

[問題 1] 次の文章を読み、以下の設問 1～6 の解答を書きなさい。

下に、周期表の第 4 周期までの概略図を示した。図中の A～I は、それぞれ線で囲まれた領域を示しており、領域 A と領域 B、領域 C と領域 D、領域 H、および領域 I に含まれる元素は、それぞれ同族元素（周期表の同じ族に属している元素）である。

貴ガス（希ガス）元素は領域（ア）、アルカリ金属元素は領域（イ）、ハロゲン元素は領域（ウ）に含まれる。アルカリ金属は、他の物質に電子を与える力が大きいので還元力が強く、イオン化傾向は（エ）が最も大きい。ハロゲン元素は（オ）族の元素であり、ハロゲンの単体は、いずれも酸化力をもつが、酸化作用の強さには違いがある。

周期	族							
1	A							
2		C					I	
3	B					G	H	
4		D	E			F		

設問 1. (ア)～(ウ)に入る適切な領域を、A～I で記せ。

設問 2. (エ)に入るアルカリ金属を元素記号で記せ。

設問 3. (オ)に入る数値を記せ。

設問 4. F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 のうち、最も酸化作用が強いハロゲンの単体を選べ。

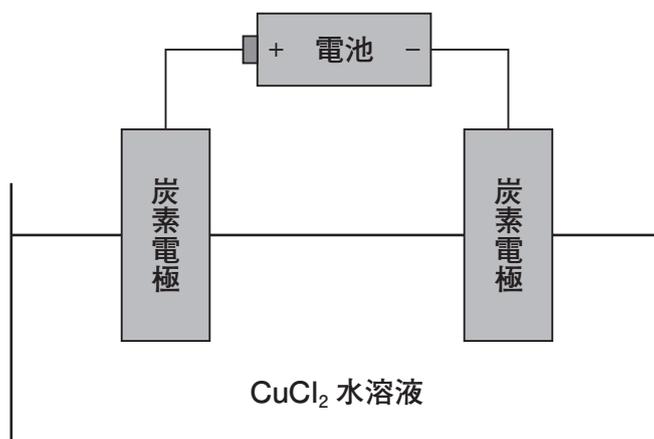
設問 5. 第 3 周期の領域 C の元素を元素記号で記せ。

設問 6. Cl^- 、 Br^- 、 O^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Li^+ 、 Na^+ のうち、第 3 周期の領域 I の元素の原子と同じ電子配置をもつイオンを 2つ選べ。

[問題2] 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 $\text{Cu} = 64.0$ 、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とし、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における気体 1 mol の体積は 22.4 L とする。

電解質の水溶液に2つの電極を浸し、外部電源（電池）を用いて直流電流を流して、酸化還元反応を起こさせる操作を電気分解という。電気分解において、電池の負極に接続した電極を（ア）極、電池の正極に接続した電極を（イ）極という。（ア）極では、電池から電子を受け取る（ウ）反応が起こり、（イ）極では、電子を放出する（エ）反応が起こる。

下に、塩化銅(II) CuCl_2 水溶液の電気分解を示した。炭素電極を用いて、塩化銅(II)水溶液に 0.500 A の電流を流して電気分解すると、（ア）極には 5.12 g の銅が析出し、（イ）極からは気体が発生した。



設問 1. （ア）～（エ）に入る語句を、漢字で記せ。

設問 2. 塩化銅(II)水溶液の電気分解において、（イ）極で起こる反応を、 e^- （電子）を含む反応式で記せ。

設問 3. 塩化銅(II)水溶液の電気分解で流れた電子の物質量 [mol] を、有効数字 3 桁で求めよ。

設問 4. 塩化銅(II)水溶液の電気分解において、（イ）極で発生した気体の 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における体積 [L] を、有効数字 3 桁で求めよ。ただし、発生した気体は水に溶けないものとする。

設問 5. 塩化銅(II)水溶液の電気分解において、電流を流した時間 [秒] を、有効数字 3 桁で求めよ。

[問題3] 次の文章を読み、以下の設問1～6の解答を書きなさい。

ただし、水のイオン積 $K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とする。

塩化水素 HCl は (ア) 価の強酸であり、(a) 0.010 mol/L の塩酸 の pH は (イ) である。一方、アンモニアは (ウ) 価の弱塩基であり、0.040 mol/L のアンモニア水 (電離度 0.025) の pH は (エ) と計算できる。

(b) 濃度が不明な塩酸 25 mL を器具 A で正確にはかり取り、コニカルビーカーに入れた。このコニカルビーカーに器具 B を用いて 0.060 mol/L のアンモニア水を滴下すると、30 mL 滴下したところで、(c) コニカルビーカー中の塩酸が完全に中和された。

設問 1. (ア) ～ (ウ) に入る数値を記せ。

設問 2. (エ) に入る数値を、有効数字 2 桁で求めよ。

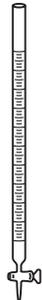
設問 3. 下線部(a)の塩酸を 10^6 倍希釈しても pH は 7 を超えない。この理由を 20 ～ 30 字程度で記せ。

設問 4. 器具 A と器具 B を下図から選び、その番号を記せ。

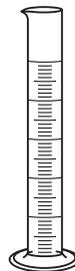
①



②



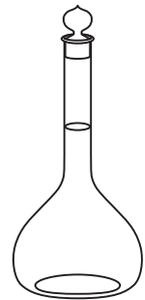
③



④



⑤



設問 5. 下線部(b)の塩酸の濃度 [mol/L] を、有効数字 2 桁で求めよ。

設問 6. 下線部(c)を判断するための指示薬を記せ。

[問題 4] 次の文章を読み、以下の設問 1～4 の解答を書きなさい。

四酸化二窒素 N_2O_4 と二酸化窒素 NO_2 との間には、以下に示す平衡関係が成立している。



容積が 1.0 L の容器に 0.10 mol の N_2O_4 を入れて加熱し、一定温度に保ったところ、その 75 % が解離し、平衡状態に達した (状態 I)。さらに、一定圧力のもとで温度を上げると、新たな平衡状態 (状態 II) に達した。式(1)の正反応は吸熱反応であることが分かっているので、状態 II のときの平衡定数は、状態 I のときの平衡定数と比べて (ア) なる。

設問 1. この反応における平衡定数 K を、平衡状態における N_2O_4 と NO_2 のモル濃度 ($[\text{N}_2\text{O}_4]$, $[\text{NO}_2]$) を用いて表せ。

設問 2. 状態 I において、 NO_2 は何 mol 生成しているか。有効数字 2 桁で求めよ。

設問 3. 状態 I における平衡定数を、有効数字 2 桁で求めよ。ただし、単位は書かなくてよい。

設問 4. (ア) に入る語句を記せ。さらに、その理由を 30～60 字程度で記せ。

[問題5] 次の文章を読み、以下の設問1～3の解答を書きなさい。

分子式が同じ有機化合物の中には、構造が異なるものが存在することがある。このような化合物を異性体と呼ぶ。異性体のうち、原子や原子団のつながり方が異なるものを構造異性体という。

分子式 $C_4H_{10}O$ で表される有機化合物には、(ア)種類の構造異性体が存在し、そのうち、分子式 $C_4H_{10}O$ で表されるアルコールには、(イ)種類の構造異性体が存在する。これらのアルコールの構造異性体のうち、アルコールAは、直鎖状の構造を持ち(枝分かれがなく)、穏やかに酸化反応すると、アルデヒドBを生じた。一方、不斉炭素原子を持つアルコールCは、水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素を加えて加熱すると、^(a)特有の臭気をもつ黄色沈殿を生じた。

設問1. (ア)と(イ)に入る数値を記せ。

設問2. アルコールA、アルデヒドB、アルコールCの構造式を、記入例のように記せ。



設問3. 下線部(a)の黄色沈殿の分子式を記せ。