

108 年度全國科學班聯合學科資格考 化學科 試題卷

說明：

* 請將正確答案填寫於答案卷上，計算題需列出計算過程，否則斟酌給分。

一. NTP 下，Ne、Na、H₂、Si、C₆₀、SiO₂、CH₄、MgCl₂、NH₄F、H₂SO₄ 等 10 種物質中，

- (1) 電解質有幾種？(1 分)
- (2) 含有具方向性的化學鍵有幾種？(1 分)
- (3) 有電子海存在的有幾種？(1 分)
- (4) 含有未鍵結(孤)電子對有幾種？(1 分)
- (5) 熔化時需破壞共價鍵有幾種？(1 分)

二. 若 α 質點撞擊單層金箔之偏折機率 = $\frac{\text{原子核截面積}}{\text{原子截面積}}$ ，以 α 質點轟擊 2×10^3 層原子厚的某金屬箔，發現 2×10^5 個質點中，只有一個發生偏折，若此金屬原子直徑為 5Å，則該原子之原子核的直徑應為多少 nm？(4 分)

三. 阿倫和阿翔為了製作與鐵相關的科展題目，兩人不小心將取出的 FeS 與 FeSO₄ 粉末混合在一起。兩人稱得粉末總重為 4 克，將粉末平均分裝至兩個容器：甲、乙(假設甲、乙的各成分含量組成均相等，皆為 2 克)，分別進行實驗一、二。

實驗一：於甲容器中加入微量的稀硫酸將粉末完全溶解後，再加入足量的鋁粉進行反應，鋁粉剛好完全反應完畢。接著於溶液中加入過量 NaOH(aq)，並將溶液中析出的固體過濾稱重，其重量為 1.12 克。

實驗二：於乙容器中加入適量的水溶解粉末，將未溶解的粉末過濾取出，只留下水溶液，接著加入 3 毫升的稀硫酸，利用 0.1 M 的紫色過錳酸鉀(KMnO₄)進行氧化還原反應。

(原子量 S：32、K：39、Mn：55、Fe：56)

- (1) 請藉由實驗一的數據，計算出該混合物中，FeS 之重量百分率約為若干%？(3 分)
- (2) 進行實驗二時，若欲達此反應的當量點，則需要 0.1 M 的過錳酸鉀若干毫升？(3 分)

四. 亞佛加厥定律之實驗中，已知一空塑膠袋重 a 克，充入某氣體後重 b 克，充入氧氣後重 c 克，塑膠袋體積為 V 升，當時空氣密度為 d 克/升，若氧氣的分子量為 32，則

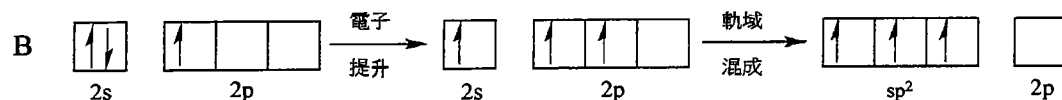
- (1) 某氣體視重為多少？(答案請以 a、b、c、V、d 等代號表示)(2 分)
- (2) 氧氣實重為多少？(答案請以 a、b、c、V、d 等代號表示)(2 分)
- (3) 某氣體分子量為多少？(答案請以 a、b、c、V、d 等代號表示)(2 分)

五. 25°C 時，將 0.1M FeCl_{3(aq)} 與 0.1M AgNO_{3(aq)} 兩杯溶液等體積混合，假設 FeCl_{3(aq)} 與 AgNO_{3(aq)} 均 100% 解離，且混合液視為稀薄的理想溶液。求混合後溶液的滲透壓為若干 atm？(4 分)

六. 在「價鍵理論」及「混成軌域」的概念中，中心原子的電子在必要時會先提升至能量較高的空軌域，形成較多的半滿軌域後，重新構成能量相等的新軌域，稱為混成軌域(Hybridized orbital)，混成軌域的數目與構成之原子軌域的數目相同，這些新軌域會以對等的方式分布在原子核周圍，再與外圍其他原子進行共價結合，結合後再藉由價殼層電子對互斥說(VSEPR)便可推測共價分子的形狀。

例如：BF₃

B原子的價電子經由電子提升形成三個半滿軌域，三個半滿軌域再重新混成為能量相同的三個 sp² 軌域，然後分別與 F 原子的 2p 軌域重疊，形成以 3 個 B-F 鍵構成之平面三角形的結構。

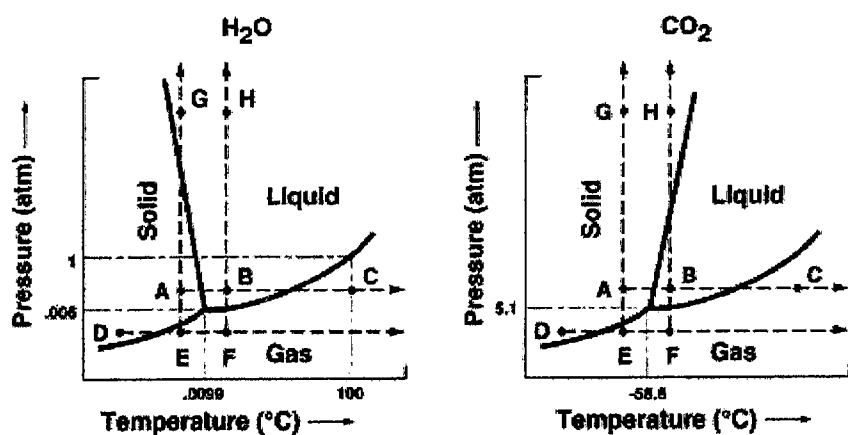


試根據你所學過的鍵結理論，回答下列問題：

- (1) 化合物 AsH₃ 的混成軌為何？(2 分)
- (2) 承上題，As 價電子中的孤對電子是否有參與混成？(2 分) 請解釋原因。(3 分)
- (3) 化學式為 SO₂Cl₂ 的分子可能為 sp³ 混成的四面體型結構，或是由 sp²d 混成的平面四邊形，試問用何種方式可以驗證 SO₂Cl₂ 的結構為四面體型而非平面四邊形？(3 分)

七. 下圖為水和二氧化碳的三相圖，請根據圖片回答下列問題：

The Phase Diagrams of H₂O and CO₂



- (1) 若要能夠看見二氧化碳熔化的現象，請問該如何操作？(2 分)
- (2) 試解釋水和二氧化碳固液平衡線斜率的差異？(3 分)

八. 氫原子光譜相關公式：

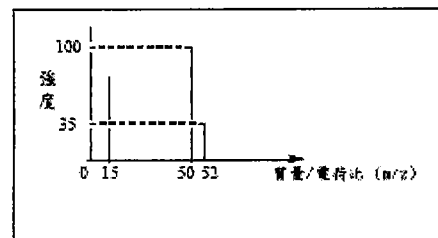
$$\Delta E = K \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right), \quad \nu = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$K = 1312 \text{ (kJ/mol)} \quad R = 3.289 \times 10^{15} \text{ (s}^{-1}\text{)}$$

- (1) 試由上述資料求出普朗克常數。(2 分)
- (2) 巴耳末系列有幾條譜線的波長在 400-700nm 範圍，請簡單計算並說明之。(3 分)

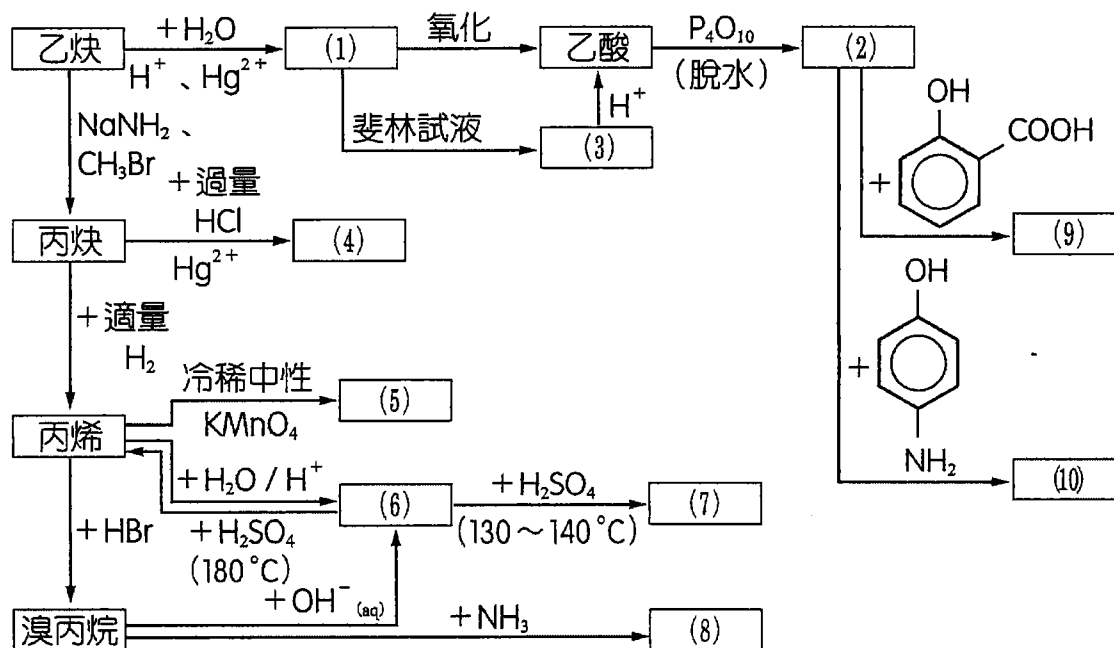
九. 利用質譜儀來分析分子結構已經成為現代化學重要的技術，其原理為利用電子撞擊分子(M)使它產生陽離子團(M⁺)或分子裂解產生的陽離子團在磁場中飛行的差異，而偵測各種離子。回答下列有關質譜分析的問題：

(1)圖一為氯甲烷的質譜分析，圖譜的橫座標為質量與電荷比(m/z)，縱座標為強度，代表所產生粒子數的多寡。氯甲烷的質譜分析中，m/z=15是氯甲烷經過裂解產生甲基陽離子[CH₃]⁺的訊號，而m/z=50與52則是氯甲烷陽離子[CH₃Cl]⁺的訊號。利用圖譜資料，說明自然界中氯的同位素為何？(2分) 且其含量比為何？(2分)



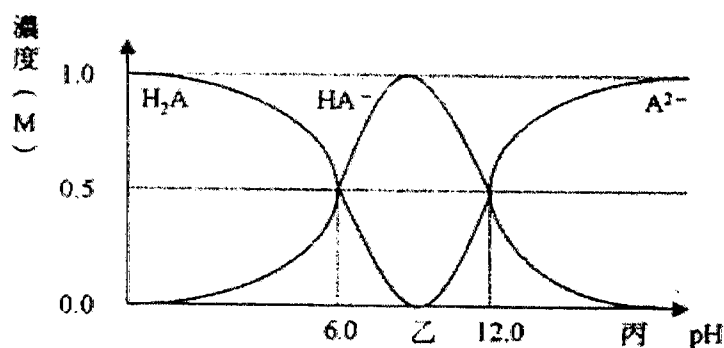
(2)自然界中銻有兩種穩定的同位素 ¹²¹Sb 和 ¹²³Sb，氯和氫亦各有兩種穩定同位素，分別為 ³⁷Cl, ³⁵Cl, 和 ¹H 和 ²H。當用質譜儀測量 SbHCl⁺離子時，會有多少個質譜峰？(3分)

十. 圖二是常見有機化合物的反應流程圖，已知(9)是一種消炎止痛劑，還有預防心臟病的功效，(10)是普拿疼等止痛藥的成分，試以結構式或示性式來完成(1)~(10)之空格，空格內所指的都是有機反應後所得的含碳主產物。(10分)



十一. 25°C時，某二元弱酸(H₂A)，今以 0.10 M NaOH(aq) 滴定此弱酸溶液，測得[H₂A]、[HA⁻]、[A²⁻]與溶液之 pH 值如圖三(未按比例繪製)之關係：試回答下列問題：

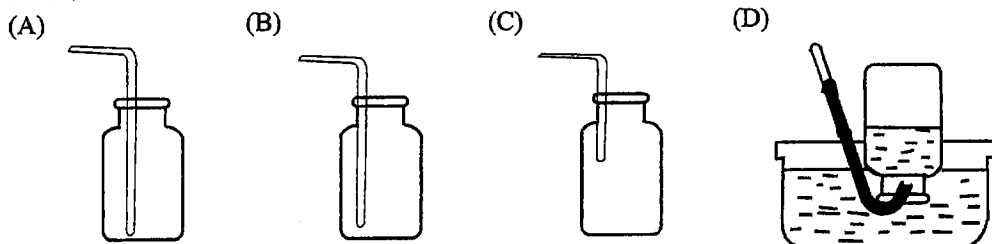
- (1)此弱酸的 K_{a1} 和 K_{a2} 各為若干？(2分)
- (2)1.0 M H₂A(aq) 的 pH 值為若干？(2分)
- (3)乙處之 pH 值為若干？(2分)
- (4)丙處之 pH 值為若干？(2分)



圖三

十二. 老師在實驗室中進行氣體的製備，他將氯酸鉀(KClO_3 ，式量 122.5)加熱使其分解。試回答下列問題：(25°C 水飽和蒸氣壓為 24 mmHg)

(1)下列裝置何者適合使用於收集所產生的氣體？(1分)



(2)在 25°C、760mmHg 時，於水面上收集得氣體，加壓使其體積縮小至原來一半，此時氣體之總壓力為多少 mmHg？(2分)

(3)此外，他以題(1)的方法收集另一瓶的氣體總共得 245 毫升。此氣體溫度是 25°C，壓力為 784mmHg。問此瓶氣體中，由氯酸鉀反應產生的氣體有多少克？(2分)

(4)若以題(1)的方法在 25°C、1 大氣壓時，可收集到未經乾燥的氧總共 76 升，求製備氧時至少需 KClO_3 多少克？(設 KClO_3 中之所有氧都可以轉變成 O_2) (2分)

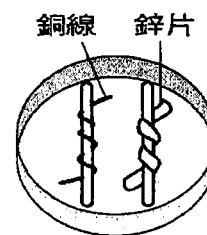
十三. 培養皿內為含有赤血鹽及酚酞之洋菜溶液，將兩根鐵釘分別纏上銅線及鐵片放入上述培養皿的洋菜溶液中(如圖四所示)，靜置幾天後，觀察鐵生鏽的現象，試回答以下相關問題：(已知 Zn^{2+} 遇到 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 會產生白色沈澱)

(1)纏上銅線的鐵釘，將看到什麼現象？(2分)

(2)寫出纏上銅線的鐵釘的陽極、陰極的半反應式。(2分)

(3)纏上鐵片的鐵釘，將看到發生什麼現象？(2分)

(4)寫出纏上鐵片的鐵釘的陽極、陰極的半反應式。(2分)

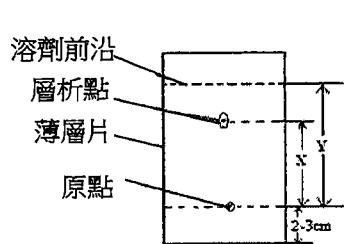


圖四

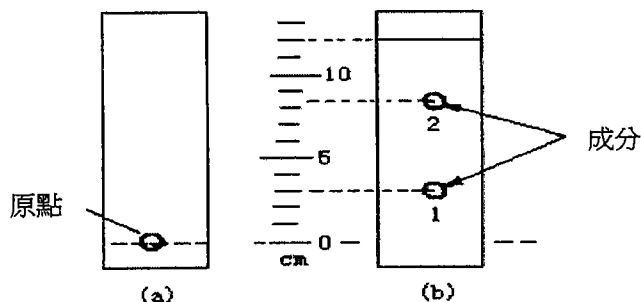
十四. 薄膜層析法屬於吸附層析的一種。由於混合物中的各個組成份對固定相的吸附能力不同，當移動相流經固定相時，便會發生無數次的吸附和解吸，吸力弱的組成份隨流動相迅速向前移動，吸力強的組成份滯留在後，由於各組成份具有不同的移動速率，最後得以在固定相上分離。

一個化合物在薄層板上升的高度與展開劑上升高度的比值稱為該化合物 R_f 值，如圖五， $R_f = X/Y$ 。

(1)試利用圖六實驗前(a)與實驗後(b)之結果，計算成份1及成份2的 R_f 。(2分)



圖五



圖六

(2)乙醇、乙酸乙酯、丙酮及正己烷是常用的展開劑，其極性由小到大的順序為何？(3分)

十五. 油脂在加工和儲藏過程中，其品質會因各種化學反應而逐漸降低，水解酸敗發生於外來水分，將油脂水解成游離脂肪酸和甘油，產生異味。水解酸敗程度可經鑑定油脂的「酸價」得知。「酸價」的定義為，中和 1 克油脂中所含游離脂肪酸所需氫氧化鉀的毫克數。油脂在含水環境加熱後，游離脂肪酸增多，酸價也增高，故可以酸價來作為劣變油脂之指標，以 CNS(國家標準)來說，品質良好的食用油脂，其酸價須在 0.2 毫克 KOH/克油脂以下。其中酸價測定步驟為，精準稱取 3~5 克混勻的油脂試樣，置於錐形瓶中，加入 50 mL 中性乙醚—乙醇混合液，振盪使油溶解，必要時可置於熱水中，溫熱使其溶解。待測物冷卻至室溫後，加入酚酞指示劑 2~3 滴，以氫氧化鉀標準溶液滴定至出現淡粉紅色，且 30 秒內不退色則為滴定終點。

酸價(X)的計算方式:

$$X = \frac{V \times C \times 56.11}{m} \quad , \text{ 式中:}$$

X—試樣的酸價(以氫氧化鉀計)(mg/g);
V—試樣消耗氫氧化鉀標準溶液體積(mL);
C—氫氧化鉀標準溶液體積莫耳濃度(mol/L);
m—試樣品質量(g);
56.11—氫氧化鉀(KOH)的式量。

依據以上所述，試回答下列各題：

- (1)測定油脂酸價的反應屬於什麼反應?(2分)
- (2)測定酸價時加入乙醚—乙醇混合液有何目的?(2分) 試說明可能的原理。(3分)
- (3)某食用油工廠，自國外進口棕櫚油，取此棕櫚油 5.01 g 再加入 50 mL 乙醚—酒精混合溶劑充分溶解後，以 0.1 M KOH 之溶液滴定，過程中滴定管一開始的刻度為 0.00 mL，達滴定終點時滴定管的刻度為 22.30 mL，則此棕櫚油的酸價，是否符合國家標準?(需列出算式才給分)(3分)

試題結束