

化 学

(注意) 必要であれば次の原子量と数値を用いなさい。

H = 1.00, Li = 6.94, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.0, Cl = 35.5, K = 39.1, Ca = 40.1,
Sr = 87.6

標準状態 (0 °C, 1.01×10^5 Pa) の気体 1 mol の体積 : 22.4 l, ファラデー定数 : 9.65×10^4 C/mol

1. 次の文章を読み、 (ア) (イ) (ケ) には適切な語句, (ウ) (エ) には元素記号, (オ) には化学反応式,
 (カ) (キ) (ク) には化学式, (コ) (サ) には有効数字 3 桁の数値を入れなさい。

- (1) 硫黄の化合物は医薬品, 工業製品の原料として重要である。硫黄の単体は, 火山周辺で産出するほか, 石油精製の過程で得られる。硫黄の単体には, 斜方硫黄, 単斜硫黄, ゴム状硫黄などの (ア) が知られている。単体中の硫黄原子どうしは (イ) 結合で結びついており, 個々の硫黄原子の電子配置は, (ウ) 原子と同じとみなせる。周期表で硫黄と同じ周期に属している元素の中で, (ア) が知られている元素は (エ) である。

- (2) 硫化水素の水溶液に二酸化硫黄を通じると, 水溶液が白濁した。この変化を化学反応式で表すと次のようになる。

(オ)

硫化水素は, 多くの金属イオンと水溶液中で反応するため, 金属イオンの分離や検出に利用されている。 Mn^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ba^{2+} を含む混合水溶液について以下の操作を行った。

- (i) この混合水溶液を塩酸性にして硫化水素を通じると, 黒色の沈殿 (カ) が生じた。これをろ過し, ろ液と沈殿に分けた。
- (ii) (i) のろ液を煮沸して完全に硫化水素を除いたあと, 希硝酸を加えて加熱した。冷えてからアンモニア水を加えて塩基性になると, 赤褐色の沈殿 (キ) が生じた。これをろ過し, ろ液と沈殿に分けた。
- (iii) (ii) のろ液に硫化水素を通じると, 沈殿 (ク) が生じた。
- (3) 硫酸は, 空気中で硫黄を燃焼させて得た二酸化硫黄を, 触媒存在下で空気酸化し, 生じた三酸化硫黄を水と反応させてつくる。工業的には発熱を考慮して水の代わりに濃硫酸を用いる。このような硫酸の製法を (ケ) という。下線部の反応が理想的に進行するものとして, 硫黄 80.0 g から質量パーセント濃度で 98.0% の硫酸を (コ) g つくることができ, また, このとき必要な空気は標準状態で (サ) l である。ただし, 空気は体積比で窒素 : 酸素 = 4 : 1 の混合気体であるものとする。

2. 次の文章を読み、以下の設問の (ア) には適切な語句、(イ) (ウ) (エ) には下記の選択肢の中から選んだ番号、(オ) (カ) には化学式、(キ) (ク) (ケ) (コ) には有効数字3桁の数値、(サ) には分子式を入れなさい。なお、すべての気体は理想気体とみなせるものとする。

化合物 A と化合物 B について以下の実験を行った。

実験1 A の水溶液は電気を通したが、B の水溶液は電気を通さなかった。

実験2 A の水溶液を白金線につけ、ガスバーナーの炎の中で加熱すると、黄色を呈した。

実験3 A の水溶液に塩化バリウムを加えると、白色の沈殿が生じた。

実験4 実験3 で生じた沈殿は、塩酸と反応しなかった。

実験5 白金電極を用いて A の水溶液を電気分解したところ、陰極と陽極から気体が発生した。

実験6 純水 100 g に A 0.568 g を溶解した水溶液の凝固点は -0.222°C であった。また、純水 100 g に B 3.60 g を溶解した水溶液の凝固点は -0.370°C であった。

実験7 容積 6.72 l の容器に酸素と B 7.20 g を密閉し、B を完全に反応させた。反応の前後で容器内の気体の全圧は、ともに 0°C で $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ であった。反応後の容器内の気体は酸素と二酸化炭素のみで、二酸化炭素の分圧は 0°C で $8.08 \times 10^4\text{ Pa}$ であった。また、その他の生成物は水のみであった。

設問1 A のように、その水溶液が電気を通す物質を一般に (ア) という。

設問2 実験2 から、A の水溶液に含まれる陽イオンは、(イ) イオンであることがわかる。また、実験3 から、A の水溶液に含まれる陰イオンは、(ウ) イオンまたは (エ) イオンであると考えられるが、実験4 からそれは (ウ) イオンであることがわかる。

設問3 実験5 について、陰極で発生する気体は (オ) であり、陽極で発生する気体は (カ) である。また、 150 mA の電流を 772 秒 間流したとき、陽極で発生する気体の体積は標準状態で (キ) ml である。

設問4 実験6 から、B の分子量は (ク) と求められる。ただし、A と B のいずれの水溶液中でも会合は起こらず、また、B は水と反応しないものとする。

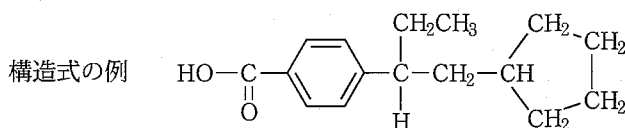
設問5 実験7 について、反応後の容器内の二酸化炭素は (ケ) mol であり、酸素は (コ) mol である。ただし、容器内の固体や液体の体積、 0°C における水の蒸気圧、二酸化炭素の水への溶解は、いずれも無視できるものとする。

設問6 実験6 と実験7 の結果から、B の分子式は (サ) であることがわかる。

選択肢：

- | | | | | |
|--------|---------|--------|---------|------------|
| 1 リチウム | 2 ナトリウム | 3 カリウム | 4 カルシウム | 5 ストロントリウム |
| 6 塩化物 | 7 硝酸 | 8 水酸化物 | 9 炭酸 | 10 硫酸 |

3. 文章(1)を読み、(ア)には分子式、(イ)には化学式、(ウ)(エ)には構造式を入れなさい。また、文章(2)を読み、(オ)(カ)(キ)(ク)(ケ)(サ)には構造式、(コ)には適切な語句を入れなさい。なお、化合物の構造式は、例にならって書きなさい。



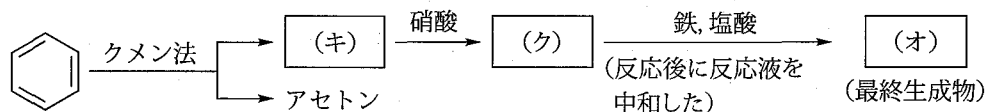
- (1) 炭素、水素、酸素だけからなる高分子化合物 A をフラスコに入れ、その中に水酸化ナトリウム水溶液を加えて完全に加水分解させた。そのあと、反応液に塩酸を加えて中和したところ、一つの不斉炭素原子をもつ分子量 150 以下の有機化合物 B が得られた。B 14.16 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 26.40 mg と水 10.80 mg が得られた。このことから B の分子式は (ア) であることがわかった。ヨウ素を含む水酸化ナトリウム水溶液に B を加えて加熱すると、黄色固体 (イ) が沈殿した。これらのことから、B の構造は (ウ) であると決定できた。また、B のクロロホルム溶液に、少量の濃硫酸を触媒として加えて反応させたところ、五員環構造をもつ有機化合物 (エ) が得られた。

- (2) 化合物 C は、ベンゼン環の 1 位と 4 位にのみ置換基をもち、不斉炭素原子を含む芳香族化合物である。C の構造を決定するため、以下に示す実験 1～実験 3 を行った。

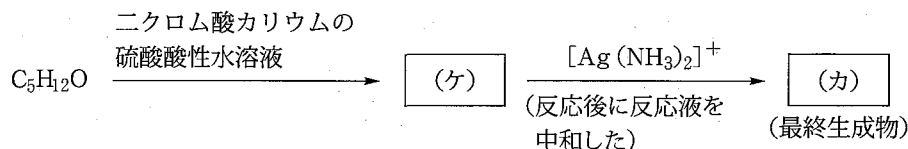
実験 1 C の水溶液は弱い酸性を示した。その水溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えたところ、紫色を呈した。

実験 2 C を水酸化ナトリウム水溶液で完全に加水分解させたあと、反応液を中和した。このとき得られた化合物 (オ) と化合物 (カ) のモル数は等しかった。化合物 (オ) は、分子式 C_6H_7NO で表され、下記の反応経路 1 の最終生成物と同一であった。また、化合物 (カ) は、分子式 $C_5H_{10}O_2$ で表され、下記の反応経路 2 の最終生成物と同一であった。

反応経路 1



反応経路 2



実験 3 化合物 (オ) に、二クロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液を加えて温めたところ、水に難溶な (コ) 色の化合物が生成した。

これら実験 1～実験 3 の結果から、C の構造は (サ) であると決定できた。