

東京科学大化学(本番レベル模試)第2回

第I問 (50点)

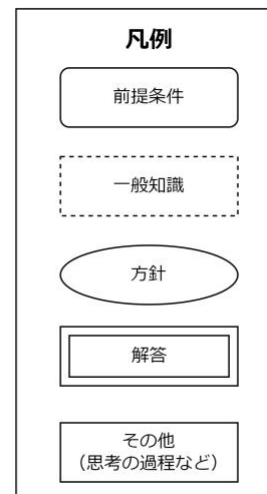
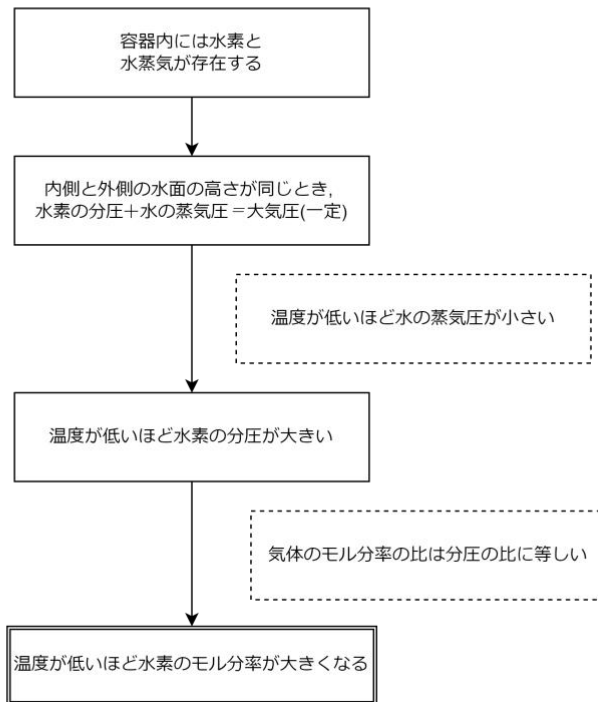
【解答・採点基準】

1	<input type="text" value="4"/> <input type="text" value="7"/> または <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="4"/>
2	<input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> または <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="5"/>
3	<input type="text" value="4"/> <input type="text" value="7"/> または <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="4"/>
4	問i <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> (0.22 も可) 問ii <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="1"/>
5	<input type="text" value="3"/> <input type="text" value="2"/> g

1	10点
	1つ正答1つ空欄 5点
	1つ正答1つ誤答 4点
2	10点
	1つ正答1つ空欄 5点
	1つ正答1つ誤答 4点
3	10点
	1つ正答1つ空欄 5点
	1つ正答1つ誤答 4点
4	10点
	問i 5点
	問ii 5点
5	10点

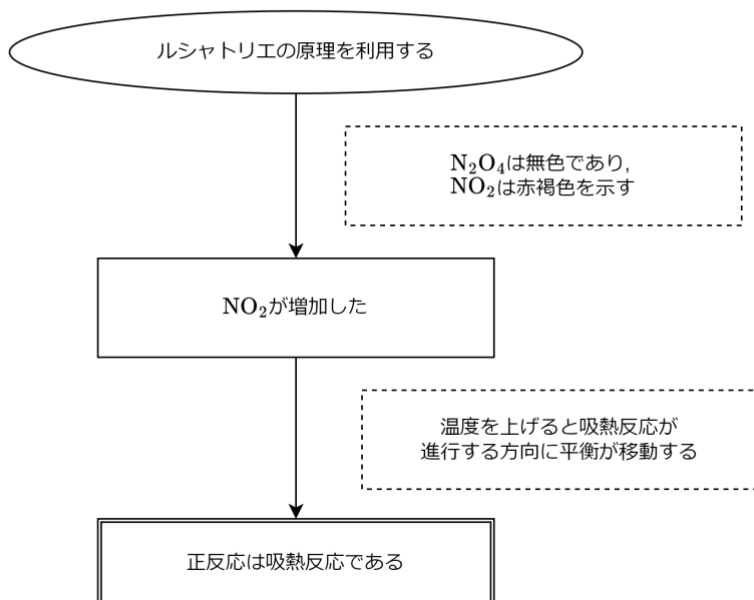
問題2 記述7

水素を水上置換で捕集する
捕集する容器の内側と外側で水面の高さを一致させて比較する

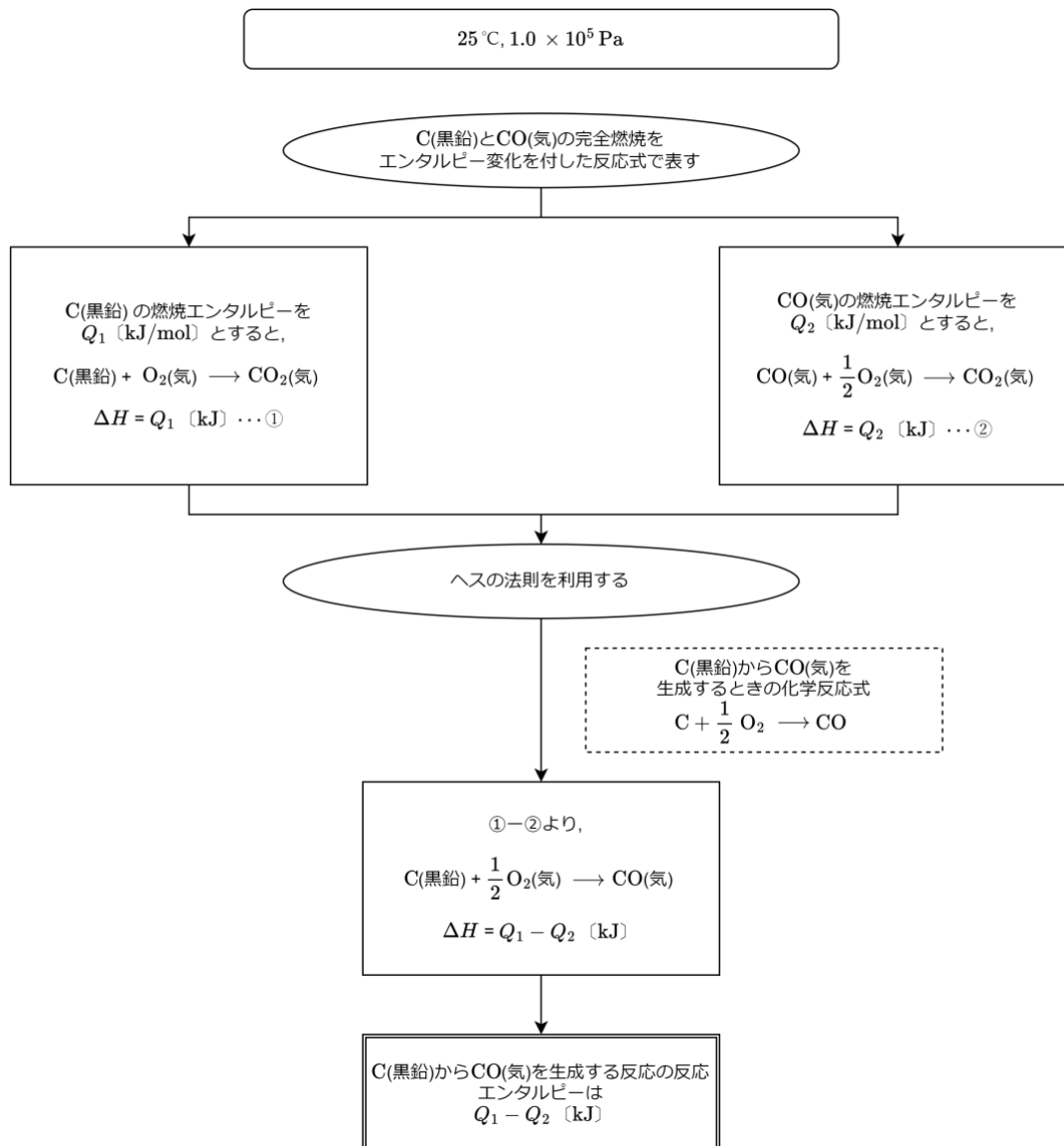


問題3 記述3

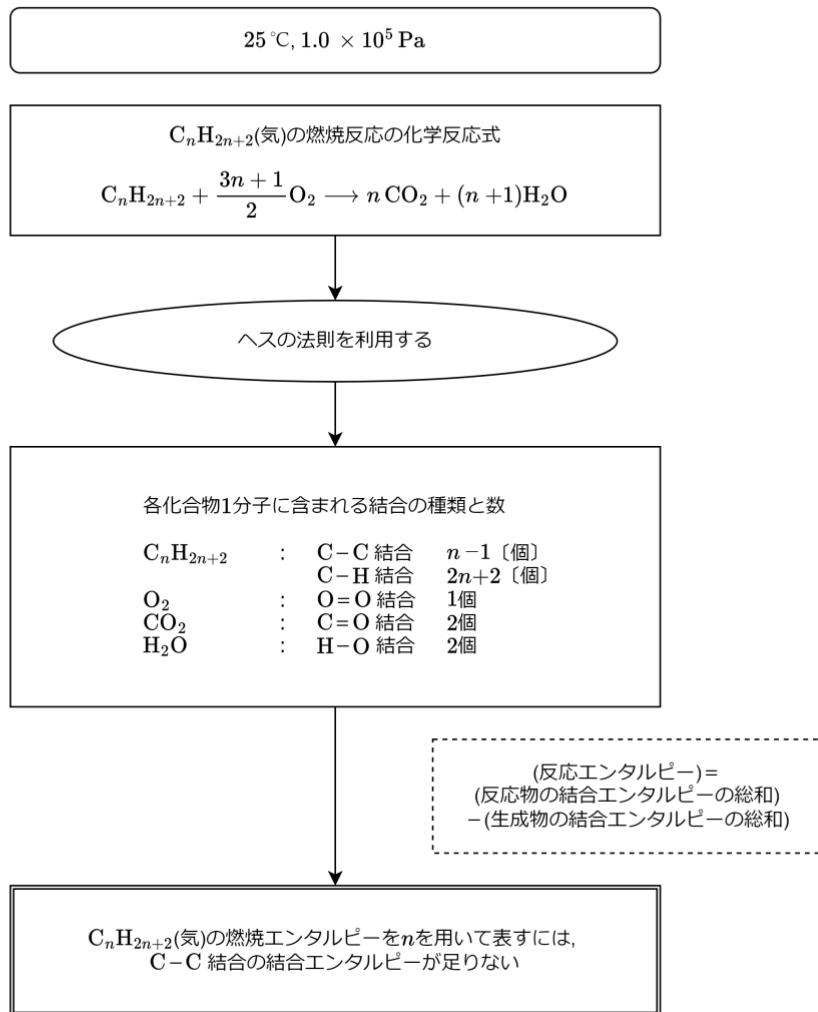
$\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ の反応が平衡状態にある
圧力と体積一定で温度を上げると、容器内の気体の色が濃くなった



問題3 記述6



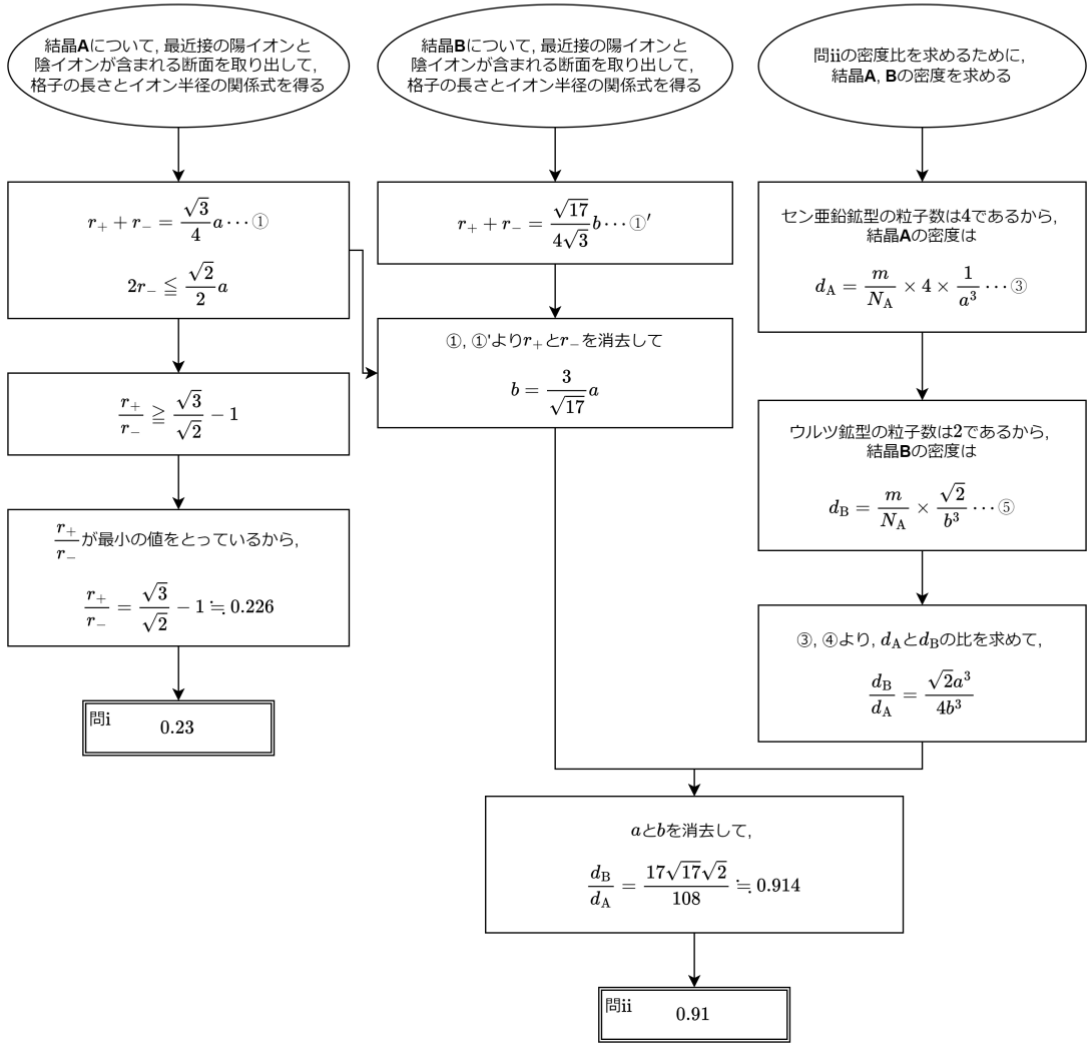
問題3 記述7



問題4

問i
結晶Aは閃亜鉛鉱型の結晶構造(図1)
 r_+ は最小の値
 r_-

問ii
結晶Bはウルツ鉱型の結晶構造(図2)
単位格子の高さは底面の一辺の長さの $\frac{2\sqrt{6}}{3}$ 倍
結晶BのM⁺とX⁻のイオン半径は結晶Aと同じ



問題5

56℃以下では $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ が析出する
 56℃以上では $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ が析出する
 64℃以上では $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が析出する
 試料Aを $\text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ とする

試料Aの組成式を求める

実験1から、水溶液中の鉄(II)イオンはすべて硫酸鉄(II)水和物由来

鉄(II)イオンの物質について立式して、

$$\frac{2.24}{152 + 18n} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\therefore n = 4$$

試料Aは $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

水溶液Bに含まれる物質の質量について立式する

1つの水溶液Bに含まれる硫酸鉄(II)無水物と水の質量をそれぞれ x [g], y [g] とする

60℃での操作について立式する

$$\frac{x + 0.85}{y} = \frac{55}{100} \dots \textcircled{1}$$

20℃での操作について立式する

$$\frac{x - 15.2}{x + y - 27.8} = \frac{25}{100 + 25} \dots \textcircled{2}$$

①, ②より、

$$x = 22.8$$

$$y = \frac{20}{11}(22.8 + 0.85) = 53.2$$

求める水の質量は

$$x + y - \frac{224}{152}x = 22.8 + 43.0 - 33.6 = 32.2 \text{ g}$$

32 g

第Ⅱ問 (50点)

【解答・採点基準】

6
□□4 または 4□□

7
□□2 または 2□□

8
問i □3.□0×10⁻² mol
問ii □6.□6g

9
問i 0.□2□0 mol
問ii □5.□0×10⁴ 秒

10
問i 0.□5□0 %
問ii $\alpha = \frac{K_1(T_2 - T_2')}{K_2(T_1 - T_1')} - 1$

6 10点
1つ正答1つ誤答 4点

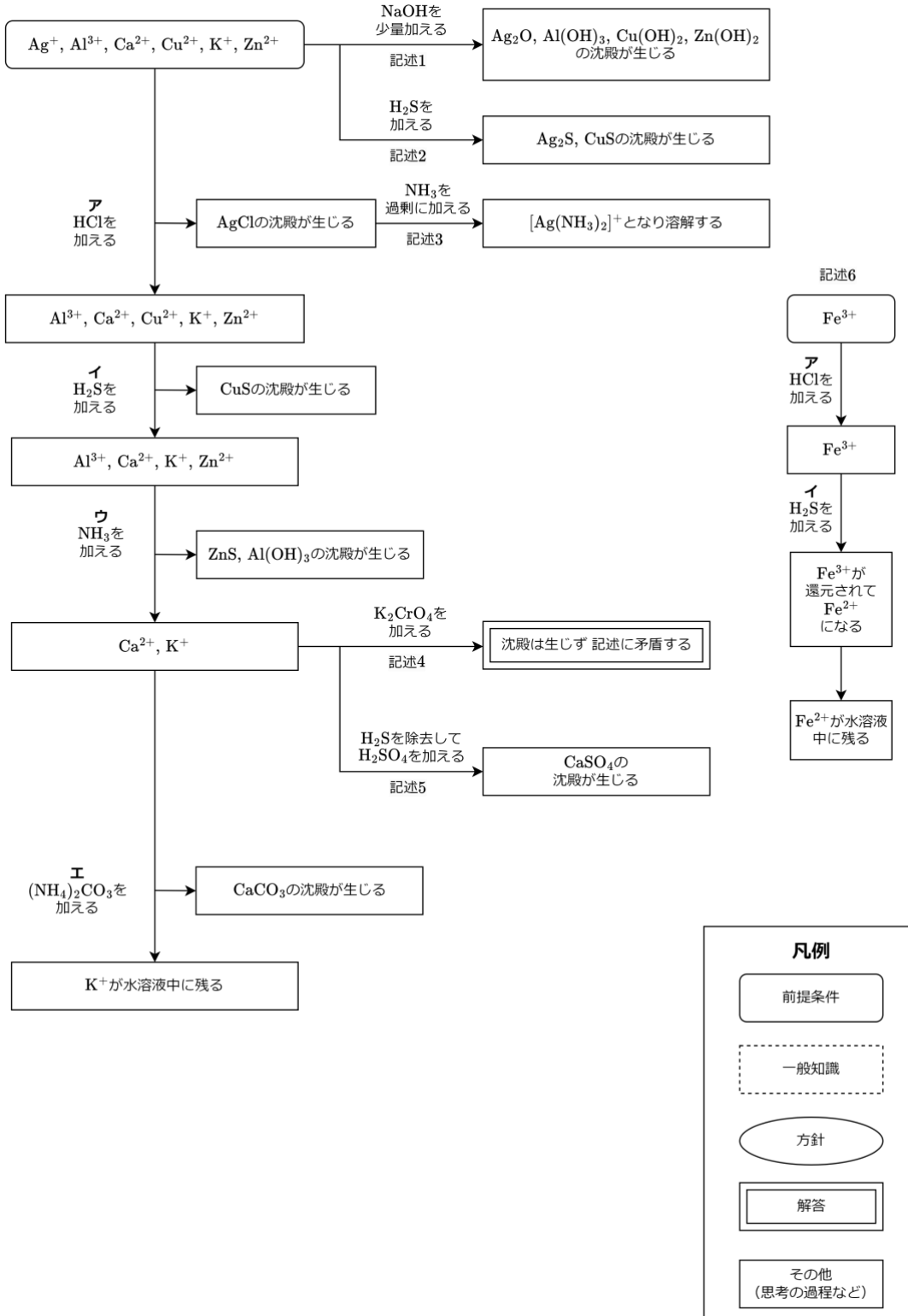
7 10点
1つ正答1つ誤答 4点

8 10点
問i 5点
問ii 5点

9 10点
問i 5点
問ii 5点

10 10点
問i 5点
問ii 5点

問題6



問題8 問 i

実験2で、アンモニア吸収後の硫酸10.0 mLを1.00 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、反応の終点までに17.0 mLを要した

実験2で、中和点では滴定に要した H^+ と OH^- の物質量が等しいことから立式し、アンモニアの物質量を求める

実験2で硫酸100.0 mLに吸収させたアンモニアの物質量を a [mol] とすると、以下となる

$$1.00 \times \frac{100.0}{1000} \times 2 = a + 1.00 \times \frac{17.0}{1000} \times \frac{100.0}{10.0}$$

$$\therefore a = 3.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$3.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

問 ii

塩化マグネシウム、塩化アンモニウム、硫酸アンモニウムの混合物19.2 gを完全に水に溶かして1.00 Lの水溶液Aとした

混合物19.2 g中の塩化マグネシウム $MgCl_2$ (式量:95)、塩化アンモニウム NH_4Cl (式量:53.5)、硫酸アンモニウム $(NH_4)_2SO_4$ (式量:132)の物質量をそれぞれ x, y, z [mol] として立式し、 z を求める

実験1で、水溶液A 20.0 mL中の Cl^- の物質量は、滴定に要した Ag^+ の物質量と等しいので、

$$0.100 \times \frac{48.0}{1000} = 4.80 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Cl^- の物質量について立式して、

$$(2x + y) \times \frac{20.0}{1000} = 4.80 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\therefore 2x + y = 0.240$$

混合物の質量について立式して、

$$95x + 53.5y + 132z = 19.2 \text{ g}$$

実験2で、水溶液A 100.0 mLから発生したアンモニアの物質量について立式して、

$$(y + 2z) \times \frac{100.0}{1000} = 3.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\therefore y + 2z = 0.300$$

$$x = 0.0200 \text{ mol}, y = 0.200 \text{ mol}, z = 0.0500 \text{ mol}$$

混合物19.2 g中の硫酸アンモニウムの質量は、

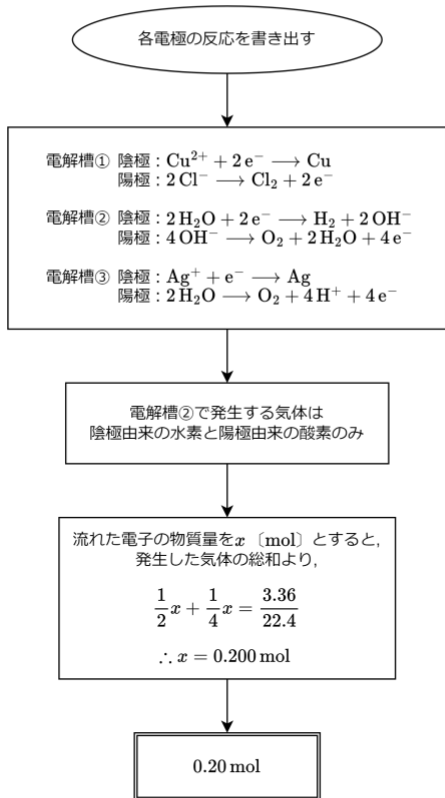
$$0.0500 \times 132 = 6.60 \text{ g}$$

$$6.6 \text{ g}$$

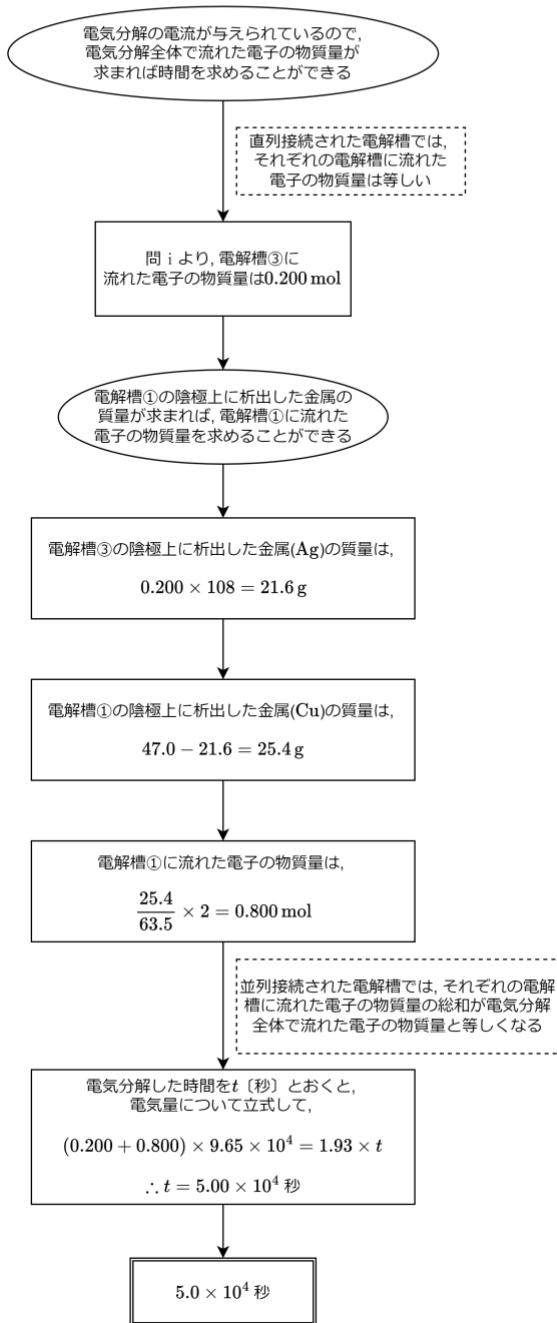
問題9

電気分解の電流：1.93 A
 電解槽②で発生した気体の総和：3.36 L (標準状態)
 電解槽①と電解槽③の電極上に析出した金属：47.0 g

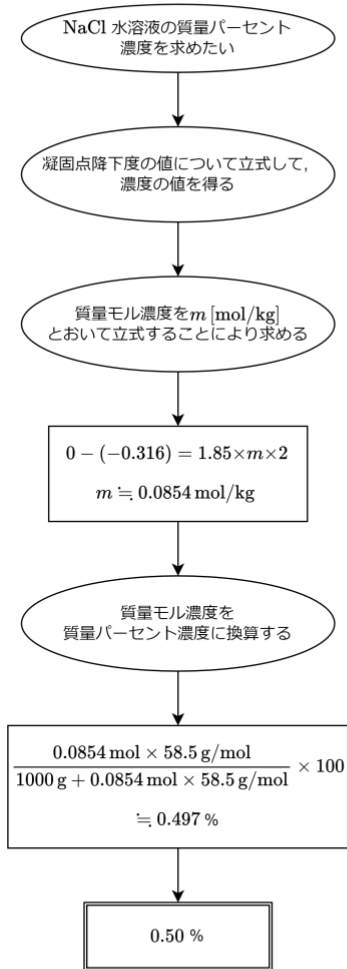
問 i



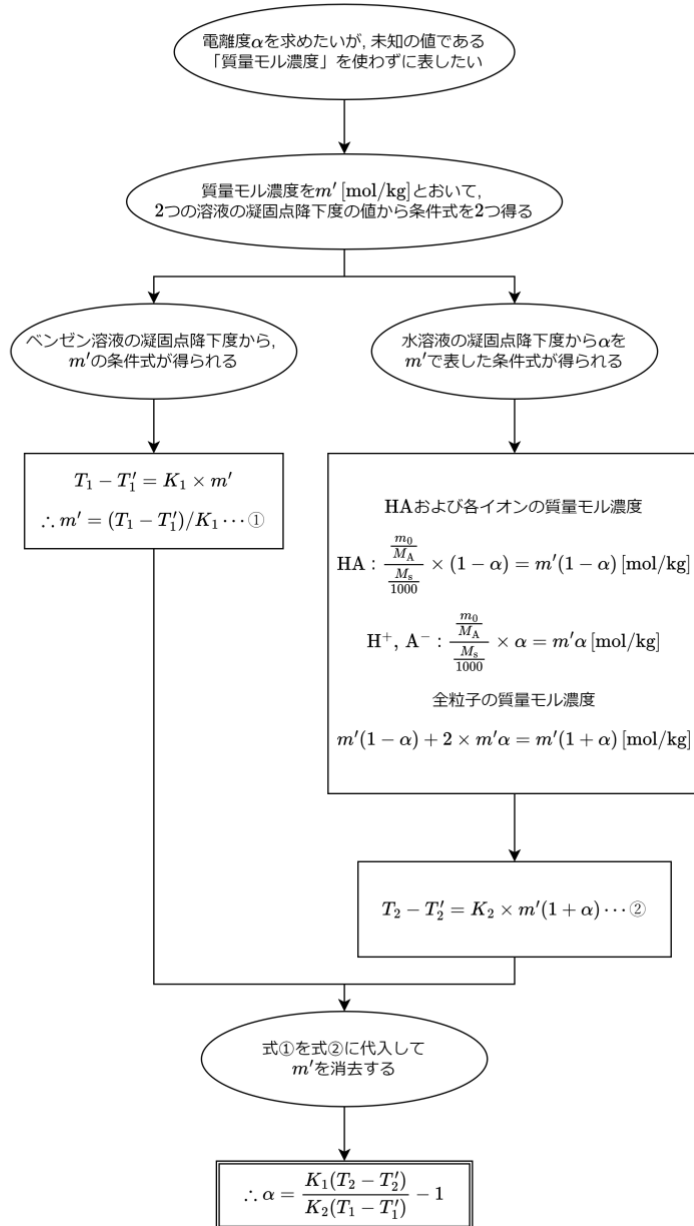
問 ii



問題10 問 i



問 ii



第Ⅲ問 (50点)

【解答・採点基準】

11

または

12

または

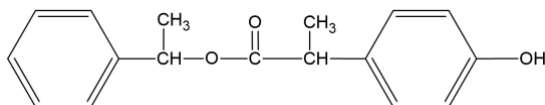
13

C H N O

14

または

15



11 10点

1つ正答1つ誤答 4点

12 10点

1つ正答1つ空欄 5点

1つ正答1つ誤答 4点

13 10点(完答)

14 10点

1つ正答1つ空欄 5点

1つ正答1つ誤答 4点

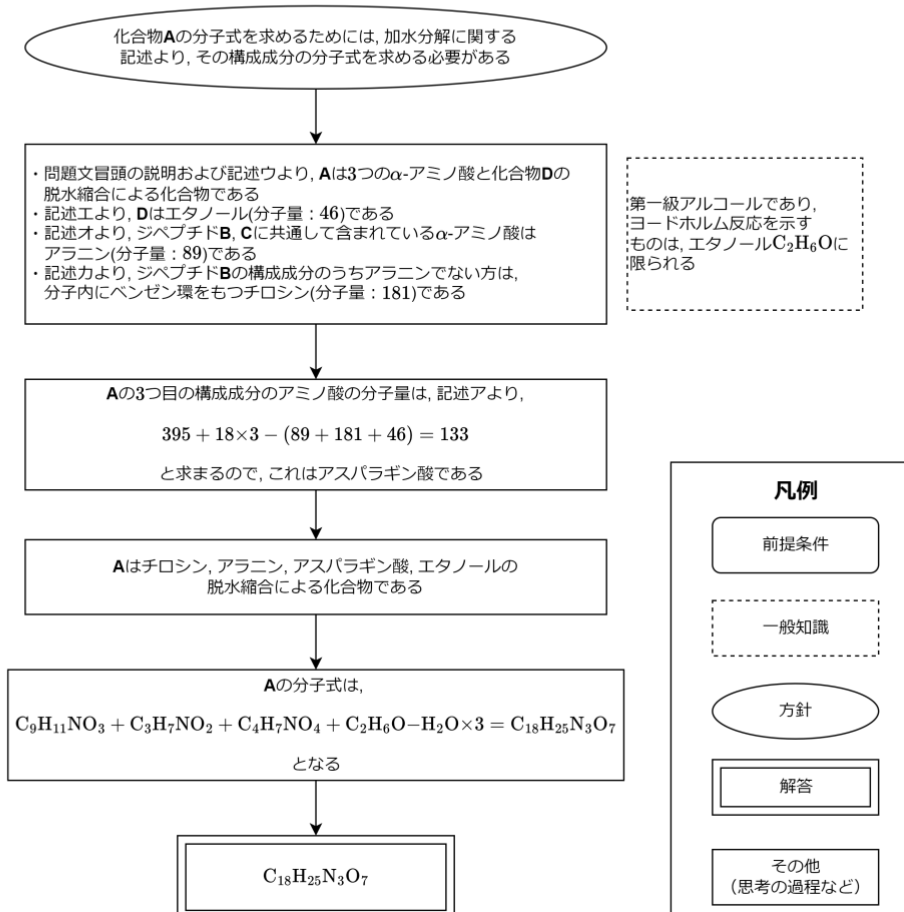
15 10点

構造式が記入例に従っていない場合…

-1点

問題13

化合物Aは、2つのペプチド結合と1つのエステル結合をもつ
 ア. Aの分子量は395である
 ウ. Aを加水分解したときの生成物の中に、ジペプチドB、ジペプチドC、化合物Dが含まれていた
 エ. Dは第一級アルコールであり、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、黄色沈殿が得られた
 オ. ジペプチドB、Cの構成成分として、タンパク質の構成成分であり、かつ不斉炭素原子をもつα-アミノ酸の中で、分子量が最も小さいものが共通して含まれていた
 カ. ジペプチドBに濃硝酸を加えて加熱すると、呈色した



問題15

- (a) **A**は不斉炭素原子を2つもつ分子量400以下の化合物であり、エステル結合とフェノール性ヒドロキシ基をもつ
 (b) 13.5 mgの**A**を完全燃焼させると、二酸化炭素37.4 mgと水8.10 mgが生成した
 (c) **A**を加水分解すると、**B**と**C**が生成した
 (d) **B**はベンゼンの二置換体であり、ベンゼン環に直接結合した水素原子1つを臭素原子に置換すると、2種類の構造異性体が生じる
 (e) **C**はベンゼンの一置換体であり、分子量122の中性化合物である

