

化 学 (その1)

必要ならば $H = 1.00$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $S = 32.0$, $Cl = 35.0$, $Cu = 63.6$,
 $Zn = 65.4$, $Br = 80.0$, $Ag = 108$ の原子量, 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ を用いよ。

第1問 以下の問い(問1 ~ 5)に答えよ。

問1 内部に点火装置をそなえた容積 2.0 L の耐圧容器に水素 0.12 g と酸素 0.32 g を入れ、密閉して点火した。点火後、容器内の酸素はすべて反応した。このとき、生成する液体の水の体積や、水に溶ける水素と酸素の量は無視できるものとする。また、水の飽和蒸気圧を 17°C では $1.9 \times 10^3 \text{ Pa}$, 87°C では $6.3 \times 10^4 \text{ Pa}$ とする。

- 1) 反応後の容器を 87°C にしたとき、容器内の水蒸気分圧 $[\text{Pa}]$ はいくらか。有効数字2桁で答えよ。
- 2) 反応後の容器を 17°C にしたとき、容器内の全圧 $[\text{Pa}]$ はいくらか。有効数字2桁で答えよ。

問2 白金を電極に用いて、次の **a ~ e** の水溶液の電気分解を行った。

- a 硝酸銀 b 水酸化カリウム c ヨウ化ナトリウム
d 硫酸 e 硫酸銅(II)

1) 陽極で気体が発生しないものを①, ②, ③・・・の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e
⑥ aとb ⑦ aとc ⑧ aとd ⑨ aとe ⑩ bとc
⑪ bとd ⑫ bとe ⑬ cとd ⑭ cとe ⑮ dとe

2) 陰極で溶媒の水分子が還元されるものを①, ②, ③・・・の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e
⑥ aとb ⑦ aとc ⑧ aとd ⑨ aとe ⑩ bとc
⑪ bとd ⑫ bとe ⑬ cとd ⑭ cとe ⑮ dとe

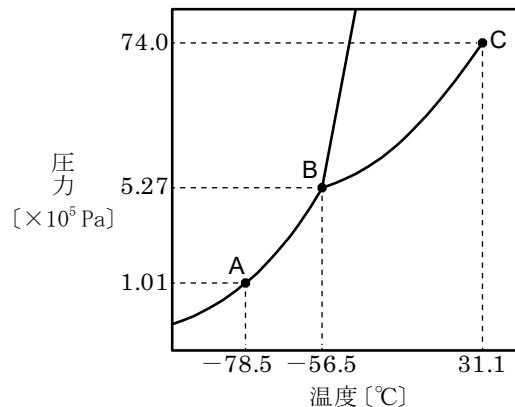
化 学 (その2)

問3 Ag^+ , Al^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} のいずれか 1 つを含む 5 種類の水溶液がある。これらは、少量の水酸化ナトリウム水溶液または少量のアンモニア水を加えると沈殿を生じた。このうち、(1) 加える水酸化ナトリウム水溶液を過剰量にすると沈殿が溶解するものが 1 つあった。 また、加える水酸化ナトリウム水溶液を過剰量にしても沈殿は溶けないが、(2) 加えるアンモニア水を過剰量にすると沈殿が溶解して無色の水溶液となるものと (ア) の水溶液になるものがそれぞれ 1 つずつあった。

- 1) 下線部(1)で溶解する沈殿を化学式で答えよ。
- 2) 下線部(2)について、沈殿が過剰量のアンモニア水で溶解する化学変化を反応式で表せ。
- 3) (ア) にあてはまる適切な色を①, ②, ③・・・の中から 1 つ選び、番号で答えよ。

① 黄褐色 ② 淡緑色 ③ 深青色 ④ 赤紫色 ⑤ 血赤色

問4 下図は、二酸化炭素の状態図である。ただし、下図は状態図の特徴を強調しており、圧力や温度の目盛りは正確ではない。



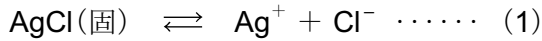
- 1) 点 A を通り点 B に至る曲線と点 B をそれぞれ何とよぶか。
- 2) 点 C より高温・高圧の状態にある物質を何とよぶか。
- 3) 水の状態図の形状(縦軸と横軸の数値は考えない)は、二酸化炭素の状態図の形状とやや異なる。水の状態図ではどのように異なるかを 15 字以内で答えよ。ただし、解答には図中の A ~ C の記号は用いず、適切な曲線の名称を用いること。

問5 水 H_2O (液), 二酸化炭素 CO_2 (気) の生成熱をそれぞれ Q_1 kJ/mol, Q_2 kJ/mol とする。あるアルコール $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ (液) の燃焼熱が Q_3 kJ/mol であるとき、 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ (液) の生成熱 [kJ/mol] を n , Q_1 , Q_2 , Q_3 を用いて表せ。

化 学 (その3)

第2問 以下の問い(問1～4)に答えよ。

塩化銀 AgCl は、水にわずかしか溶解しない難溶性の塩である。固体の AgCl に水を加えてよくかき混ぜると、ごく一部が溶解して飽和水溶液になる。この飽和水溶液中では、次式(1)に示した溶解平衡が成り立っている。



このとき、水溶液中の銀イオンのモル濃度 $[\text{Ag}^+]$ と塩化物イオンのモル濃度 $[\text{Cl}^-]$ の積は、温度が変わらなければ、常に一定に保たれる。

硫化銅(II) CuS や硫化亜鉛 ZnS も、 25°C において下の表1に示すように難溶性の塩である。飽和水溶液中では、それぞれ式(2)と式(3)に示した溶解平衡が成り立っている。



硫化水素 H_2S は水に溶けて式(4)のような電離平衡にあるので、その水溶液の pH を調整することにより、 S^{2-} の濃度を変えることができる。この S^{2-} の濃度変化を利用して、溶解度積 K_{sp} の違いから金属イオンを硫化物の沈殿として分離することができる。

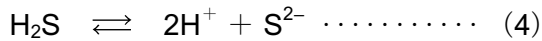


表1 難溶性塩の溶解度積(25°C)

難溶性塩	溶解度積 $[(\text{mol/L})^2]$
臭化銀 AgBr	5.20×10^{-13}
ヨウ化銀 AgI	2.10×10^{-14}
硫化銅(II) CuS	6.50×10^{-30}
硫化亜鉛 ZnS	2.20×10^{-18}

問1 25°C で塩化銀の飽和水溶液が、 $2.00 \times 10^{-3} \text{g/L}$ の濃度であるとすると、塩化銀の溶解度積 $K_{\text{sp}}[(\text{mol/L})^2]$ はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問2 25°C で濃度 $1.00 \times 10^{-1} \text{mol/L}$ の希塩酸 1.00L に対して、塩化銀は最大何 mol 溶けるか。有効数字3桁で答えよ。ただし、水溶液の体積の変化はないものとする。

化 学 (その4)

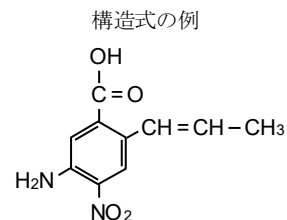
問3 表1の数値を参考にして、25℃での塩化銀についての記述のうち、正しいものを①、②、③・・・の中から2つ選び、番号で答えよ。

- ① 塩化銀は、水よりも塩化ナトリウム水溶液によく溶ける。
- ② 塩化銀が沈殿した水溶液に、ヨウ化ナトリウム水溶液を加え続けると、すべての塩化銀が溶け出し、ヨウ化銀として沈殿する。
- ③ 塩化銀の飽和水溶液に塩化水素ガスを吹き込むと、沈殿が析出する。
- ④ 塩化銀は、ヨウ化銀よりも水への溶解度が小さい。

問4 銅(II)イオンと亜鉛イオンの濃度がともに $1.00 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ である pH 1.00 の水溶液 1.00L を調製した。25℃でこの水溶液中に硫化水素を、その濃度が $1.00 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ になるまで通じた。このときに生じる沈殿物は何か。化学式で答えよ。また何 g 沈殿するか。有効数字3桁で答えよ。なお、式(4)の電離定数 K_a を $1.00 \times 10^{-21} (\text{mol/L})^2$ とし、硫化水素を通じた水溶液の体積ならびに pH の変化はないものとする。

化 学 (その5)

第3問 次の1)～5)の文章を読み、以下の問い(問1～2)に答えよ。なお、構造式は構造式の例にならって答えよ。



- 1) 化合物Aと化合物Bを反応させると、分子量241の化合物Cができた。この化合物Cの性質を調べるため、塩酸を用いて化合物Cの(ア)結合の酸加水分解を行うと、化合物Dと水に溶解しやすい化合物Eが生成した。
- 2) 化合物Eを冷却しながら塩酸および亜硝酸ナトリウムと反応させると、化合物Fができた。
- 3) フェノールを水酸化ナトリウム水溶液と反応させたのち、化合物Fと反応させると、橙赤色の化合物Gが生成した。Gの分子量は198であった。
- 4) 化合物Dを加熱すると、化合物Aを生じた。
- 5) 化合物Aは炭素数8の化合物Hを、触媒を用いて酸化することでも得られた。

問1 (ア)の化学結合の名称を答えよ。

問2 化合物A～Hの構造式を書け。

化 学 (その6)

第4問 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

生分解性高分子化合物は自然界に廃棄されても、土壌の微生物などの作用により最終的に(ア)と(イ)に分解されるため環境への負荷が小さいのが特徴で、代表的なものとしてポリ乳酸がある。原料として用いられる乳酸は植物に由来する糖を発酵することで得られ、分子内に(ウ)基をもつ(ウ)酸に分類されるカルボン酸である。

高分子量のポリ乳酸は次のように製造される。まず、乳酸を(エ)重合させて低分子量のポリ乳酸を生成させ、次いでこの低分子量ポリ乳酸を加熱することで環状の二量体構造からなる化合物ラクチド(分子式 $C_6H_8O_4$)を生成させる。さらにラクチドを(オ)重合させることで、高分子量のポリ乳酸が製造される。

問1 (ア)～(オ)の中に適切な語句を入れよ。

問2 乳酸の分子式を書け。

問3 ラクチドの構造式を書け。なお、構造式は第3問の構造式の例にならって書け。

問4 乳酸の鏡像異性体の等量混合物から合成するとすると、ラクチドの立体異性体は何種類生成するか。

問5 製造したポリ乳酸の平均分子量が 1.08×10^5 であった。分子量 1.08×10^5 のポリ乳酸は何個の乳酸がつながってできたものか。有効数字3桁で答えよ。

化 学 (その7)

第5問 以下の問い(問1～5)に答えよ。問1～4はもつとも適するものを①, ②, ③...の中から1つ選び, 番号で答えよ。

問1 エチレンの同一炭素に結合した水素について, 2つのC-H結合が形成する角度にもつとも近いのはどれか。

- ① 30° ② 60° ③ 90° ④ 120° ⑤ 150° ⑥ 180°

問2 a～dのうち常温・常圧で液体であるのはどれか。

a アセチレン b トルエン c プロピレン d ヘキサン

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ aとb
⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc ⑨ bとd ⑩ cとd
⑪ aとbとc ⑫ aとbとd ⑬ aとcとd ⑭ bとcとd

問3 a～dのうち分子内に不斉炭素原子が存在するのはどれか。

a 2-クロロペンタン b 3-クロロペンタン
c 1-クロロ-2-ブテン d 3-クロロ-1-ブテン

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ aとb
⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc ⑨ bとd ⑩ cとd
⑪ aとbとc ⑫ aとbとd ⑬ aとcとd ⑭ bとcとd

問4 a～dのうち正しいのはどれか。

a 1-ブテンに塩化水素を付加させると2-クロロブタンが主生成物として得られる。
b 2-ブテンに塩化水素を付加させると2-クロロブタンが主生成物として得られる。
c 2-ブタノールを濃硫酸存在下で脱水させると1-ブテンが主生成物として得られる。
d エタノールと濃硫酸の混合物を, 130～140℃で加熱するとエチレンが主生成物として, 160～170℃で加熱するとジエチルエーテルが主生成物として生じる。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ aとb
⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc ⑨ bとd ⑩ cとd
⑪ aとbとc ⑫ aとbとd ⑬ aとcとd ⑭ bとcとd

問5 分子式C₄H₈で表わされる炭化水素には, 幾何異性体を含めて異性体がいくつ存在するか。