

必要ならば以下の数値を用いなさい。

H=1, C=12, O=16, Na=23, S=32, Cl=35.5, Ca=40, Pb=207

気体定数=8.21×10⁻² ℓ atm/(K mol) ファラデー定数=9.65×10⁴ C/mol

化学（マーク解答問題）

[I] つぎの(1)～(10)の文中、(A)に最も適合するものを(イ)～(ホ)から、また(B)に最も適合するものを(い)～(ほ)から選び、マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい。

(1) (A) 結合を作る原子間に電荷の偏りがある場合、その結合は極性をもつという。(B)のように分子内の個々の結合が極性をもっている、分子全体として無極性のものもある。

- A : (イ) 水素 (ロ) イオン (ハ) 配位
(ニ) 金属 (ホ) 共有
- B : (い) 水 (ろ) 二酸化炭素 (は) 塩化カリウム
(に) クロロホルム (ほ) アンモニア

(2) 疎水性のコロイド溶液に少量の(A)を加えると、コロイド粒子の(B)ため沈殿が生じる。

- A : (イ) ミョウバン (ロ) シクロヘキサン (ハ) 硫酸バリウム
(ニ) デンプン水溶液 (ホ) 四塩化炭素
- B : (い) 表面に保護コロイドが形成される (ろ) 電荷による引力が弱められる
(は) 表面が親水性になる (に) 表面の保護コロイドが消失する
(ほ) 電荷による反発が弱められる

(3) 水酸化物イオン濃度 [OH⁻] が 1.0 × 10⁻⁶ mol/ℓ の水溶液の pH は (A) である。pH が 6 の塩酸水溶液を純水で 100 倍に希釈した溶液の pH はおよそ (B) になる。

- A : (イ) 4 (ロ) 6 (ハ) 8 (ニ) 10 (ホ) 12
- B : (い) 4 (ろ) 5 と 6 の間の値 (は) 6 と 7 の間の値
(に) 7 と 8 の間の値 (ほ) 8

(4) シクロヘキセンを水素で還元したときの反応熱は 120 kJ/mol である。ベンゼンを単結合と二重結合を交互にもつ 1,3,5-シクロヘキサトリエンとみなすと、ベンゼンを水素で還元してシクロヘキサンにしたときの反応熱は (A) kJ/mol と予想される。しかし、この反応熱の実際の値は (B) kJ/mol である。このことはベンゼンが付加反応をし難く、置換反応をし易いことと対応している。

- A : (イ) 120 (ロ) 180 (ハ) 240 (ニ) 360 (ホ) 720
- B : (い) 60 (ろ) 120 (は) 210 (に) 360 (ほ) 510

(5) 粒状のポリスチレンスルホン酸をつめた円筒に 0.100 mol/ℓ の硫酸銅(II) 水溶液 10 ml を通した後、円筒を蒸留水で十分に洗浄し、流出液を 0.100 mol/ℓ の (A) で滴定すると、滴定値は (B) ml である。

- A : (イ) 水酸化ナトリウム水溶液 (ロ) 希硫酸 (ハ) 希塩酸
(ニ) エチレンジアミン水溶液 (ホ) アンモニア水
- B : (い) 10 (ろ) 20 (は) 30 (に) 40 (ほ) 50

問題修正

【化学】

記述式解答用紙 [Ⅲ]問6 解答欄

(誤) 化学式

→

(正) 化学反応式

(6) カーボンナノチューブの構造は (A) の平面状シートを筒状にしたような構造で、炭素の価電子 (B) 個がそれぞれ共有結合を形成し平面網目状の骨格を形づくっている。その構造を反映して電気伝導性がある。

A : (イ) ダイヤモンド (ロ) ポリスチレン (ハ) ポリエチレン
(ニ) ポリアセチレン (ホ) 黒鉛

B : (い) 1 (ろ) 2 (は) 3 (に) 4 (ほ) 5

(7) 中心金属イオンが Pt^{2+} 、二種類の配位子が Cl^- および NH_3 である正方形型の $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ では、異性体の数は (A) 個である。 Co^{3+} の八面体型錯イオン (B) にも異性体が存在する。

A : (イ) 1 (ロ) 2 (ハ) 3 (ニ) 4 (ホ) 5

B : (い) $[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+$ (ろ) $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$ (は) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
(に) $[\text{CoCl}_5(\text{NH}_3)]^{2-}$ (ほ) $[\text{CoCl}_6]^{3-}$

(8) 分子式 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ で表される液体の化合物 X に、加熱した銅線を入れて得られた化合物の水溶液は、(A) 性質を示した。化合物 X と構造異性体の関係にある液体の化合物に加熱した銅線を入れると、(A) 性質を示さない沸点 56°C の (B) が得られた。

A : (イ) フェノールフタレイン溶液を加えると赤色になる
(ロ) フェーリング液を加えると赤色沈殿を生じる
(ハ) 塩化鉄(III)水溶液を加えると紫色になる
(ニ) さらし粉水溶液を加えると赤紫色になる
(ホ) ヨウ素溶液を加えると青紫色になる

B : (い) アセトアルデヒド (ろ) 酢酸 (は) エーテル
(に) アセトン (ほ) プロパノール

(9) 1 ℓ 中に 10 g のデンプン (分子量 5.85×10^5) を含む水溶液の浸透圧を、1 ℓ 中に 10 g の食塩を含む水溶液の浸透圧と比較すると、(A)。デンプン水溶液の状態を (B) 状態という。

A : (イ) デンプン水溶液の方が約10000倍高い (ロ) デンプン水溶液の方が約20000倍高い
(ハ) 食塩水の方が約10000倍高い (ニ) 食塩水の方が約20000倍高い
(ホ) 浸透圧は変わらない

B : (い) 懸濁 (ろ) ミセル (は) 電離 (に) ゲル (ほ) ゾル

(10) 硫酸銅(II)の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると (A) が沈殿する。これをおだやかに加熱すると (B) の黒色沈殿となる。

A : (イ) CuO (ロ) Cu_2O (ハ) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (ニ) $\text{Cu}(\text{OH})$ (ホ) Na_2SO_4

B : (い) CuO (ろ) Cu_2O (は) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (に) $\text{Cu}(\text{OH})$ (ほ) Na_2SO_4

化学（記述解答問題）

〔Ⅱ〕 鉛蓄電池（正極：酸化鉛(Ⅳ)，負極：鉛，電解質溶液：希硫酸）を用いて，水酸化ナトリウム水溶液の電気分解を行った。電気分解では白金を電極に使用し，0.500 A の電流を51分28秒間流した。

問1～問7の答を記述解答用紙の該当欄に記入しなさい。

鉛蓄電池において

- 問1 正極で起こる反応を e^- を用いた反応式で書きなさい。
- 問2 負極で起こる反応において，鉛原子の酸化数はどのように変化するか。変化の前と後の酸化数を書きなさい。
- 問3 正極の重量変化を求めなさい。増加であれば+を，減少であれば-を付けなさい。
- 問4 電気分解を行う前の希硫酸の密度は 1.200 g/cm^3 ，体積は 1000 cm^3 であった。電気分解後の希硫酸の密度を計算しなさい。ただし，電気分解の前後で希硫酸の体積は変化しないものとする。

電気分解において

- 問5 陰極で起こる反応を e^- を用いた反応式で書きなさい。
- 問6 問5の反応式において還元される原子を書きなさい。
- 問7 陽極で発生する気体の標準状態における体積を求めなさい。

〔Ⅲ〕 問1～問8の答を記述解答用紙の該当欄に記入しなさい。計算結果は有効数字3桁で答えなさい。

問1 ある金属の単位格子は一辺の長さが 5.00×10^{-10} mの面心立方格子である。一辺が1.00 mmのこの立方体結晶中には何個の原子が含まれるか、計算しなさい。

問2 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を試験管に入れ、水平にしておだやかに加熱すると気体(A)が発生する。(A)の化合物名と、この反応の化学反応式(B)を書きなさい。

問3 問2の発生気体(A)を捕集するには(C)と呼ばれる方法を使う。また(A)の工業的製法は(D)法と呼ばれ、(E)と(F)を約300 atm, 500℃で反応させる。(C)、(D)に最も適切な語句を、また(E)、(F)に化学式を書きなさい。

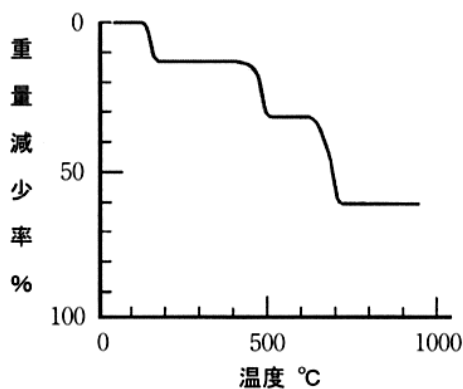
問4 ある金属(G)のイオンを含む水溶液に問2の発生気体(A)を通じたところ、はじめ暗褐色の沈殿(H)が生じたが、さらに(A)を通じると無色の錯イオン(I)を生じて溶けた。また、この溶液にホルマリンを加え温めると(J)がみられた。(G)、(H)、(I)に化学式を、(J)に適切な語句を書きなさい。

問5 ある試料を一定の昇温速度で加熱したときの、その試料の重量変化を測定する分析方法がある。横軸に温度、縦軸に重量減少率をとると、シュウ酸カルシウム1水和物 $\text{Ca}(\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の重量減少曲線は図のように3段階の重量減少を示した。第1段階の重量減少率は12.3%であった。第1段階の重量減少で生成した物質の化学式を書き、その減少率が12.3%に対応することを示す計算式を書きなさい。

問6 図で示される曲線の第2段階の重量減少時に発生した気体を捕集して調べたところ、ギ酸に濃硫酸を加えて加熱した時に発生する気体と同一であることがわかった。図の第2段階での重量減少に対応する化学反応式を書き、この段階での重量減少率を計算しなさい。

問7 図の第3段階でさらに重量減少が生じた。この重量減少後にどのような物質が生成しているか、化学式を書きなさい。

問8 図の第2段階の重量減少で生成した化合物を新たに室温から測定したときの重量減少曲線を描きなさい。



[IV] C, H, O から成るベンゼン誘導体 (A) ~ (E) に関連した実験 1 ~ 実験 8 の記述をもとに、問 1 ~ 問 6 の答を記述解答用紙の該当欄に記入しなさい。

実験 1 (A) および (B) の元素分析を行ったところ、いずれも C=78.7%, H=8.2% であった。また、分子量は 122 であることがわかった。

実験 2 (C) ~ (E) のそれぞれ 8.16 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 21.12 mg と水 4.32 mg が得られた。

実験 3 (C) ~ (E) をそれぞれベンゼン 100 g に 680 mg 溶解させて凝固点降下を測定したところ、共に降下度は 2.54×10^{-1} K であった (ベンゼンのモル凝固点降下は 5.07 K kg/mol)。

実験 4 (A) ~ (C) をそれぞれ過マンガン酸カリウムの水溶液と加熱反応させてから酸性にすると、(A) および (C) からは (F) が、また (B) からは (G) が得られた。(F) は *p*-キシレンを同様に反応させて得られた化合物に一致し、一方 (G) はトルエンを同様に反応させて得られた化合物と一致した。

実験 5 (C) は炭酸水素ナトリウムの飽和水溶液に溶けたが、(A), (B), (D), (E) は溶けなかった。

実験 6 (D) と (E) をそれぞれ希硫酸中に分散して加熱すると、臭いが変わり、それぞれベンゼン誘導体 (G), (H) が得られた。

実験 7 (H) は塩化鉄(III)の水溶液を青紫色に呈色させた。

実験 8 (A) ~ (C) を二クロム酸カリウムの硫酸水溶液と反応させたところ、(A) だけが反応し水素原子 2 個が脱離した化合物を生成した。この化合物はフェーリング液と反応して赤色沈殿を生じた。

問 1 (A) および (B) に共通の分子式と、それを求めた計算式を書きなさい。

問 2 (C) ~ (E) に共通の実験式を求めなさい。また、途中の計算式も書きなさい。

問 3 (C) ~ (E) に共通の分子量を求めなさい。また、途中の計算式も書きなさい。

問 4 実験 6 では何が起こったのか、15文字以内で述べなさい。

問 5 (A) ~ (E) の構造式または示性式を書きなさい。

問 6 (A) をエーテルに溶解させ金属ナトリウムと反応させた。このとき発生する気体を捕集する実験装置を描きなさい。

[以下余白]