

## 化学基礎・化学 (その1)

必要ならば  $H = 1.00$ ,  $C = 12.0$ ,  $N = 14.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $Na = 23.0$ ,  $Al = 27.0$ ,  $Cl = 35.5$  の原子量を用いよ。ファラデー定数は  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とし、 $1 \text{ mol}$  の気体の体積は  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  で  $22.4 \text{ L}$  を占めるものとする。

**第1問** 以下の問い(問1～5)に答えよ。

**問1** 質量パーセント濃度  $63.0\%$  の濃硝酸(密度  $1.38 \text{ g/cm}^3$ ) のモル濃度  $[\text{mol/L}]$  はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

**問2** 質量パーセント濃度  $63.0\%$  の濃硝酸(密度  $1.38 \text{ g/cm}^3$ ) を水で希釈して、 $1.00 \text{ mol/L}$  の希硝酸  $200 \text{ mL}$  を調製するとき、必要な濃硝酸の体積  $[\text{mL}]$  はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

**問3** 硝酸カリウムは  $40^\circ\text{C}$  で水  $100 \text{ g}$  に  $65.0 \text{ g}$  溶解することができる。 $40^\circ\text{C}$  の硝酸カリウム飽和水溶液の質量パーセント濃度  $[\%]$  はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

**問4** 硝酸カリウムは  $60^\circ\text{C}$  で水  $100 \text{ g}$  に  $110 \text{ g}$  溶解することができる。 $60^\circ\text{C}$  で水  $500 \text{ g}$  に硝酸カリウム  $300 \text{ g}$  を溶解し、その後、水を  $250 \text{ g}$  蒸発させた。再び  $60^\circ\text{C}$  に保ったとき、析出した硝酸カリウムの質量  $[\text{g}]$  はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

**問5** 硝酸カリウムは  $15^\circ\text{C}$  で水  $100 \text{ g}$  に  $25.0 \text{ g}$ ,  $60^\circ\text{C}$  で水  $100 \text{ g}$  に  $110 \text{ g}$  溶解することができる。 $15^\circ\text{C}$  の硝酸カリウム飽和水溶液  $100 \text{ g}$  を  $60^\circ\text{C}$  に加温したとき、水溶液にさらに溶解させることができる硝酸カリウムの質量  $[\text{g}]$  はいくらか。有効数字3桁で答えよ。ただし、加温による水の蒸発はないものとする。

## 化学基礎・化学 (その2)

**第2問** 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

ナトリウムは周期表1族のアルカリ金属に属する。ナトリウムはイオン化傾向が大きく、天然には単体として存在しない。水酸化ナトリウムの固体は空気中の水蒸気を吸収してその水に溶ける。この現象を(ア)という。一方、炭酸ナトリウム十水和物を乾いた空気中に放置すると水和水の一部を失う。この現象を(イ)という。

**問1** (ア)、(イ)にはいる適切な語句を答えよ。

**問2** ナトリウムについての記述として正しいものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① ナトリウム原子の最外電子殻はN殻である。
- ② ナトリウム原子は原子核に陽子を12個もつ。
- ③ ナトリウムは赤色の炎色反応を示す。
- ④ ナトリウムの単体は水と反応して酸化ナトリウムになる。
- ⑤ 常温常圧において、ナトリウムの単体は水よりも密度が小さい。

**問3** 弱酸と強塩基の塩である炭酸水素ナトリウムの水溶液は塩基性を示す。その理由を30字以内で答えよ。

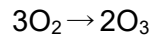
**問4** 炭酸水素ナトリウムを熱分解すると二酸化炭素が発生する。この反応を化学反応式で示せ。

**問5** アンモニアソーダ法では、塩化ナトリウムと石灰石を原料として炭酸ナトリウムを製造している。10.0kgの塩化ナトリウムを原料とし、塩化ナトリウムの質量の50.0%が炭酸ナトリウムになったとすると、得られる炭酸ナトリウムの質量[kg]はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

## 化学基礎・化学 (その3)

**第3問** 次の文章 A, B を読んで、以下の問い(問1～5)に答えよ。

A 酸素に紫外線を当てるとオゾンが発生する。その反応は次の化学反応式で示される。

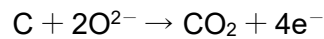
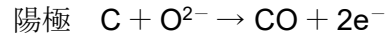
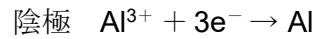


**問1**  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  に保って、 $100 \text{ L}$  の酸素に紫外線を当てて、混合気体の体積が  $85.0 \text{ L}$  になったところで反応を止めた。生成したオゾンの体積は  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  で何  $\text{L}$  か。有効数字3桁で答えよ。

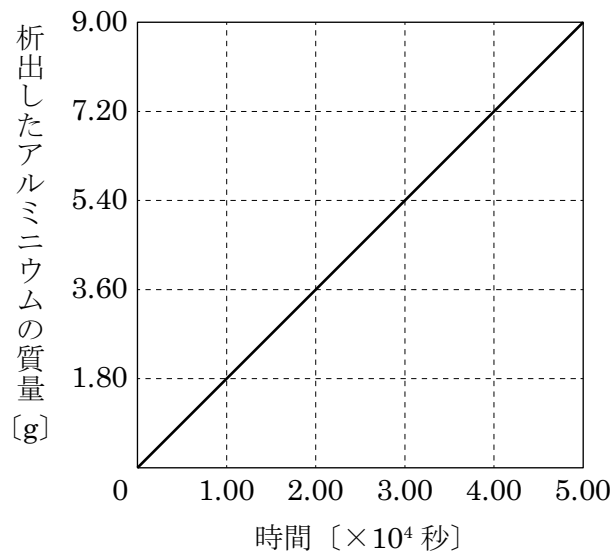
**問2** 酸素とオゾンとを体積比  $3:2$  で混合した混合気体の平均分子量はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

## 化学基礎・化学 (その4)

- B アルミニウムの鉱石は ( ア ) であり、それを精製してアルミナとよばれる純粋な酸化アルミニウムを得る。アルミナの融点は高いので、( イ ) を約 1000℃ で融解したものにアルミナを溶かし、炭素電極を用いて電気分解することで単体のアルミニウムを得る。陰極と陽極の反応は次の反応式で示される。



次の図は、一定電流でアルミナの溶融塩を電気分解したとき、陰極に析出したアルミニウムの質量と時間の関係を示したものである。



問3 ( ア ), ( イ ) にはいる適切な語句を答えよ。

問4 この電気分解で流れた電流[A] はいくらか。有効数字3桁で答えよ。

問5 この電気分解で  $5.00 \times 10^4$  秒経過したとき、陽極の質量は 5.40g 減少した。陽極から発生した一酸化炭素と二酸化炭素の物質量の比(CO : CO<sub>2</sub>) としてもっとも適切なものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。ただし、流れた電気量はすべて電極での反応に使われたものとする。

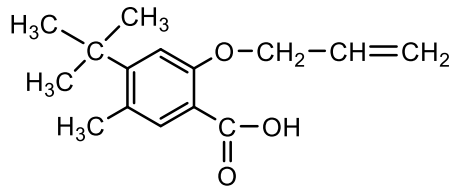
- ① 1 : 1      ② 2 : 1      ③ 4 : 1      ④ 5 : 1      ⑤ 8 : 1

## 化学基礎・化学 (その5)

**第4問** 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。ただし、構造式は構造式の例にならって答えよ。

アニリンは水にほとんど溶けないが、弱塩基なので酸の水溶液にはよく溶ける。アニリンに無水酢酸を作用させると**化合物A**と酢酸が生成する。**化合物B**をスズと塩酸で還元するとアニリン塩酸塩が生成するので、水酸化ナトリウム水溶液を加えるとアニリンが遊離する。アニリンを5℃以下に冷却しながら塩酸と亜硝酸ナトリウムを反応させると、塩化ベンゼンジアゾニウムが生成する。この反応を(ア)という。塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液をナトリウムフェノキシドの水溶液に加えると橙赤色の**化合物C**が生成する。**化合物C**はアゾ化合物であり、この反応を(イ)という。

構造式の例



問1 (ア), (イ)にはいる適切な語句を答えよ。

問2 アニリンについての記述として正しいものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① アニリンは無色の固体である。
- ② アニリンの水溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると赤紫色に呈色する。
- ③ アニリンを炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると二酸化炭素が発生する。
- ④ アニリンの水溶液をさらし粉で還元すると赤紫色に呈色する。
- ⑤ アニリンを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると黒色の物質が生成する。

問3 **化合物A**の構造式を答えよ。

問4 **化合物B**の構造式を答えよ。

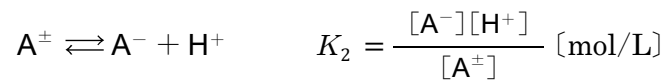
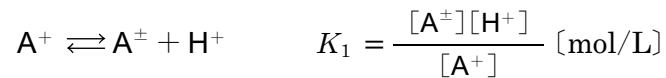
問5 **化合物C**の構造式を答えよ。

問6 塩化ベンゼンジアゾニウム水溶液を加熱すると分解する。この反応を化学反応式で示せ。ただし、有機化合物は構造式で示すこと。

## 化学基礎・化学 (その6)

第5問 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

分子内にアミノ基とカルボキシ基をもつ化合物をアミノ酸といい、アミノ基とカルボキシ基が同じ炭素原子に結合しているものを $\alpha$ -アミノ酸という。生体の主要な構成成分である(ア)を加水分解すると、約20種類の $\alpha$ -アミノ酸が得られる。 $\alpha$ -アミノ酸のうち、動物の体内で合成されないものや合成されにくいものを(イ)という。アミノ酸は酸と塩基の両方の性質を示す。また、中性アミノ酸は水溶液中では双性イオン $A^{\pm}$ 、陽イオン $A^+$ 、陰イオン $A^-$ が電離平衡の状態が存在している。



問1 (ア), (イ)にはいる適切な語句を答えよ。

問2  $\alpha$ -アミノ酸の中で、不斉炭素原子をもたないものの名称を答えよ。

問3 中性アミノ酸の等電点での水素イオン濃度 $[H^+]$ を $K_1$ ,  $K_2$ を用いて示せ。

問4 アミノ酸は、アミノ酸のイオンの電荷によって、水溶液中でコロイド粒子と同じように電気泳動する。塩基性アミノ酸であるリシン(等電点 9.7)の水溶液を緩衝液を用いて中性に保ち、直流電圧を加えた。このときのリシンのイオンの状態と電気泳動による移動方向として正しいものを、①～⑤の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① リシンは主に双性イオンであり、移動しなかった。
- ② リシンは主に陽イオンであり、陽極側に移動した。
- ③ リシンは主に陽イオンであり、陰極側に移動した。
- ④ リシンは主に陰イオンであり、陽極側に移動した。
- ⑤ リシンは主に陰イオンであり、陰極側に移動した。