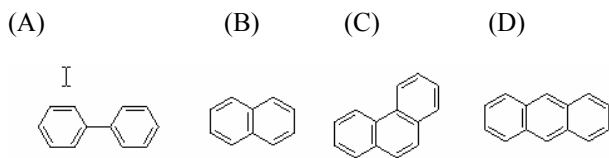


一、選擇題 (單選、每題 3 分，共計 45 分)

- (C) $C_4H_{10}O$ 的異構物有幾種? (A) 5 ; (B) 6 ; (C) 7 ; (D) 8。
- (B) 承上題 $C_4H_{10}O$ 的異構物有幾種醇類? (A) 3 ; (B) 4 ; (C) 5 ; (D) 6。
- (D) 下列那一個結構是蒽化合物?



- (B) 杏仁中含有丁酸戊酯下列那一個結構是丁酸戊酯? (A) $C_4H_9COOC_5H_{11}$; (B) $C_3H_7COOC_5H_{11}$; (C) $C_4H_9COOC_4H_9$; (D) $C_4H_9COOC_3H_7$ 。
- (A) 下列何者為半乳糖的同分異構物?(A) 葡萄糖; (B) 麥芽糖; (C) 纖維素; (D) 澱粉。
- (C) 同溫同壓下 4 公升的氮與 2 公升的氫所含的分子數比為何? (A) 1 : 2 ; (B) 1 : 1 ; (C) 2 : 1 ; (D) 2 : 5。
- (A) 動物纖維燃燒時產生難聞的氣味，是因為其中含有：(A) 蛋白質; (B) 糖; (C) 維生素; (D) 脂肪。
- (A) 在地表面附近乾燥空氣組成之比例大小順序為：(A) 氮>氧>氫>二氧化碳; (B) 氮>氧>二氧化碳>氫; (C) 氮>氧>臭氧>氫; (D) 氮>氧>氫>臭氧。
- (B) 地殼中質量百分組成最高者為：(A) 矽; (B) 氧; (C) 鈣; (D) 鐵。
- (C) 取一莫耳的下列物質進行變化，何者所需能量最多? (A) $0^\circ C$ 的冰熔成 $0^\circ C$ 的水; (B) $100^\circ C$ 的水變成 $100^\circ C$ 的水蒸氣; (C) 氫分子分解成氫原子; (D) 乾冰變成 CO_2 溢出。
- (A) 下列那一種方法可以製造出肥皂? (A) 甘油脂加氫氧化鈉; (B) 甘油脂加鹽酸; (C) 甘油加氫氧化鈉; (D) 甘油加鹽酸。
- (C) $BaSO_4$ 在下列哪一個 0.01M 的水溶液中之溶解度最大：(A) $NaNO_3$; (B) Na_2SO_4 ; (C) $Mg(NO_3)_2$; (D) 葡萄糖。
- (C) 氧化-還原方程式： $Cr_2O_7^{2-}(aq) + NO(g) + ? \rightleftharpoons Cr^{3+}(aq) + NO_3^-(aq) + ?$ ，平衡後其係數和為：(A) 18; (B) 19; (C) 20; (D) 21。
- (A) 分子間作用力之大小排列，何者為正確? (A) $CH_3OH > CH_3NH_2 > SO_2 > Cl_2$; (B) $CH_3NH_2 > CH_3OH > SO_2 > Cl_2$; (C) $CH_3OH > CH_3NH_2 > Cl_2 > SO_2$; (D) $Cl_2 > SO_2 > CH_3OH > CH_3NH_2$ 。
- (B) 下列那一個為非平面結構? (A) SO_3 ; (B) SO_3^{2-} ; (C) NO_3^- ; (D) BF_3 。

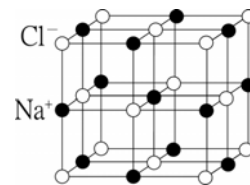
二、簡答題與計算：(共計 55 分，配分見各題)

1. (8%) 如圖為氯化鈉晶體之單位格子之構造，則：

(1) 配位數為若干? (2) 每單位格子實含 Na^+ 若干個? Cl^- 若干個?

(3) 該化合物之實驗式為何? (4) 若二個 Na^+ 的最短距離為 $r \text{ \AA}$ ，則鍵長為若干?

答案：(1) 由圖中知其為八面體結構，中間 \bullet 共和 6 個 \circ (最短距離) 相接，故配位數為 6。(注意： \bullet 與 \bullet 最近距離之個數有 12 個) (2) unit cell: sodium ion $1 + (1/4) * 12 = 4$, chloride ion $(1/8) * 8 + (1/2) * 6 = 4$ (3) $Na^+ : Cl^- = 4 : 4 = 1 : 1 \therefore$ 實驗式為 $NaCl$ (4) Na^+ 最短距離為 r ，則與鍵長 a 之關係為 $a = \sqrt{2} r$ ， $a = \sqrt{2} / 2 r \text{ \AA}$



- (8%) 一燃燒塔每日燃燒了 10^6 公升的 $C_{15}H_{32(l)}$ 燃油，燃油的密度為 0.80 g/cm^3 ，塔頂 (1 atm、 $20^\circ C$) 發現燃燒產物中有 70 ppm (以體積計) 的 $NO(g)$ ，試計算每日有多少摩耳的 $NO(g)$ 產生! $C_{15}H_{32(l)} + 23O_{2(g)} \rightarrow 15CO_{2(g)} + 16H_2O_{(g)}$ ， $R = 0.082 \text{ atm-L/mol-K}$ 。

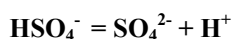
ANS: $10^6 * 100 * 0.80 / 212 = 3.8 \times 10^6 \text{ moles oil}$ ， $V = nRT/P = 3.8 \times 10^6 * 31 (= 15 + 16 \text{ from left side of equation}) * 0.082 * 293 = 2.834 \times 10^9 \text{ Liters}$ 、 $2.834 \times 10^9 * 70 / 10^6 = 4.984 \times 10^5 \text{ liters}$ 、 $n = PV/RT = 8.3 \times 10^3 \text{ moles of NO per day}$

3. (6%)我們可以利用氫氧化物之溶解度之差異，使一離子完全沉澱(當離子之濃度變為原來的 $1/10^4$ 時可稱為完全沉澱)，而另一離子即將開始沉澱時，此狀況可稱二離子已分離。若溶液中含有 0.10 M 的 Fe^{3+} 及 Mg^{2+} ，應如何控制溶液之 pH 值，以將二離子分開？假設加入氫氧化物後溶液體積不變。 $K_{\text{sp}}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 4 \times 10^{-38}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 1.8 \times 10^{-11}$ 。

Fe完全沉澱 $10^{-5}[\text{OH}^-]^3 = 4 \times 10^{-38}$ ， $[\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-11}$ ，**Mg開始沉澱** $0.1 * [\text{OH}^-]^2 = 1.8 \times 10^{-11}$ ， $[\text{OH}^-] = 1.3 \times 10^{-5}$ ，即 $[\text{OH}^-]$ 在 $2 \times 10^{-11} \sim 1.3 \times 10^{-5}$ 間，**pH 3.30~9.11 間**

(8%)試解釋下列化合物中鍵角的不同? $\text{CH}_4(\text{H}-\text{C}-\text{H}, 109.5^\circ)$ ， $\text{CH}_3\text{Cl}(\text{H}-\text{C}-\text{H}, 110^\circ)$ ， $\text{NH}_3(\text{H}-\text{N}-\text{H}, 107^\circ)$ ， $\text{H}_2\text{O}(\text{H}-\text{O}-\text{H}, 105^\circ)$ 。**ANS: sp³, tetrahedral, Cl more electronegative than H, electrons are close to Cl that let angles to open(if answer is major difference?)，N,O have one or two electron lone pairs to push angles down**

4. (6%) 0.0100 M 之硫酸溶液，試計算其 $[\text{H}^+]$ 之值！硫酸之第二解離常數 $K_{\text{a}2} = 1.2 \times 10^{-2}$ 。



$$0.01-x \quad x \quad 0.01+x \quad K_{\text{a}} = x(0.01+x)/(0.01-x) \quad x=1.52 \times 10^{-3}, \quad [\text{H}^+] = 0.01+0.00152 = 1.45 \times 10^{-2}$$

$$\text{pH} = 1.84$$

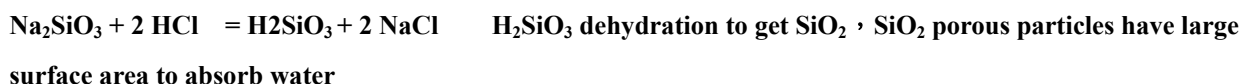
5. (7%) 500 K 時，臭氧與氨作用分子式如下： $5\text{O}_{3(g)} + 6\text{NH}_{3(g)} \rightarrow 6\text{NO}_{(g)} + 9\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ 。在某一時時間隔 $\text{NO}_{(g)}$ 之壓力增加速率為 $1095\text{ mmHg}\cdot\text{s}^{-1}$ ，在相同時間內：(a) 臭氧減少之速率為多少 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$? (b) 氨減少之速率為多少 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$?

$$\text{PV} = n\text{RT} \quad n/V = P/\text{RT}, \quad d[\text{NO}]/dt = 1/\text{RT} * (dP_{\text{NO}}/dt) = 1095/760/0.082/500 = 3.51 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$\text{Rate of disappearance of ozone} = -d[\text{O}_3]/dt = 5d[\text{NO}]/6dt = 2.92 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$\text{Rate of disappearance of ammonia} = -d[\text{NH}_3]/dt = d[\text{NO}]/dt = 3.51 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

6. (6%)矽膠(silica gel)為 SiO_2 的一種，(a)試以水玻璃 Na_2SiO_3 為起始物來製造 SiO_2 ，並寫出化學式？(b)為何矽膠常用來當乾燥劑使用？



3.51

7. (6%)氯離子量的測定可用 AgNO_3 溶液來做沉澱滴定，並以 K_2CrO_4 當指示劑；當滴定越過當量點時，會形成磚紅色的 Ag_2CrO_4 。若氯離子樣本溶液酸性或鹼性太強時，會如何影響到滴定結果？

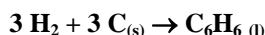
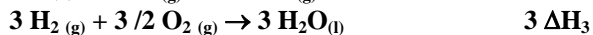
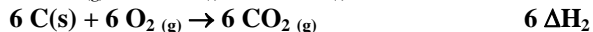
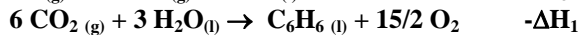
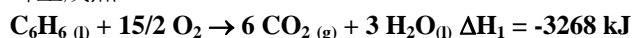
In Acid solution (pH<7): chromate changes to dichromate; in base (pH>10) precipitate is formed $\text{Ag}(\text{OH})_2$; both are positive errors

一、選擇題(單選、每題3分, 共計45分)

- (A) 下列那一種藥品不具殺菌的功能? (A) 類固醇; (B) 盤尼西林; (C) 磺胺; (D) 四環黴素。
- (B) 丙烷和氯氣在照光下生成下列何種為主要產物? (A) 2-氯丙烷; (B) 1-氯丙烷; (C) 2-氯丙烯; (D) 1-氯丙烯。
- (B) 硝基苯和氫氣在觸媒 Pt 中反應, 會生成下列何種產物? (A) 苯甲酸; (B) 苯胺; (C) 亞硝基苯; (D) 聯苯胺。
- (C) 三種不同的胺基酸, 經過二次醯胺鍵結後, 可得若干種不同的三肽? (A) 4; (B) 5; (C) 6; (D) 7。
- (D) 下列原油分餾產物那一種其烷烴之碳鏈最長? (A) 石油氣; (B) 汽油; (C) 柴油; (D) 臘油。
- (D) 在一固體混合物中含重量百分率 35.5% 的氯化鋇(分子量為 159) 若欲製備 800 mL 的 0.1M 氯化鋇溶液, 須多少克的固體混合物? (A) 6.8 克; (B) 15.6 克; (C) 26.8 克; (D) 35.8 克。
- (C) 下列化合物中, 何者之離子鍵特徵最為明顯? (A) PCl_3 ; (B) H_2O ; (C) NaCl ; (D) Cl_2 。
- (D) 催化劑可以加速反應, 縮短化學平衡所需時間, 平衡常數受催化劑之影響為何? (A) 變大; (B) 變小; (C) 視情況而定; (D) 不變。
- (C) 小蘇打(碳酸氫鈉)水溶液可以用於中和阿斯匹靈服用過量中毒, 阿斯匹靈應是那一種酸鹼? (A) 強酸; (B) 強鹼; (C) 弱酸; (D) 弱鹼。
- (D) 天然出產的黏土多呈紅褐色, 是因為黏土含有那一種化合物? (A) 碳酸鈣; (B) 矽酸鈉; (C) 二氧化矽; (D) 氧化鐵。
- (C) 有一晶體以面心立方堆積, 其單位晶格中在角落位置的原子 X、數目為 8, 而在面心位置的原子 Y、數目為 6, 則此晶體的實驗式為: (A) XY; (B) XY_2 ; (C) XY_3 ; (D) X_2Y 。
- (B) 關於苯的敘述, 下者為錯誤的: (A) 碳為 sp^2 鍵結; (B) 容易發生加成反應; (C) 6 個碳-碳鍵均等長; (D) 12 原子共為一平面。
- (D) 銅與硝酸作用產生銅離子及一氧化氮氣體, 若將此化學方程式平衡, 若係數為最小之整數, 則方程式之係數和為: (A) 19; (B) 20; (C) 21; (D) 22。
- (B) 欲分離 Zn^{2+} 、 Al^{3+} 離子, 可用下列何種試劑? (A) Na_2S ; (B) NH_3 ; (C) NaCl ; (D) NaOH 。
- (D) 乙炔和二當量的鹽酸反應生成下列何種產物? (A) 氯乙烯; (B) 1,2-二氯乙烷; (C) 氯乙烷; (D) 1,1-二氯乙烷。

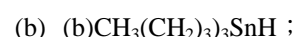
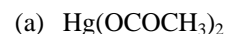
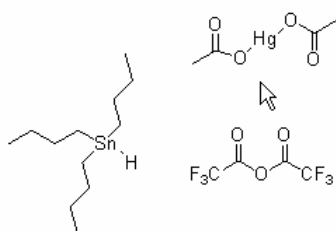
二、簡答題與計算:(共計55分, 配分見各題)

- (6%) 已知苯的莫耳燃燒熱為 -3268 kJ , 碳的莫耳燃燒熱為 -393.6 kJ , 氫氣的莫耳燃燒熱為 -285.8 kJ , 求苯的莫耳生成熱。



$$\Delta\text{H} = -\Delta\text{H}_1 + 6 \Delta\text{H}_2 + 3 \Delta\text{H}_3 = 49.0 \text{ kJ}$$

- (6%) 畫出下列試劑示性式的結構式?



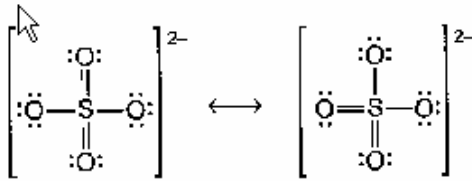
3. (12%) 寫出下列於室溫時各分子間結合力的形成之類別

①氫，②水，③甲烷，④CO₂，⑤矽，⑥Al，⑦NaCl，⑧KClO₃，⑨HCN，⑩SiO₂，⑪KOH，⑫KHF₂。

網狀共價：⑤⑩；離子鍵：⑦⑧⑪⑫ ⇒ HF₂⁻ 內部含共價鍵與氫鍵；

金屬鍵：⑥；氫鍵：②⑨；凡得瓦力：①③④

4. (8%) 硫酸根SO₄²⁻之鍵結軌域為何？形狀為何？實驗發現4個S-O之鍵長均為149 pm，請以路易士結構說明其原因！



⁻O-(O=)S(=O)-O⁻, sp³, tetrahedral, because of resonance, all SO

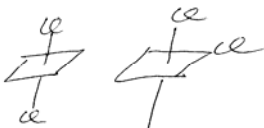
bonds has the same length

5. (8%) 不飽和碳氫化合物 A 含有 88.8% (質量) 的碳。以 Pd 為催化劑，1.00 克的化合物 A 恰好與 906 毫升 (25.0°C、1.00 atm 下測量) 的氫氣完全作用。又在 1.00 atm、100°C 時，0.120 克的 A 化合物為氣體狀態，體積為 67.9 毫升。
(a) A 化合物之分子式為何？(b) 繪出所有可能之非環狀異構物，並以中文命名之。

88.8/12:11.2/1 = 2:3、empirical formula C₂H₃, n(moles of A in 0.12 grams) = 1*0.0679/0.082/373 = 0.00222 moles, molar mass of A = 0.12/0.00222 = 54.05, molecular formula: C₄H₆. moles H in reaction with 1.00 grams of A, (i.e 1/54.05 = 0.0185 moles of A): n = PV/RT = 1*0.906/0.082/298 = 0.0371 moles, that is 1 mole A reacts with 2 moles of H₂. The A compound may have 1 triple bond or 2 double bonds.

HC≡C-CH₂-CH₃、1-丁炔，H₃C-C≡C-CH₃、2-丁炔，H₂C=CH-CH=CH₂、1,3-二丁烯，H₂C=C(H)CH₃、1,2-二丁烯

6. (10%) Cu²⁺的配位數是4，它會與4個具有空電子對的分子或離子結合成錯離子，若此錯離子帶正電荷，會再結合等量的負電荷物質而形成錯化合物。錯化合物溶在水中時，帶正電荷的錯離子會與負電荷物質解離分開。例如：[Cu(H₂O)₄]SO₄錯化合物在水中解離成：[Cu(H₂O)₄]²⁺錯離子與SO₄²⁻離子。今有一錯化合物，經元素分析，知道含有Fe、Cl、N、H原子比為1:3:4:12。經以硝酸銀溶液滴定錯化合物，需耗費等倍的銀離子摩爾數來達到滴定終點。(a) Fe的原子序為26，寫出其原子之電子組態。(b) 試寫出此錯離子之結構式！(c) 繪出其可能存在的幾何異構物 (Fe³⁺配位數為6，以d²sp³結合)！



[Ar]3d⁶4s², [Fe(NH₃)₄Cl₂]⁺, octahedral,

7. (5%) 為何H₂O的密度在4°C時為最大？

The kinetic energy and volume will be increased when the temp increased, the density will go down. When ice melting, the water molecules go into the rigid structures of ice and volume decreased, the density goes up.