

[問題 1] 次の文章を読み、以下の設問 1～5 の解答を書きなさい。

(a)ナトリウム原子 **Na** は 1 個の価電子を失うと **Na⁺** になり、(ア) 原子と同じ電子配置をとる。また、(b)塩素原子 **Cl** は 1 個の電子を受け取ると **Cl⁻** になり、(イ) 原子と同じ電子配置をとる。固体の塩化ナトリウム中では、多数の **Na⁺** と **Cl⁻** が静電気力 (クーロン力) で結びついており、このような結合を (ウ) 結合という。

分子や陰イオンを構成している原子が、他の原子や陽イオンに非共有電子対を提供して共有結合をつくることがある。このように、電子対が一方の原子だけから提供されたとみなせる共有結合を(c) (エ) 結合という。

設問 1. (ア) と (イ) に入る原子を元素記号で記せ。

設問 2. (ウ) と (エ) に入る語句を記せ。

設問 3. 下線部(a)の際に吸収されるエネルギーと下線部(b)の際に放出されるエネルギーの名称を記せ。

設問 4. 水分子 **H₂O** と水素イオン **H⁺** から生成する下線部(c)の結合を持つイオンの名称を記せ。

設問 5. 分子はそれぞれ固有の形をしており、直線形、折れ線形、三角錐形、正四面体形などがある。アンモニアとメタンの分子の形を記せ。

[問題2] 次の文章を読み、以下の設問1～4の解答を書きなさい。

硫酸で酸性にした過酸化水素水に過マンガン酸カリウム水溶液を加えると、式(1)の反応が起こる。



この反応では、(ア)が酸化剤としてはたらき、(イ)は還元剤としてはたらいている。この反応を利用した酸化還元滴定により、過酸化水素水の濃度を決定することができる。例えば、濃度不明の過酸化水素水 10 mL を希硫酸で酸性とし、 $2.2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ、10 mL 加えたところで終点に達した。このとき、過酸化水素水の濃度は(ウ) $\times 10^{-2} \text{ mol/L}$ と決定できる。

設問 1. $\boxed{\text{a}}$ に入る適切な数値を記せ。

設問 2. (ア)と(イ)に入る適切な物質名を記せ。

設問 3. MnO_4^- のマンガン原子の酸化数を記せ。

設問 4. (ウ)に入る適切な数値を、有効数字 2 桁で求めよ。

[問題 3] 次の文章を読み、以下の設問 1～5 の解答を書きなさい。ただし、 $\log_{10}2 = 0.30$ 、 $\log_{10}3 = 0.48$ 、 $\log_{10}17 = 1.23$ とする。

水溶液中の酢酸は、以下の式(1)に示す電離平衡の状態になっている。



また、25℃の酢酸水溶液における酢酸の濃度と電離度に関して、以下の表がある。

表. 酢酸水溶液の濃度と電離度

酢酸水溶液の濃度 [mol/L]	電離度 α
1.0	0.0051
0.10	0.016
0.010	0.051

設問 1. 酢酸水溶液の濃度と電離度に関する記述として正しいのを、選択肢①～③から選べ。

- ① 温度一定の状態では、酢酸水溶液を水で薄めていくと、酢酸の電離度 α は大きくなる。
- ② 温度一定の状態では、酢酸水溶液を水で薄めても、酢酸の電離度 α は変化しない。
- ③ 温度一定の状態では、酢酸水溶液を水で薄めていくと、酢酸の電離度 α は小さくなる。

設問 2. 酢酸の電離定数 K_a の式を、 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ 、 $[\text{H}^+]$ を用いて記せ。ただし、 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ 、 $[\text{H}^+]$ は、電離平衡状態における CH_3COOH 、 CH_3COO^- 、 H^+ のモル濃度である。

設問 3. 0.010 mol/L の酢酸水溶液 (25℃) の水素イオン濃度 [mol/L] と pH を求めよ。ただし、水素イオン濃度 [mol/L] は有効数字 2 桁で、pH は小数第 1 位まで求めよ。

設問 4. 25℃の酢酸水溶液における酢酸の電離定数 K_a [mol/L] を、有効数字 2 桁で求めよ。ただし、酢酸の電離度は 1 に比べて十分に小さいものとする。

設問 5. 式(1)の電離平衡状態の水溶液に酢酸ナトリウムを加えると、電離平衡はどちらに移動するかを、その理由とともに、30～50 字程度で記せ。

[問題 4] 次の文章を読み、以下の設問 1～5 の解答を書きなさい。

硝酸カリウム KNO_3 のような (ア) 結合からなる物質は、水によく溶けるものが多い。 KNO_3 の固体を水に入れると、固体の表面から K^+ や NO_3^- がばらばらとなる現象により水中に拡散する。このとき、 K^+ は水分子の (イ) 原子側と NO_3^- は水分子の (ウ) 原子側と、静電的な引力で引き合い、それぞれ水分子に取り囲まれて安定化される。このように、物質を構成する (ア) が水分子に取り囲まれる現象を (エ) という。

一定量の溶媒に溶質を溶かしたとき、ある量以上になると溶けなくなる限度があることが多い。この限度の量を溶解度という。固体の溶解度は、溶媒 100 g あたりに溶けている溶質の質量 [g] で表す。表には、 KNO_3 の温度による溶解度の変化を示す。

表. KNO_3 の各温度における溶解度 (g/水 100 g)

温度 (°C)	60	80
溶解度	109	169

設問 1. (ア)～(エ)に入る語句を記せ。

設問 2. 80 °C の KNO_3 の飽和水溶液の質量パーセント濃度を、小数第 1 位まで求めよ。

設問 3. 80 °C の KNO_3 の飽和水溶液 100 g の水を完全に蒸発させたときに生じる結晶の質量 [g] を、四捨五入して整数で答えよ。

設問 4. 80 °C の KNO_3 の飽和水溶液 100 g から水 27 g を蒸発させたときに生じる結晶の質量 [g] に最も近いのを、選択肢①～⑨から選べ。

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 10 [g] | ② 16 [g] | ③ 22 [g] |
| ④ 28 [g] | ⑤ 34 [g] | ⑥ 40 [g] |
| ⑦ 46 [g] | ⑧ 52 [g] | ⑨ 58 [g] |

設問 5. 80 °C の KNO_3 の飽和水溶液 100 g から水 27 g を蒸発させ、さらに 60 °C に冷却した。このときに生じる結晶の質量 [g] に最も近いのを、選択肢①～⑨から選べ。

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 10 [g] | ② 16 [g] | ③ 22 [g] |
| ④ 28 [g] | ⑤ 34 [g] | ⑥ 40 [g] |
| ⑦ 46 [g] | ⑧ 52 [g] | ⑨ 58 [g] |

[問題 5] 次の文章を読み、以下の設問 1～5 の解答を書きなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $Br = 80$ とする。

鎖式の不飽和炭化水素に、白金などの触媒を用いて水素 H_2 を十分に付加させると、アルカンが得られる。1.0 mol の鎖式炭化水素 A には、水素 H_2 が 1.0 mol 付加した。また、7.0 g の鎖式炭化水素 A には、臭素 Br_2 が 16 g 付加した。

エチレンなどのアルケンは、適当な条件で触媒を作用させると、分子間で次々に反応して高分子化合物になる。このような反応を (ア) 重合という。1.0 mol のエチレンから得られるポリエチレンは、(イ) g である。

設問 1. 鎖式炭化水素 A の分子量を、有効数字 2 桁で求めよ。

設問 2. 鎖式炭化水素 A の分子式を記せ。

設問 3. 鎖式炭化水素 A には異性体が存在する。そのうち、環状構造をもたない鎖式の異性体の数を記せ。ただし、異性体の数には、鎖式炭化水素 A を含めるものとする。また、シス-トランス異性体 (幾何異性体) は区別し、別々に数えるものとする。

設問 4. (ア) に入る適切な語句を記せ。

設問 5. (イ) に入る適切な数値を、有効数字 2 桁で求めよ。