

令和5年度  
大分大学理工学部学校推薦型選抜

生命・物質化学プログラム  
基礎能力試験

解答時間 120分(9:30～11:30)

配点 300点

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 受験番号を解答用紙の所定の欄に記入してください。
3. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
4. 問題は1から4まであります。
5. 試験時間中に問題冊子及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁及び汚損等がある場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。

## 1

図1のように容器Aと容器Bがコックで連結されていて、容器Aの容積は3.0Lで $1.00 \times 10^5$  Paの窒素 $N_2$ が、容器Bの容積は2.0Lで、 $2.00 \times 10^5$  Paの二酸化炭素 $CO_2$ がそれぞれ封入されている。最初は、温度は $27^\circ C$ で、コックは閉じている。次の操作1と2を行った。なお操作1の後は、十分に時間がたってから操作2を行った。

操作1 温度を $27^\circ C$ に保ったまま、コックを開いて両気体を混合した。

操作2 コックを開いたまま、温度を $227^\circ C$ に上げた。

以下の問いに答えなさい。計算の過程も解答欄に書きなさい。ただし気体は全て理想気体とし、混合しただけでは互いに反応しないものとする。なお、容器Aと容器Bの連結部分の容積は無視しなさい。原子量は、 $C=12.0$ 、 $N=14.0$ 、 $O=16.0$ とする。

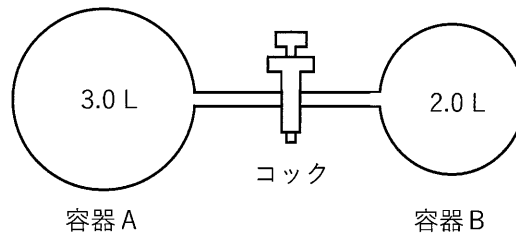


図1

問1. 操作1を行い、十分時間が経過したときの、混合気体中の窒素と二酸化炭素の分圧と混合気体の全圧をそれぞれ求めなさい。

問2. 操作1の後の、混合気体の平均分子量を求めなさい。

問3. 操作2を行い、十分時間が経過したときの、混合気体の全圧を求めなさい。

図2のように、電解槽Aには硫酸銅  $\text{CuSO}_4$  水溶液、電解槽Bには塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$  水溶液が入っていて、電極Iと電極IIは銅、電極IIIは炭素、電極IVは鉄を用いて、4.00 Aの電流を48分15秒間通じて電気分解を行った。以下の問いに答えなさい。なおファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、原子量は、 $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{O} = 16.0$ 、 $\text{Na} = 23.0$ 、 $\text{S} = 32.0$ 、 $\text{Cl} = 35.5$ 、 $\text{Cu} = 63.5$  とする。

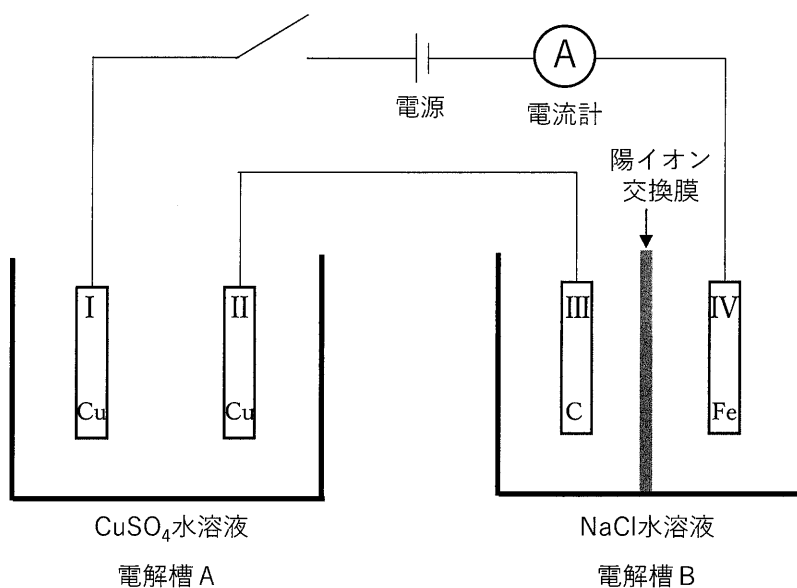


図2

- 問1. 電極IIIと電極IVで起こる反応を、 $e^-$ を含む反応式で表しなさい。
- 問2. 電極IV付近のpHは大きくなるか、小さくなるか、理由とともに説明しなさい。
- 問3. 電解槽Bの「陽イオン交換膜」はどのような性質を持っているか、説明しなさい。
- 問4. 問3の「陽イオン交換膜」がなかった場合、電気分解の途中で、どのようなことが起こる可能性があるか、説明しなさい。
- 問5. 電極Iで起こる反応を、 $e^-$ を含む反応式で表しなさい。また電極Iの質量変化は何gか、計算式と共に答えなさい。なお、増加する場合は+、減少する場合は-を付けて答えなさい。
- 問6. 電解槽Aの電極Iと電極IIを銅電極から白金電極に変えて電気分解を行うと、「電極Iで起こる反応」、「電極IIで起こる反応」、「電解槽Aの硫酸銅水溶液の濃度」のそれぞれについて、どのような変化が起こるか、説明しなさい。もし銅電極から白金電極に変えても、同じことが起こるときは、解答欄に「変化なし」と答えなさい。

3

ナフタレン、フェノール、アニリン、安息香酸のエーテル混合溶液がある。これらの4種類の化合物を分離するために、分液ロートを用いて、図3の操作を行った。以下の問いに答えなさい。

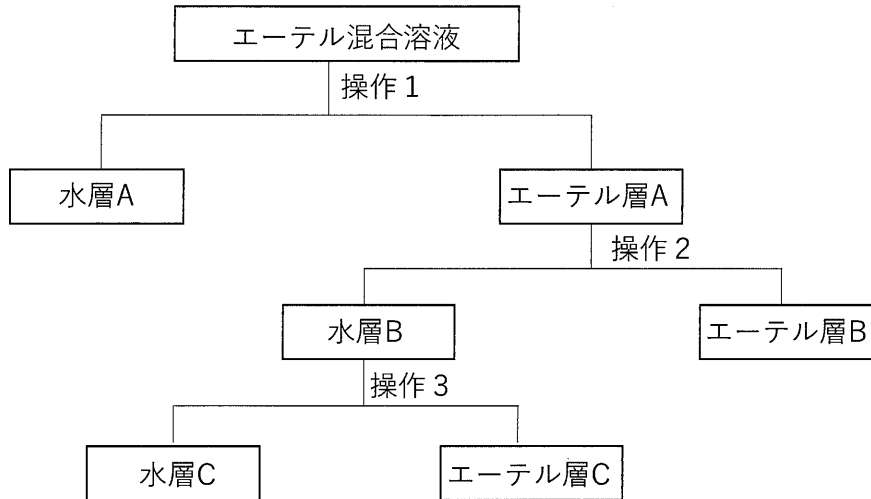
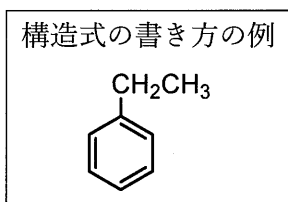


図3

問1. 操作1～3に相当するものを次の(ア)～(ウ)から選んで、記号で答えなさい。

- (ア) 二酸化炭素を十分に吹き込んでから、エーテルを加えて振り混ぜて、その後2層に分離する。
- (イ) 希塩酸を十分に加えて振り混ぜて、その後2層に分離する。
- (ウ) 水酸化ナトリウム水溶液を十分加えて振り混ぜて、その後2層に分離する。

問2. 水層A～水層Cに含まれている化合物を、構造式で書きなさい。構造式は例にならって書きなさい。



問3. エーテル層Cに含まれている化合物を、構造式で書きなさい。また、その化合物が分離されたとして、どのような検出反応で確認すればよいか、説明しなさい。

4

次の問いに答えなさい。

問1 水溶液中の水酸化ナトリウムと硫酸は、中和反応によって、硫酸ナトリウムと水を生成する。この反応の化学反応式を答えなさい。

問2 6.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 5.0 mL を中和するために、1.0 mol/L の硫酸水溶液は何 mL 必要か、答えなさい。

問3 次のアンモニアに関する文章の(A)~(D)に当てはまる化学式を答えなさい。

アンモニアは、塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを混合して加熱することで得ることができる。この時の化学反応式は次式で示される。



アンモニアが生成したことは、(C)をつけたガラス棒を近づけると(A)を生じることで、確認できる。アンモニアは水に溶解しやすく、アンモニアが溶解した水は塩基性を示す。これはアンモニアと水が反応し、(D)が生成するためである。

問4 アンモニア水溶液と塩酸で中和した溶液の pH は、7 より大きいのか、小さいか、答えなさい。