



2022年度

公立千歳科学技術大学 理工学部

一般選抜 前期日程 問題

化学基礎・化学

化学基礎・化学

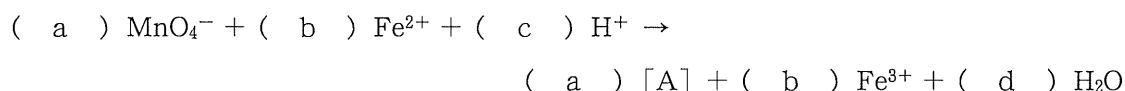
1. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。ただし、原子量は $\text{Fe} = 56.0$, $\text{O} = 16.0$ とする。

2 種類の鉄イオン Fe^{2+} , Fe^{3+} を含む水溶液（以下、Fe 水溶液とする）中の各イオンの濃度を調べるために、実験①、②を行った。

実験操作と結果

- ① 酸化還元滴定：Fe 水溶液を 10.0 mL とり、0.0100 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液（硫酸酸性）で滴定したところ、8.00 mL 滴下した時点で溶液が赤紫色に変色した。
- ② 酸化鉄の質量測定：Fe 水溶液を 40.0 mL とり、十分な量の水酸化ナトリウムを加えたところ、水酸化鉄(II)と水酸化鉄(III)の混合物の沈殿が生じた。この混合物の沈殿をろ過・分離し、空气中で全量を水酸化鉄(III)としたのち、加熱すると 0.480 g の酸化鉄(III)が生成した。

(1) 実験①では、過マンガン酸イオンと Fe^{2+} との間で酸化還元反応が起こる。この滴定での反応式の係数 a , b , c , d およびイオン式 A を答えなさい。ただし、係数はいずれも整数とし、同一記号の係数は等しいとする。係数が 1 の場合は 1 と解答すること。

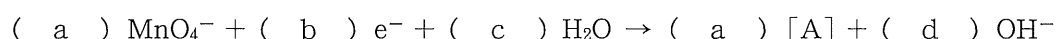


(2) 実験②での水酸化鉄(II)・(III)混合物から水酸化鉄(III)への変化について、適切な記述を選びなさい。

- a. 水酸化鉄(II)は酸化されて水酸化鉄(III)に変化し、沈殿の色は緑白色になる。
- b. 水酸化鉄(II)は還元されて水酸化鉄(III)に変化し、沈殿の色は緑白色になる。
- c. 水酸化鉄(II)は酸化されて水酸化鉄(III)に変化し、沈殿の色は赤褐色になる。
- d. 水酸化鉄(II)は還元されて水酸化鉄(III)に変化し、沈殿の色は赤褐色になる。

(3) 実験①、②の結果を用いて、Fe 水溶液に含まれる Fe^{2+} および Fe^{3+} のモル濃度 $[\text{Fe}^{2+}]$, $[\text{Fe}^{3+}]$ [mol/L] を、小数第 2 位まで求めなさい。

(4) 実験①を、酸性ではなく中性または塩基性の条件で行うと、過マンガン酸イオンは次の反応により酸化マンガン(IV)となる。この反応式の係数 a , b , c , d および酸化マンガン(IV)の組成式 A を答えなさい。ただし、係数はいずれも整数とし、同一記号の係数は等しいとする。係数が 1 の場合は 1 と解答すること。

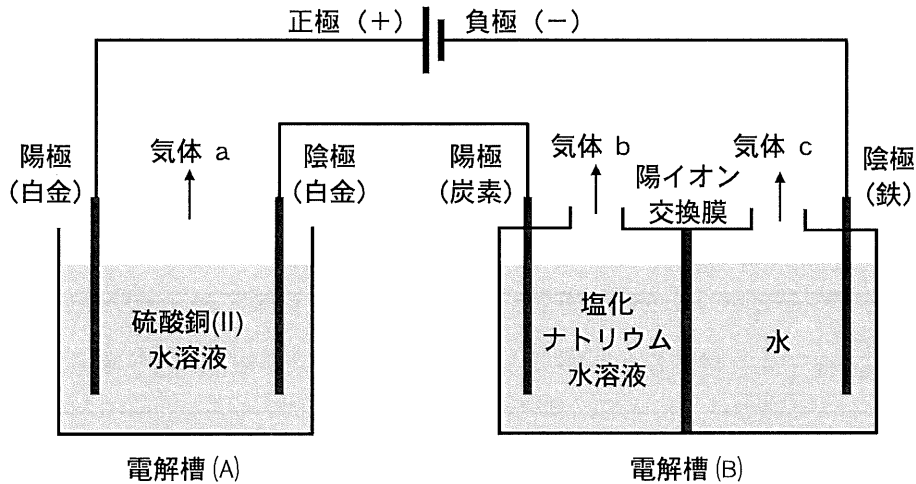


- (5) 問(4)のようにFe水溶液の酸化還元滴定を中性または塩基性の条件で行った場合、酸性条件での滴定に比べて、滴定に要する0.0100 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液の滴下量はどのようになると予想されるか。適切な記述を選びなさい。
- a. 酸性条件での滴定よりも多くなる。
 - b. 酸性条件での滴定よりも少なくなる。
 - c. 酸性条件での滴定の場合と変わらない。

化学基礎・化学

2. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。ただし、原子量は $\text{Cu} = 63.5$ とし、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

下図のように、硫酸銅(II)水溶液を入れた電解槽(A)と、塩化ナトリウム水溶液と水を入れた電解槽(B)を直列に接続し、電気分解を行う。電解槽(B)の陰極・陽極は陽イオン交換膜で隔てられており、陰極側に水、陽極側に塩化ナトリウム水溶液が入っている。用いた電極は図中に示したとおりである。



- (1) 電解槽(A)からは、気体が生成するか、それとも生成しないか。生成する場合は気体 a の分子式を答え、生成しない場合は「生成しない」と解答しなさい。
- (2) 電解槽(B)の陽極側からは、気体が生成するか、それとも生成しないか。生成する場合は気体 b の分子式を答え、生成しない場合は「生成しない」と解答しなさい。
- (3) 電解槽(B)の陰極側からは、気体が生成するか、それとも生成しないか。生成する場合は気体 c の分子式を答え、生成しない場合は「生成しない」と解答しなさい。
- (4) 電気分解後の電解槽(B)の陰極側、陽極側の溶液に BTB 溶液を滴下すると、溶液の色はどのようなになるか。正しい組み合わせを選びなさい。なお、電気分解前の塩化ナトリウム水溶液と水はどちらも中性とし、気体が生成する場合は全量が電解槽から外へ出ていくものとする。

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
陰極側	緑色	緑色	黄色	黄色	青色	青色
陽極側	黄色	青色	緑色	青色	緑色	黄色

- (5) 電解槽 (A) に流れる電流を I_A 、電解槽 (B) に流れる電流を I_B 、電源から供給される電気量を C 、電気分解を行う時間を t とする。これら間の関係として正しい記述を選びなさい。
- a. $C = (I_A + I_B)t$
 - b. $C = I_A I_B t$
 - c. $C = I_A I_B / t$
 - d. $C = I_A t = I_B t$
- (6) 電解槽 (A) の陰極には、銅が析出する。電解槽 (A) に 1.50 A の電流を流してこの電気分解を行ったところ、陰極上に 0.381 g の銅が析出した。電気分解を行った時間は何分何秒か。
- (7) 問 (6) の電気分解を、モル濃度 0.250 mol/L の硫酸銅(II)水溶液 100 mL を用いて行ったとする。電気分解後の水溶液に含まれる銅(II)イオンのモル濃度 [mol/L] を小数第 2 位まで求めなさい。なお、気体が生成する場合、気体生成に伴う水溶液の体積変化は無視できるものとする。
- (8) 電解槽 (A) の陽極を、白金から銅に変えた場合、陽極ではどのような反応が起こるか。適切な記述を選びなさい。
- a. 水の酸化が起こる。
 - b. 水の還元が起こる。
 - c. 銅の酸化が起こる。
 - d. 硫酸イオンの酸化が起こる。

化学基礎・化学

3. 北海道千歳市に存在していた千歳鉱山は、(ア)と(イ)鉱石を産出した。(ア)や(イ)のように、元素の周期表で3~11族に属する元素を(ウ)といい、周期表の1, 2, 12~18族の元素を(エ)という。12族に属する元素を(エ)ではなく(ウ)に含める場合もある。これらの中には、希少性をもつレアメタルと呼ばれる金属がありリサイクルが進められている。

(ア)は濃硝酸に溶けないが①王水には溶ける。(ア)は酸化されにくく、イオン化傾向が最も小さい。また、金属の中で最も展性と延性に富む。

(イ)とハロゲンの化合物は、光によって分解し、(イ)を析出する。(イ)イオンを含む無色の水溶液に希塩酸を加えると白色沈殿が生じる。②この白色沈殿はアンモニア水に溶けて、無色の溶液になる。また、③(イ)イオンを含むある水溶液に(オ)基を持つ化合物を加えて加熱すると、(イ)イオンが(カ)され(イ)として析出する。

(ア)と(イ)と同族の元素である(キ)は、その単体を空気中で加熱すると黒色の(ク)が生じ、さらに1000℃以上で加熱すると赤色の(ケ)となる。また、④(キ)イオンを含むある溶液は、(オ)基を持つ有機化合物の確認に利用される。このとき、(キ)イオンが(カ)され(ケ)の赤色沈殿を生じる。

(1) (ア)~(キ)に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

(2) (ク)と(ケ)に当てはまる化合物を組成式で答えなさい。

(3) 下線部①の王水の説明として正しいものを以下から1つ選び、記号で答えなさい。

- a. 濃硝酸と濃硫酸を体積比1:3で混合した溶液
- b. 濃硝酸と濃硫酸を体積比3:1で混合した溶液
- c. 濃硝酸と濃塩酸を体積比1:3で混合した溶液
- d. 濃硝酸と濃塩酸を体積比3:1で混合した溶液

(4) (イ)の硝酸塩8.50 gを水100 gに溶かした。この化合物は完全に電離しているものとする。この水溶液の凝固点は何℃か答えなさい。答えは小数第2位まで求めなさい。水のモル凝固点降下は1.85 K・kg/molであり、(イ)の硝酸塩の式量は170とする。溶液の濃度にかかわらず、溶液の凝固点降下度は、溶質の種類には関係なくその溶質の質量モル濃度に比例するものとする。

(5) 下線部②で生じる錯イオンを化学式で示しなさい。

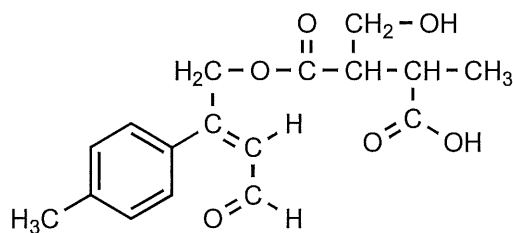
(6) 下線部③と同じ現象が見られる化合物を以下から1つ選び、記号で答えなさい。

- a. グルコース b. デンプン c. アラニン d. セルロース

(7) 下線部④で用いられる溶液のことを何と呼ぶか答えなさい。

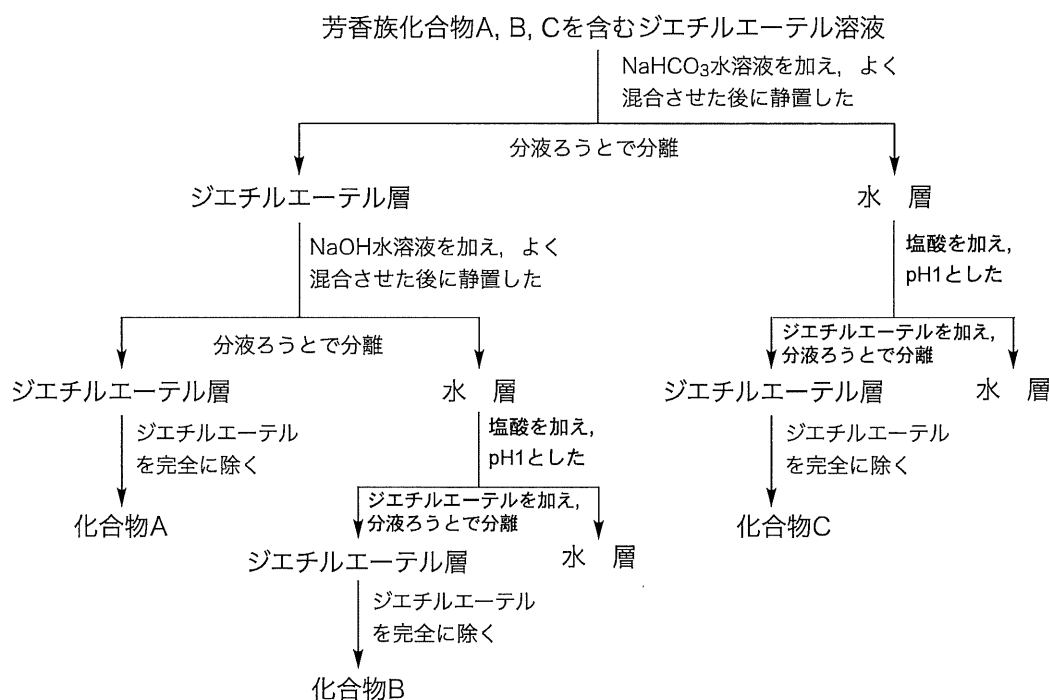
化学基礎・化学

4. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。構造式は、以下の例にならって記しなさい。ただし、次の原子量を用いなさい。H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0



例

炭素、水素、および酸素からなる芳香族化合物 A, B, C の混合物をジエチルエーテルに溶解させ、分液ろうとを用いて以下の図に示すような分液操作を行い、それぞれを純粋なものとして得た。また、化合物 B と C は同じ分子量である。



さらに、芳香族化合物 A ~ C について種々の実験を行うと、以下の結果が得られた。

化合物 A

- ① 元素分析の結果は質量百分率で、炭素 61.85 %、水素 5.19 %、酸素 32.96 % であった。
- ② 分子量を測定すると 194.0 であった。
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液とともに加熱して十分に反応させた後に、塩酸を加え pH 1 としたところ、化合物 D と化合物 E がそれぞれ得られた。
- ④ 化合物 D は、*p*-キシレンを酸化しても得られ、ポリエチレンテレフタラートの原料となる。

化合物 B

- ① 分子量を測定すると 208.0 であった。
- ② 塩化鉄(III)水溶液によって赤紫色を呈した。
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液とともに加熱して十分に反応させた後に、塩酸を加え pH 1 としたところ、化合物 F と化合物 G がそれぞれ得られた。
- ④ 化合物 F にメタノールと少量の硫酸（触媒）を作用させると、化合物 H が生成した。化合物 H は、無色の液体で消炎鎮痛剤として用いられる。
- ⑤ 化合物 G の元素分析の結果は質量百分率で、炭素 68.13 %、水素 13.72 %、酸素 18.15 % であった。
- ⑥ 化合物 G の分子量を測定すると 88.0 であった。
- ⑦ 化合物 G は第三級アルコールであることがわかった。

化合物 C

- ① 水酸化ナトリウム水溶液とともに加熱して十分に反応させた後に、塩酸を加え pH 1 としたところ、化合物 F と化合物 I がそれぞれ得られた。17.6 mg の化合物 I を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 35.2 mg と水 14.4 mg を生じた。
- ② 化合物 I の分子量を測定すると 88.0 であった。
- ③ 化合物 I の溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると二酸化炭素が発生した。
- ④ 化合物 I は直鎖状の化合物であった。

(1) 化合物 A ~ I の構造式を示しなさい。