 中，則其結果最接近下列哪一個溶液？



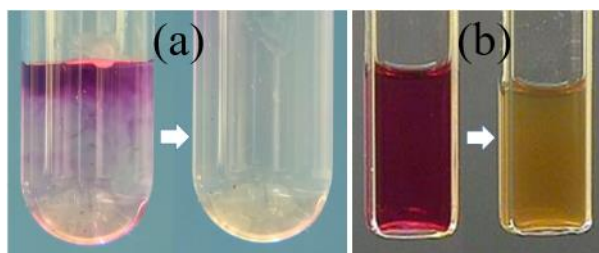
6. 下列滴定實驗中哪一個最可能是以硝酸銀定量分析氯化鈉時的景照？



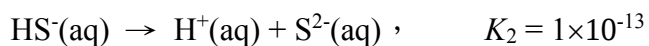
二、多選題（計 4 題，每題 4 分，共 16 分，全對才給分）：

1. 在化合物：甲~戊中，哪些可讓過錳酸鉀顯現出如圖(a)或圖(b)所示的顏色變化？

甲：環己烷 乙：乙酸 丙：乙醚 丁：環己烯 戊：丙炔
(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁 (E)戊



2. 已知硫化銅(CuS)的溶度積常數為 2×10^{-40} ，且 H_2S 在水中會進行下列反應。根據所述，下列有關一公升飽和 CuS 溶液的敘述中哪些正確？



- (A) $\text{pH} \approx 7.3$
(B) $[\text{Cu}^{2+}] \approx 1.4 \times 10^{-20} \text{ M}$
(C) $[\text{H}_2\text{S}] \approx 1.0 \times 10^{-17} \text{ M}$
(D) $[\text{HS}^-] \approx 1.0 \times 10^{-17} \text{ M}$
(E) $[\text{S}^{2-}] \approx 1.4 \times 10^{-20} \text{ M}$

編號：_____

3. 實驗顯示：若將圖 1 中的甲乙兩溶液相互混合，再滴入丙，則會顯現出如圖 2 所示的化學變化。已知三者的成分為化合物：(1)~(8)中的某三個，試問下列相關敘述中哪些正確？

- (1) KI (2) NaIO₃ (3) K₂Cr₂O₇ (4) NaOH
(5) HCl (6) AgNO₃ (7) 澱粉 (8) 酚酞

- (A) 甲屬於強酸
(B) 乙可吸收二氧化碳
(C) 化合物(3)並非丙的主要成分
(D) 若在 AgNO₃ 溶液中加入甲則會出現沉澱
(E) 甲、乙、丙均可與 Pb(NO₃)₂ 進行反應

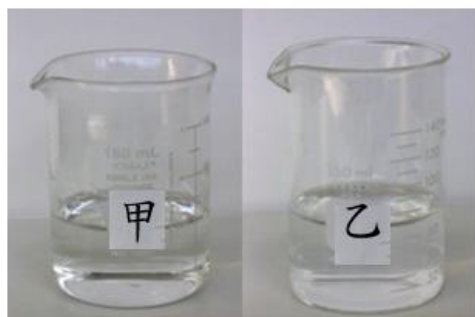


圖 1



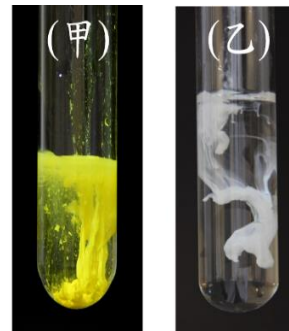
圖 2

4. 已知化合物 HCOH 為甲醛的同分異構物，試問下列有關 HCOH 的敘述中哪些正確？

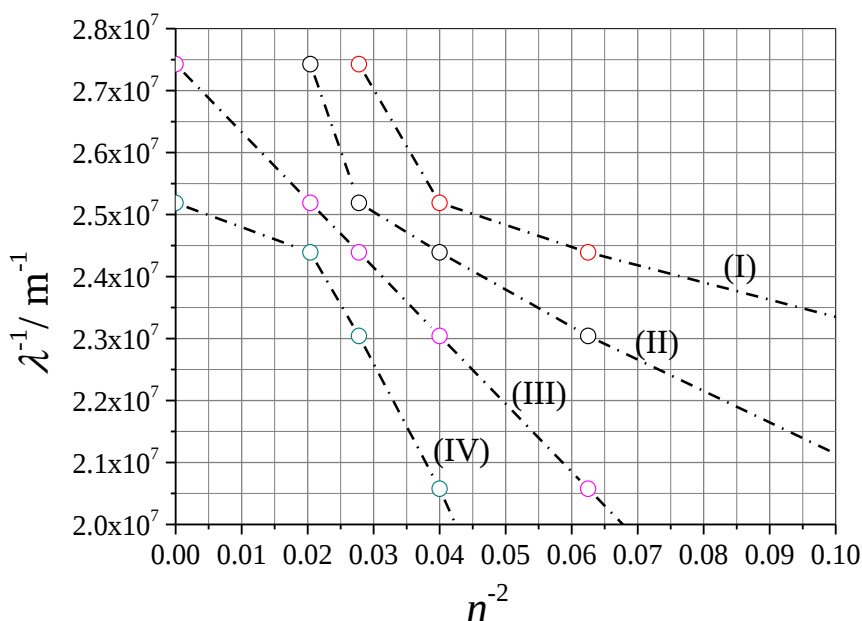
- (A) 若從 HCOH 中移除兩個電子後各原子的電子組態仍符合二隅體或八隅體法則，則產物存在兩個或兩個以上的路易斯共振結構
(B) 若加入兩個電子至 HCOH 後各原子的電子組態仍符合二隅體或八隅體法則，則產物具有與乙炔相似的幾何結構
(C) HCOH 中的所有原子理論上座落在同一平面上
(D) HCOH 中 HCO 的鍵角接近 120 度
(E) HCOH 中 COH 的鍵角接近 109 度

三、非選擇題 (計 5 題，共 60 分)：

1. 商品檢驗局檢驗一批餐具時，發現部分馬克杯的釉料的熱水萃取液會使碘化鈉與硫酸鈉分別產生出如右圖中甲、乙兩支試管所示的結果。根據所述，該釉料中可能含有哪種物質？詳述之，並列出相關化學反應式。若無說明與反應式，不予計分。(10 分)



2. 丹麥科學家波耳在 1911 年對原子結構提出假設，指出原子中的電子係以「行星繞日」方式，沿特定「軌道」環繞原子核進行運動，其中各軌道的能量並不連續，有如階梯，可表示為： $\frac{-E}{n^2}$ ，其中 E 為一常數，而 n 為各軌道的序號($n: 1、2、3\dots$)。當電子從內層軌道躍遷至外層軌道或從外層軌道返回至內層軌道時，會吸收或釋放能量，其數值恰等於兩軌道間的能量差。波耳根據這一假設，對氫原子的放射光譜進行分析，發現光譜中所顯現的光波的波長與假設模型完全吻合。有鑑於此，王同學也想效法波耳，對某一原子(元素符號： A_ZX)的離子($X^{(Z-1)+}$)之放射光譜進行解析，了解其成因。經過模擬分析後，他將部分所得結果繪製成下圖，其中縱軸為放射光譜中光波的波長的倒數(λ^{-1})、橫軸為電子繞行軌道的序號的平方的倒數(n^{-2})，而曲線(I)、(II)、(III)與(IV)，則是他假設電子係從外層軌道分別返回至某些特定內層軌道時的結果。根據所述，回答下列問題。



編號：_____

(1) 若 $X^{(Z-1)+}$ 的結構完全符合波耳的原子模型，則上述放射光譜主要是電子返回至哪一個內層軌道時所產生的結果？詳述推理過程，若無推導，不予計分。(10 分)

(2) 已知普朗克常數為： $6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、光速為： $3.0 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，估計簡式： $\frac{-E}{n^2}$ 中 E 的數值(單位：J)，並詳述推理過程。(5 分)

3. 王同學某日信手以家中現有器材進行下列電解實驗，

其步驟與結果如下：

I. 剪取一張白色咖啡濾紙，覆蓋於一只鋁箔盤上。

II. 取出一只瓷碗，滴入數滴藥用碘酒，再滴入若干新鮮檸檬汁。碘酒褪成無色。

III. 加入數滴白米漿及少許冷開水。調合後，一起倒入前述鋪有濾紙的鋁盤上。

IV. 取出一只 9 V 電池，以一導線將其連接至鋁盤。

V. 另取一條導線，將電池的另一極連接至一支 5 公分長的 _____ 的鉛筆芯。

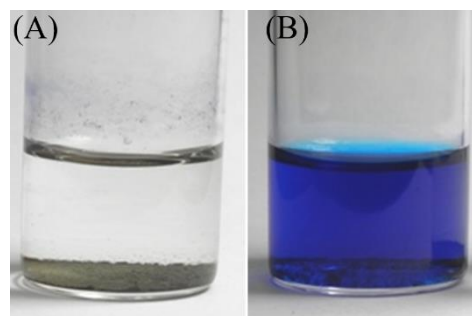
VI. 當鉛筆芯的另一端接觸濾紙時，濾紙上出現上圖所示的字跡。

根據所述，回答下列問題。

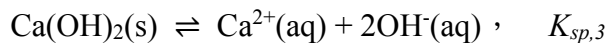
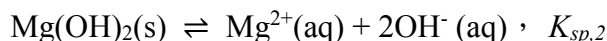
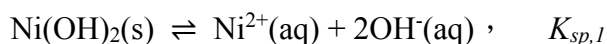


(1) 若以酚酞溶液代替步驟 II 與 III 所述的混合溶液，則紙面上會出現何種顏色的字跡？詳述推測邏輯，並以化學式闡述之。(5 分)

(2) 已知在亞甲藍溶液中加入 SnCl_2 或鋅粉時，會出現如圖(A)所示的顏色，若改加過氧化氫或次氯酸，則會出現如圖(B)所示的顏色。試問若以亞甲藍代替子題(1)中的酚酞，則濾紙上會出現何種顏色的字跡？詳述推測邏輯。(5 分)

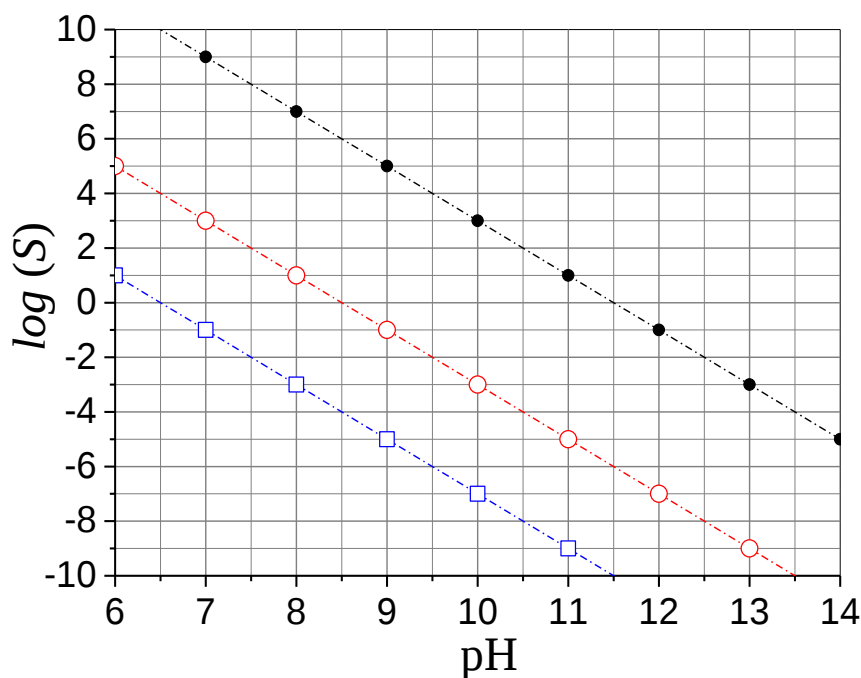


4. 已知 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 與 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 在水中會進行下列解離反應：

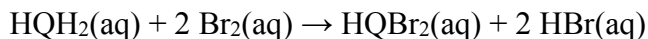
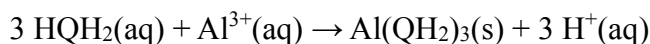


其中 $K_{sp,1} < K_{sp,2} < K_{sp,3}$ 。實驗顯示：三者的溶解度(簡稱 S ，單位： mol/L)會隨水中 pH 值增加而降低，如下圖所示，其中縱軸為 S 的對數函數值： $\log(S)$ ，橫軸為溶液的 pH 值，回答下列問題。

- (1) 現有一固體混合物，內含 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 與 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 各 0.10 莫耳，被置於 1.00 公升的純水中。若將溶液的 pH 值調整至 7.0，則溶液中鈣離子的濃度為多少 M？(5 分)
- (2) 承上題，若欲藉由調整 pH 值與過濾分離的技巧，將三者中的兩個同時從溶液中「完全沉澱分離」，則溶液的 pH 值應調整至哪一範圍才能達到目的？並詳述推導邏輯，其中體積變化可忽略不計。已知「完全沉澱分離」的定義是被沉澱分離者，其在溶液中的溶解量不得超過原有量的千分之一。(5 分)
- (3) 承上題，若欲繼續將兩個沉澱物予以分離，則應將其置於一公升何種 pH 值的溶液中，始能藉由過濾分離技巧，達到「完全沉澱分離」的目的？詳述推導邏輯。(5 分)



5. 已知化合物 HQH_2 可分別與鋁離子及溴(Br_2)進行下列反應：



王同學根據上述反應，分析一包不純物中 AlCl_3 (式量：133.5) 的含量；其實驗步驟與結果如下：

- I. 以蒸餾水溶解該不純物。過濾去除雜質。在澄清濾液中逐量加入 HQH_2 。溶液出現沉澱物。
- II. 溶液不再產生沉澱後，過濾、收集沉澱物。
- III. 於沉澱物中逐滴加入鹽酸。俟沉澱物完全溶解後，加入 40.00 mL、0.010 M Br_2 。溶液呈現紅棕色。
- IV. 加入過量 KI 以及數滴澱粉試劑。溶液呈現藍色。以 0.010 M 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液進行滴定。滴入 40.00 mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 時，溶液由藍色瞬間褪為無色。

根據所述，回答下列問題。

- (1) 為何在步驟 III 中，溶液最終呈現紅棕色，但在步驟 IV 中，溶液最初呈現藍色？詳述之。(5 分)
- (2) 若實驗誤差可忽略不計，則不純物中含有多少克的 AlCl_3 ？並詳述計算過程。(5 分)

編號：_____

108 學年度高級中等學校數理及資訊學科能力競賽 化學科決賽

筆試四 時間：45 分鐘 編號：_____ 分數：_____

作答區：請將答案寫在下列格子內，否則不予計分

一、 多選題（計 4 題，每題 5 分，共 20 分，每一選項 1 分，答錯不倒扣）：

1	2	3	4

二、 非選題（計 4 題，共 80 分，若涉及計算，需寫出計算過程）：

1.	(每小題 3 分，共 15 分)
2.	(每小題 3 分，共 15 分)

3. (A) (10 分)

(B) (5 分)

(C) (4 分)

(D) (3 分)

(E) (3 分)

4. (A) (5 分)

(B) (4 分)

(C) (8 分)

(D) (8 分)

108 學年度高級中等學校數理及資訊學科能力競賽

化學科決賽

筆試四

請將答案寫在作答區的格子內，否則不予計分

一、多選題（計 4 題，每題 5 分，共 20 分，每一選項 1 分，答錯不倒扣）：

1. 在光電效應的實驗中，光電子之動能 (E_k ，單位 J) 與入射光之頻率 (ν ，單位 s^{-1}) 呈線性關係：

$E_k = \beta\nu - 4.0 \times 10^{-19}$ ， β 為常數；問下列哪些敘述正確？

- (A) 直線之斜率 β 為普朗克常數 ($6.625 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$)
- (B) 波長 550 nm 之入射光可將電子游離出來
- (C) 入射光之能量愈大，游離出來之電子數目愈多
- (D) 光電效應的結果必需用光具有粒子的特性才能解釋
- (E) 陰極塗上不同的金屬時，所得直線的斜率和截距都會改變

2. $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 分解為 $\text{NO}_2(\text{g})$ 是吸熱反應，且會達成平衡。針對容器內所含之 NO_2 和 N_2O_4 混合氣體，下列哪些敘述正確？

- (A) NO_2 的平均移動速率是 N_2O_4 的 2 倍
- (B) 改變容器體積或溫度都會改變分子總數
- (C) 將容器體積減半（溫度不變），則平衡總壓力會加倍
- (D) 將容器體積減半（溫度不變），則 N_2O_4 撞擊器壁的頻率會增加
- (E) 溫度增加 10°C （體積維持不變），達新平衡後， NO_2 的莫耳分率會增加

3. 下列有關路易斯結構、分子形狀和混成軌域的敘述，哪些正確？

- (A) 中心原子外圍的原子數相同者，其分子形狀亦相同
- (B) 中心原子外圍的電子群數相同者，其使用的混成軌域亦相同
- (C) 根據 VSEPR 理論，中心原子外圍連接 4 個原子之分子為四面體形
- (D) 中心原子為第三週期及以上者，才可能會有超過八隅體的情形
- (E) 具有相同分子形狀者，其中心原子所用的混成軌域亦相同

4. 下列有關反應速率和活化能的敘述，哪些正確？

- (A) 反應物的濃度加倍時，反應速率也會加倍
- (B) 活化能較高的化學反應，其反應速率受溫度的影響較大
- (C) 溫度相同時，活化能較高的化學反應，其反應速率較慢
- (D) 單一步驟之可逆反應，催化劑對正、逆反應速率增加的比例相同
- (E) 單一步驟之可逆反應，正反應活化能較逆反應高者，正向為吸熱反應

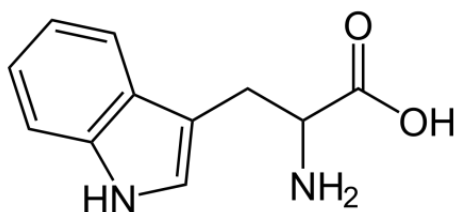
二、非選題（計 4 題，共 80 分，若涉及計算，需寫出計算過程）：

1. 將基態原子之價電子數與其不成對電子數之差定義為 δ ；針對週期表第二週期中 $\delta = 2$ 的元素，回答下列各小題。（每小題 3 分，共 15 分）

- (A) 將其第一游離能由低至高排列
- (B) 將其第二游離能由低至高排列
- (C) 將其原子半徑由低至高排列
- (D) 將其電負度由低至高排列
- (E) 哪些是蛋白質的組成原子

2. 色胺酸（結構如下圖）具有兩個 pK_a 值：2.83 和 9.38，回答下列各小題。

（每小題 3 分，共 15 分）

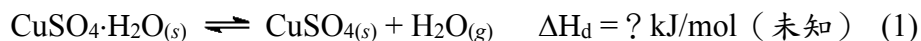


- (A) 寫出色胺酸之分子式
- (B) 寫出共有幾個中心原子使用 sp^2 混成軌域
- (C) 寫出共有幾個中心原子使用 sp^3 混成軌域
- (D) 寫出共有幾對孤電子對？
- (E) 寫出 $pK_a = 9.38$ 所對應之官能基

3. 放射性磷-32 (P-32) 和碘-131 (I-131) 都是研究和醫療常用的同位素。某溶液同時含有 P-32 和 I-131，其放射性強度為 60 次衰變/分；經 8 天後其放射性強度變為 32 次衰變/分；回答下列各小題。
半生期：P-32 = 16 天，I-131 = 8.0 天；原子序：P = 15，I = 53。

- (A) 求原始溶液中所含 P-32 和 I-131 的原子個數 (10 分)
(B) 經多少時間後，溶液中所含 P-32 和 I-131 的原子個數相同 (5 分)
(C) 寫出原始溶液中之 P-32 和 I-131 所含中子的總數 (4 分)
(D) 寫出一個 P-32 基態原子中，具有 $m_l = 0$ 之電子數 (3 分)
(E) 寫出一個 I-131 基態原子中，具有 $l = 1$ 之電子數 (3 分)

4. 考慮 $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}_{(s)}$ 失去結晶水 (式 1) 與水之汽化 (式 2) 的過程 (假設 ΔH_d 和 ΔH_w 不隨溫度而變)：



已知 $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}_{(s)}$ 和 $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ 在絕對溫度 T 之飽和水蒸氣壓 (P_x) 都可表示為：

$\ln P_x = c_x - \Delta H_x/RT$ ，下標 x 為 d 或 w ， c_x 為常數。

若將 $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}_{(s)}$ 置於溫度為 T 之密閉容器中，則其相對溼度 (H_R) 可表示為：

$\ln H_R = 8.94 - 3370/T$ 。根據上述資料，回答下列各小題。

$$(R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$$

- (A) 將 $\ln H_R$ 表示為 c_d 、 c_w 、 ΔH_d 、 ΔH_w 和 T 的函數 (5 分)
(B) 求 $\Delta H_d = ? \text{ kJ/mol}$ (4 分)
(C) 求 c_d 和 c_w (8 分)
(D) 將裝有 $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}_{(s)}$ 之容器體積由 5.0 L 減為 1.0 L (溫度維持在 300 K)，並重新達平衡。問此過程會有多少熱量 (ΔH) 伴隨發生？ (8 分)