

化 学 1/8

[解答にあたっての注意]

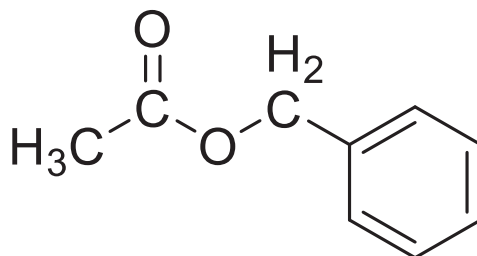
必要があれば，次の値を用いること。

原子量：H 1.0, C 12, O 16, Na 23, Cl 35.5, Cu 64, Zn 65, Br 80

水のモル凝固点降下：1.85 K·kg/mol

ファラデー定数： 9.65×10^4 C/mol

構造式は次の例にならって描くこと。



I 図1は塩化ナトリウムと炭酸カルシウムから炭酸ナトリウムを製造する工程を示したものである。問1～8に答えよ。

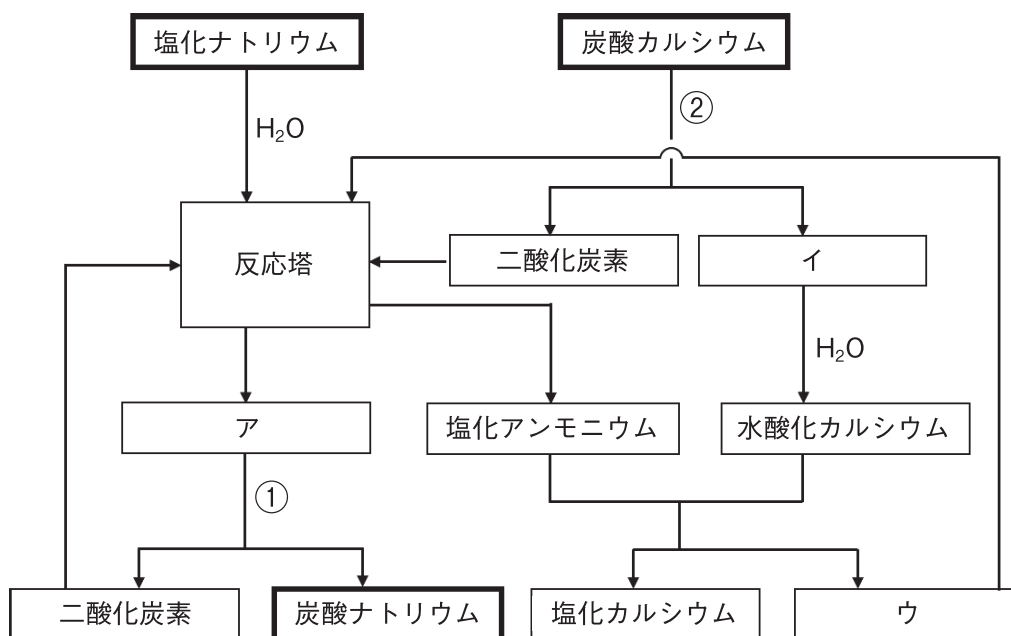


図1

- 問1 この炭酸ナトリウム製造方法の名称を答えよ。
- 問2 炭酸カルシウム、水酸化カルシウム、塩化アンモニウムの化学式を書け。
- 問3 空欄ア、イ、ウに該当する物質の化学式を書け。
- 問4 反応塔で起こる反応を化学反応式で示せ。
- 問5 ①で起こる変化を化学反応式で示せ。
- 問6 ②で起こる変化を化学反応式で示せ。
- 問7 反応が理想的に進行したときに、1.00 t の塩化ナトリウムから得られる炭酸ナトリウムの質量を有効数字2桁で求めよ。
- 問8 炭酸ナトリウムは何に使われるか。具体例を1つ示せ。

II 次の文章を読んで、問1～6に答えよ。

(a)水酸化ナトリウムと 0.240 g の少量の酢酸エチルを含む水溶液 250 mL における (b)加水分解の進行を追跡した。図2は、反応開始時の水酸化ナトリウムのモル濃度をそれぞれ (A) 2.40×10^{-2} mol/L, (B) 1.20×10^{-2} mol/L, (C) 6.00×10^{-3} mol/L とし、25°C で反応を行った際の酢酸エチル濃度の時間変化をプロットしたものである。縦軸は反応開始時に対する酢酸エチル濃度の割合を示している。(c)いずれの水酸化ナトリウム濃度においても反応開始から2分間は酢酸エチル濃度が時間に対して直線的に減少していき、2分経過時点で反応せずに残っている酢酸エチルの割合は表1のとおりとなった。また、水酸化ナトリウムのモル濃度が (B) 1.20×10^{-2} mol/L の溶液を用いて 30°C で同様の反応を行ったところ、反応開始から2分間が経過した時点で反応せずに残っている酢酸エチルの割合は 76% だった。

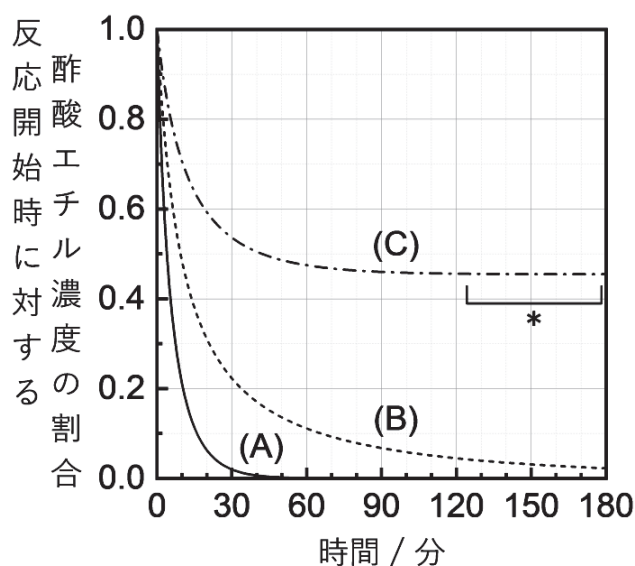


図2

表1

反応開始時における水酸化ナトリウムのモル濃度	2分経過後に残っている酢酸エチルの割合
(A) 2.40×10^{-2} mol/L	69%
(B) 1.20×10^{-2} mol/L	84%
(C) 6.00×10^{-3} mol/L	92%

化 学 $\frac{4}{8}$

- 問1 下線(a)の水溶液における酢酸エチルのモル濃度を有効数字2桁で求めよ。
- 問2 下線(b)のうち、塩基による反応は特に何と呼ばれるか。
- 問3 下線(c)より、それぞれの条件の反応初期において1分間あたりに消費された酢酸エチルのモル濃度の平均をそれぞれ有効数字2桁で求めよ。
- 問4 30°C でのこの反応の速度は 25°C のときの何倍になったか。また、この結果から 40°C で同様の反応を行った際には 25°C のときの何倍になると考えられるか。それぞれ有効数字2桁で求めよ。
- 問5 一般に化学反応は高い温度ほど速く進行する。その理由を簡潔に述べよ。
- 問6 図2を見ると、(A) $2.40 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の水酸化ナトリウムを用いた際にはすべての酢酸エチルが消費された一方で、(C) $6.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の*の領域ではおよそ半分の酢酸エチルが残ったまま濃度がほとんど変化しなかった。この違いの理由を述べよ。

Ⅲ 次の文章を読んで、問1～7に答えよ。

図3は塩化ナトリウム水溶液の冷却曲線を表している。この水溶液を冷却していくと、凝固点以下になっても水溶液はすぐには凝固しない。この状態を（ ）という。冷却途中の(a)C-D間では温度が上昇した。冷却を続けると(b)D-E間でゆるやかに温度が低下した。さらに冷却するとE以降で急激に温度が低下した。

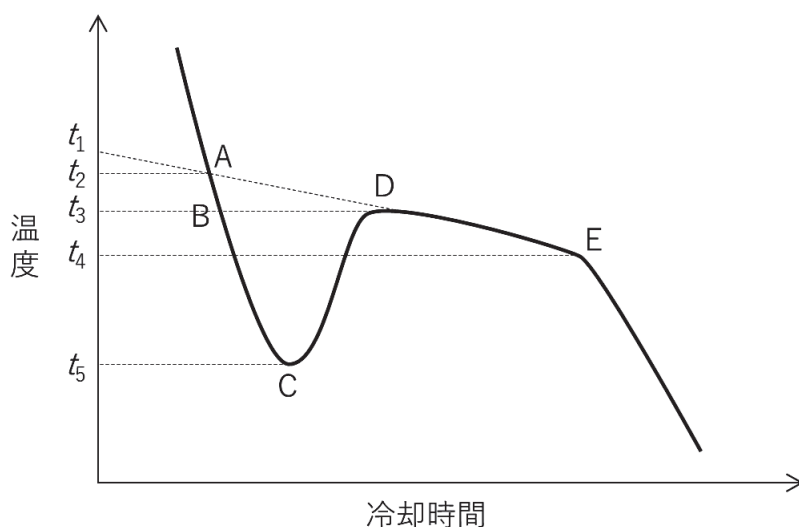


図3

- 問1 空欄（ ）に最もふさわしい語句を入れよ。
- 問2 温度 t_1 から t_5 のうち、凝固点を示しているものはどれか。一つ選び、記号で答えよ。
- 問3 次の①から⑤のうち、固体を含む領域をすべて選び、番号で答えよ。
① AからB, ② BからC, ③ CからD, ④ DからE, ⑤ E以降
- 問4 下線(a)の温度上昇の理由を述べよ。
- 問5 下線(b)のゆるやかに温度が低下する理由を述べよ。
- 問6 1.00 mol/L の塩化ナトリウム水溶液の質量モル濃度を、有効数字3桁で求めよ。ただし、この溶液の密度を 1.04 g/mL とする。
- 問7 問6の塩化ナトリウム水溶液の凝固点降下度を有効数字3桁で求めよ。

化 学 $\frac{6}{8}$

IV 次の2つの実験に関する文章を読み、問1～6に答えよ。

(実験1) フラスコに環状アミド化合物である ϵ -カプロラクタムと少量の水を加え、加熱すると高分子化合物Aが得られた。

(実験2) 水酸化ナトリウム水溶液にヘキサメチレンジアミンを溶かした。この溶液を入れたビーカーに、アジピン酸ジクロリドのシクロヘキサン溶液を静かに注いだところ、高分子化合物Bの生成が観察された。これをピンセットで引き上げて繊維状に巻き上げた。この繊維は天然の絹と比べ、吸湿性は小さいが、強度や耐久性に優れていることがわかった。

問1 実験1について、化学反応式を示せ。ただし、 ϵ -カプロラクタムと高分子化合物Aには構造式を用いよ。

問2 実験1について、重合反応名および高分子化合物Aの名称を示せ。

問3 実験2について、重合反応名および高分子化合物Bの構造式と名称を示せ。

問4 実験2で行った重合における水酸化ナトリウムの役割を述べよ。

問5 実験2において高分子化合物Bの生成が観察されたビーカー中の位置を説明せよ。

問6 実験2の下線について、高分子化合物Bが優れている理由を簡潔に述べよ。

化 学 $\frac{7}{8}$

V 次の文章を読んで、問1～5に答えよ。

電池とは（ア）エネルギーを別種のエネルギーから変換して取り出す装置で、物質のもつ（イ）エネルギーを変換する化学電池のほか、光エネルギーを変換する（ウ）電池などが知られている。化学電池には一次電池や二次電池などの分類があり、2019年にノーベル化学賞を受賞した吉野彰博士らが発明した（エ）電池は代表的な二次電池のひとつである。

はじめての実用的な電池であるダニエル電池は、負極として亜鉛板、正極として銅板をそれぞれ硫酸亜鉛水溶液と硫酸銅(II)水溶液に浸し、これらの溶液を素焼き板により仕切った構造をしている。この構成は以下のように表現され、その（オ）は約1.1Vである。



問1 空欄（ア）～（オ）に最もふさわしい語句を入れよ。

問2 一次電池と二次電池の違いを説明せよ。

問3 文中にある構成のダニエル電池を使用して0.300 Aの電流を77200秒間取り出すと、負極と正極の質量は動作前と比較してそれぞれどうなるか。適切なものを丸で囲み、変化がある場合にはその変化量を有効数字2桁で求めよ。

問4 下線のようにダニエル電池において2種類の電解質溶液を素焼き板により仕切る理由を述べよ。

問5 自動車などに利用されている鉛蓄電池から（ア）エネルギーを取り出す際の負極および正極における反応を、イオン反応式でそれぞれ示せ。また、電池全体の化学反応式を示せ。



VI 次の文章を読み、問1～6に答えよ。

グリセリン (1,2,3-プロパントリオール) と高級脂肪酸のエステルからなる油脂がある。この油脂は m 個の C=C 結合を含む炭素数 n の脂肪酸で構成されていた。油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、加水分解してグリセリンと脂肪酸のナトリウム塩が得られた。このナトリウム塩は疎水基と親水基をもつことから () としてはたらく。

- 問1 次の①から⑤のうち、グリセリンについて誤っている内容を含むものをすべて選び、番号で答えよ。
- ① 揮発性の液体で、水と任意の割合で溶け合う。
 - ② 医薬品や化粧品の成分として使われる。
 - ③ 火薬の原料として使われる。
 - ④ ヨードホルム反応を示す。
 - ⑤ 硝酸と反応する。
- 問2 下線の化学反応式を示せ。ただし、油脂およびグリセリンには構造式を用いよ。また、油脂1分子を構成する脂肪酸は、R-COOH、R'-COOH および R''-COOH とせよ。
- 問3 空欄 () に最もふさわしい語句を入れよ。
- 問4 脂肪酸の示性式を炭素数 n と C=C 結合の数 m を用いて示せ。
- 問5 分子量 878 の油脂を完全に加水分解するために、水酸化ナトリウム 0.500 g を要した。用いた油脂の質量を有効数字 2 桁で求めよ。
- 問6 問5 で用いた油脂 1.00 g に臭素を十分に反応させたところ、1.09 g の臭素が消費された。この油脂1分子に含まれる C=C 結合の数を整数で求めよ。