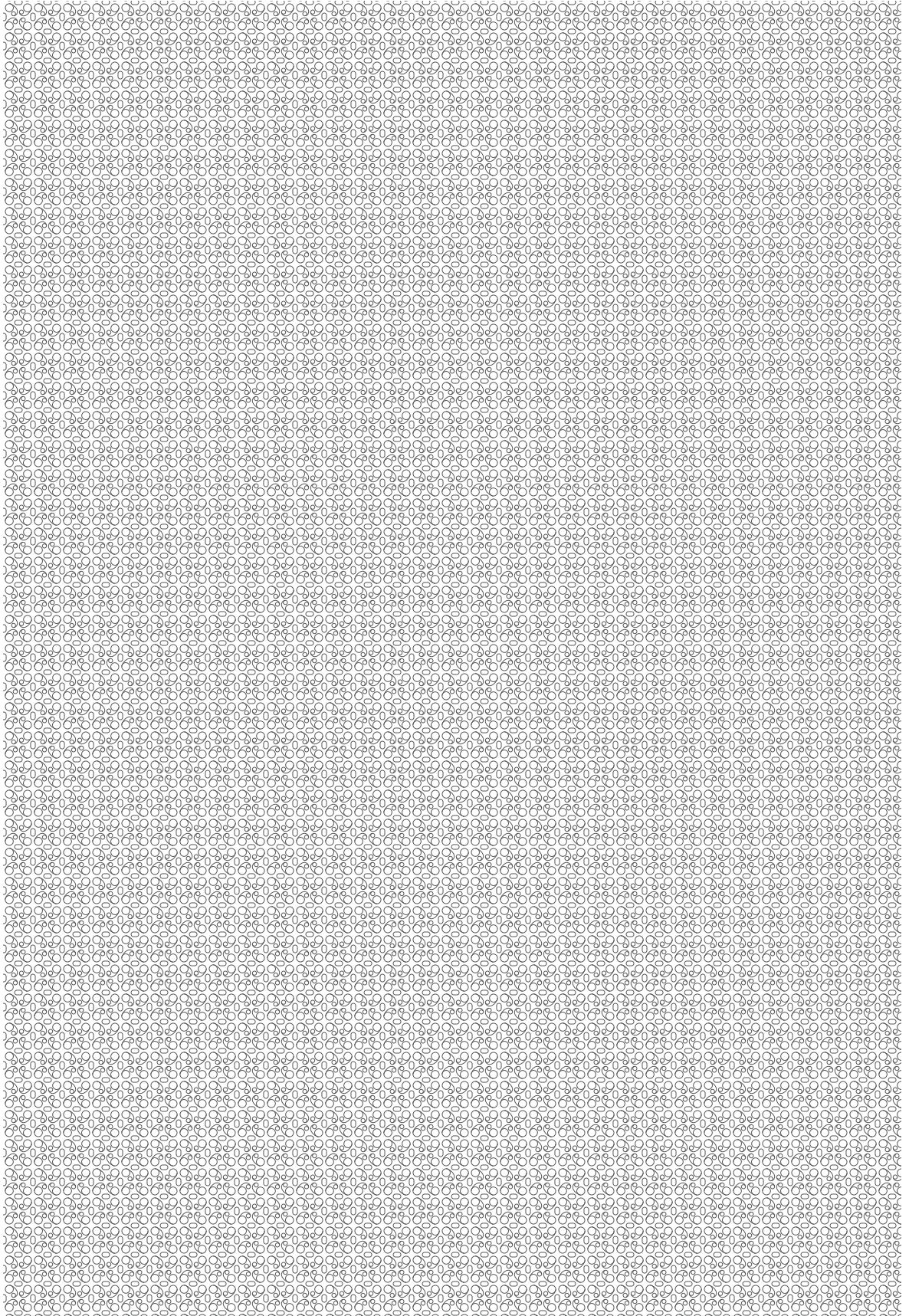


## 2026年度入学試験問題

# 化 学

(試験時間 13:15~14:45 90分)

1. この問題冊子が、出願時に選択した科目のものであることを確認のうえ、解答してください。
2. 解答用紙には、記述解答用紙とマーク解答用紙の2種類があります。
3. 解答は、必ず解答欄の枠内に記入もしくはマークしてください。解答欄以外への記入およびマークはすべて無効となります。特に、記述解答用紙の採点欄に解答を記入しないよう、注意してください。
4. 解答は、HBの鉛筆またはシャープペンシルを使用し、訂正する場合は、プラスチック製の消しゴムを使用してください。特に、一度マークした箇所を修正する場合、しっかりと消してください。消し残りがあると、解答が無効となることがあります。また、消しくずを残さないでください。
5. 解答用紙を折り曲げたり、切り離したり、汚したりしないでください。また、マーク解答用紙を記述解答用紙の下敷きを使用しないでください。
6. 解答用紙には、必ず受験番号と氏名を記入・マークしてください。未記入や記入・マークミスなどがあった場合は、当該科目の解答は無効になります。



問題Ⅰ，Ⅱの解答は，マーク解答用紙の指定された欄にマークしなさい。問題Ⅲ，Ⅳの解答は，記述解答用紙の解答欄に書きなさい。必要な場合は，次の値を用いなさい。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.0, Cl = 35.5, I = 127

Ⅰ 以下の問い(1)～(10)の解答は，それぞれの解答群のどれに該当するか。番号を選んでマークしなさい。(40点)

- (1) 黒鉛 (C), 気体状態の水素 ( $\text{H}_2$ ) およびプロパン ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) の燃焼エンタルピーは, それぞれ  $-394 \text{ kJ/mol}$ ,  $-286 \text{ kJ/mol}$  および  $-2219 \text{ kJ/mol}$  である。これらの値を用いて, 気体状態の  $\text{C}_3\text{H}_8$  の生成エンタルピーを概算すると, 何  $\text{kJ/mol}$  になるか。最も近いものを以下の解答群より一つ選びなさい。ただし,  $\text{H}_2\text{O}$  は液体の状態で存在していると考えなさい。

[解答群]

- |   |      |   |      |   |       |   |       |
|---|------|---|------|---|-------|---|-------|
| ① | -501 | ② | -107 | ③ | -84.7 | ④ | -74.8 |
| ⑤ | 501  | ⑥ | 107  | ⑦ | 84.7  | ⑧ | 74.8  |

- (2) 接触法を用いて純度 100% の硫黄 16 kg から質量パーセント濃度が 98% の濃硫酸を得るとすると、理論上何 kg 得られるか。最も近いものを以下の解答群より一つ選びなさい。

[解答群]

- ① 30 kg      ② 40 kg      ③ 50 kg      ④ 60 kg  
⑤ 70 kg      ⑥ 80 kg      ⑦ 100 kg      ⑧ 200 kg

- (3) 塩素には、おもに質量数 35 の  $^{35}\text{Cl}$  と質量数 37 の  $^{37}\text{Cl}$  の二つの同位体が、天然存在比およそ 3 : 1 で存在する。そのためクロロホルム ( $\text{CHCl}_3$ ) には、1 mol あたりの質量がおおよそ 118 g, 120 g, 122 g, 124 g の分子が約  の割合で存在する。一方、臭素には、おもに質量数 79 の  $^{79}\text{Br}$  と質量数 81 の  $^{81}\text{Br}$  の二つの同位体が、天然存在比およそ 1 : 1 で存在する。そのため一塩化臭素 ( $\text{ClBr}$ ) には、1 mol あたりの質量がおおよそ 114 g, 116 g, 118 g の分子が約  の割合で存在する。 および  にあてはまる最もふさわしい数値の比の組み合わせはどれか。以下の解答群より一つ選びなさい。なお炭素と水素は、それぞれすべて  $^{12}\text{C}$  と  $^1\text{H}$  のみで存在するとする。

[解答群]

	(ア)	(イ)
①	9 : 9 : 3 : 1	3 : 4 : 1
②	9 : 9 : 3 : 1	4 : 3 : 1
③	12 : 9 : 3 : 1	3 : 4 : 1
④	12 : 9 : 3 : 1	4 : 3 : 1
⑤	27 : 9 : 3 : 1	3 : 4 : 1
⑥	27 : 9 : 3 : 1	4 : 3 : 1
⑦	27 : 27 : 9 : 1	3 : 4 : 1
⑧	27 : 27 : 9 : 1	4 : 3 : 1

(4) 次の記述(ア)～(ウ)について、正しい正誤の組み合わせはどれか。最もふさわしいものを以下の解答群より一つ選びなさい。

(ア) 水は水素結合によって分子間に強い引力が働いており、そのために沸点が高い。また、水は他の多くの液体よりも加熱や冷却に対して温度変化が起きにくい。

(イ) 水の沸点は、水の蒸気圧が外気圧と等しくなったときの温度であり、標準大気圧 (101.3 kPa) における水の沸点は 100℃となるが、高地や減圧下ではより低温で沸騰が始まる。一方、加圧すると外気圧に到達するのにより高温を要するため、沸点は上昇する。

(ウ) 氷は、水素結合により正四面体の構造をとることが知られている。この構造のため、水分子は隙間の多い立体構造をとり、液体の水よりも密度が低くなる。

[解答群]

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

(5) 次の記述(ア)～(ウ)について、正しい正誤の組み合わせはどれか。最もふさわしいものを以下の解答群より一つ選びなさい。

(ア) コロイド粒子は直径  $10^{-9}$ ～ $10^{-7}$  m 程度の大きさを持ち、溶液中で沈殿せずに分散している。

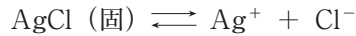
(イ) 疎水コロイドは、表面が電荷を帯びているため安定であり、少量の電解質を加えても容易に凝析しない。

(ウ) タンパク質やデンプンのような分子量の大きな分子は、1分子でもコロイド粒子の大きさをもつ。これらの粒子が分散したコロイドを会合コロイドという。

[解答群]

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

- (6) 難溶性塩である塩化銀 (AgCl) の水に対する溶解平衡は以下のように表される。



このとき、25℃における溶解度積 ( $K_{sp}$ ) は  $1.8 \times 10^{-10} \text{ (mol/L)}^2$  であるとする。純水中に固体の AgCl を加えて飽和溶液をつくったとき、平衡状態での銀イオン  $\text{Ag}^+$  の濃度は  mol/L である。次に、この飽和 AgCl 溶液に NaCl を加えて、塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  の濃度が 0.010 mol/L になったとする。このときの  $\text{Ag}^+$  の濃度は  mol/L である。このように電解質を構成するイオンと同じイオンを生じる別の物質を加えると、元の電解質の溶解度が小さくなる現象を  と呼ぶ。 ~  にあてはまる最もふさわしい数値と語句の組み合わせはどれか。以下の解答群より一つ選びなさい。ただし、 $\sqrt{2} = 1.4$ 、 $\sqrt{3} = 1.7$ 、 $\sqrt{5} = 2.2$  を用いてよい。

[解答群]

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	$1.8 \times 10^{-5}$	$1.8 \times 10^{-8}$	緩衝作用
②	$1.8 \times 10^{-5}$	$1.8 \times 10^{-8}$	共通イオン効果
③	$1.8 \times 10^{-5}$	$1.3 \times 10^{-8}$	緩衝作用
④	$1.8 \times 10^{-5}$	$1.3 \times 10^{-8}$	共通イオン効果
⑤	$1.3 \times 10^{-5}$	$1.8 \times 10^{-8}$	緩衝作用
⑥	$1.3 \times 10^{-5}$	$1.8 \times 10^{-8}$	共通イオン効果
⑦	$1.3 \times 10^{-5}$	$1.3 \times 10^{-8}$	緩衝作用
⑧	$1.3 \times 10^{-5}$	$1.3 \times 10^{-8}$	共通イオン効果

- (7) 油脂とは、グリセリンの三つのヒドロキシ基すべてが脂肪酸と脱水縮合してできたエステルを指す。分子式  $C_{57}H_{98}O_6$  で表される油脂のヨウ素価を求め、最も近い数値を以下の解答群より一つ選びなさい。ただし、脂肪酸は環状構造を含まないものとする。また、ヨウ素価は油脂 100 g に付加するヨウ素  $I_2$  の質量を g 単位で表した数値とする。

[解答群]

- ① 72            ② 87            ③ 116           ④ 130  
⑤ 145           ⑥ 174           ⑦ 231           ⑧ 260

(8) 分子式が  $C_4H_6$  で表される炭化水素である化合物 X の構造を決定するため、以下の実験を行った。

実験 1 : 化合物 X に硫酸水銀触媒を用いて (ア) を付加すると、主生成物と副生成物の二種類の生成物が得られた。

実験 2 : 実験 1 で得られた主生成物は、ヨードホルム反応に陽性で、黄色沈殿を生じた。

実験 3 : 実験 1 で得られた副生成物は、フェーリング液と反応して、(イ) 色沈殿を生じた。

以上の実験から、化合物 X は (ウ) であると決定できた。

(ア) ~ (ウ) にあてはまる最もふさわしい語句の組み合わせはどれか。以下の解答群より一つ選びなさい。

[解答群]

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	水	赤	1-ブチン
②	水	赤	2-ブチン
③	水	黒	1-ブチン
④	水	黒	2-ブチン
⑤	水素	赤	1-ブチン
⑥	水素	赤	2-ブチン
⑦	水素	黒	1-ブチン
⑧	水素	黒	2-ブチン

- (9)  は、工業的には  を触媒とし、エチレンに水を付加させてつくられる。飲料用の  はデンプンやグルコースを原料とし、アルコール発酵によってつくられる。グルコース 90 g を完全にアルコール発酵させた時、 は  g 得られる。 ~  にあてはまる最もふさわしい語句や数値の組み合わせはどれか。以下の解答群より一つ選びなさい。

[解答群]

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	メタノール	酸化亜鉛	46
②	メタノール	酸化亜鉛	69
③	メタノール	リン酸	46
④	メタノール	リン酸	69
⑤	エタノール	酸化亜鉛	46
⑥	エタノール	酸化亜鉛	69
⑦	エタノール	リン酸	46
⑧	エタノール	リン酸	69

- (10) 天然ゴムは (ア) が付加重合した高分子化合物であるが、(イ) を加えて加熱することで鎖状のゴム分子同士の架橋形成が進み、化学的にも物理的にも強い弾性ゴムが得られる。このような (イ) 原子を介した架橋構造はタンパク質にも見られ、アミノ酸の一種であるシステインが (ウ) を形成することで高次構造が安定化されることが知られている。(ア) ~ (ウ) にあてはまる最もふさわしい語句の組み合わせはどれか。以下の解答群より一つ選びなさい。

[解答群]

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	1,3-ブタジエン	酸素	ペプチド結合
②	1,3-ブタジエン	酸素	ジスルフィド結合
③	1,3-ブタジエン	硫黄	ペプチド結合
④	1,3-ブタジエン	硫黄	ジスルフィド結合
⑤	イソプレン	酸素	ペプチド結合
⑥	イソプレン	酸素	ジスルフィド結合
⑦	イソプレン	硫黄	ペプチド結合
⑧	イソプレン	硫黄	ジスルフィド結合

- Ⅱ 次の文章を読み、以下の問い(1)～(5)に答えなさい。(1)～(3)については(i)～(vi)にあてはまる数値をマークし、(4)と(5)については、最もふさわしいものの番号を選んでマークしなさい。(20点)

気体AとBの可逆反応



について、以下の実験を行い、平衡状態に至るまでの反応の変化を観察した。ただし、A、B、Cは常に気体であり、上記以外の反応は起きないものとする。また、 $\Delta H$ はこの反応の反応エンタルピーとする。

**【実験操作】**

気体AとBのモル濃度がそれぞれ0.050 mol/Lになるように空の反応容器(体積一定)に注入し、反応を開始した。400℃で平衡に達したとき、生成物Cのモル濃度は0.040 mol/Lであった。気体AとBからCが生成する反応速度を $v_f$ 、速度定数を $k_f$ 、その逆反応の反応速度を $v_r$ 、速度定数を $k_r$ とすると、それぞれの反応速度式は、

$$v_f = k_f[A][B], \quad v_r = k_r[C]^2$$

で表される。ここで、 $[A]$ 、 $[B]$ 、 $[C]$ はそれぞれ気体A、B、Cのモル濃度を表し、400℃における正反応の速度定数は $k_f = 0.020 \text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{s})$ である。また、この反応容器の中に触媒を加えて同じ実験を行ったところ、反応速度は上昇した。

**問い**

- (1) 温度400℃において、平衡状態における気体A、B、Cの濃度の関係を用いて、逆反応の速度定数 $k_r$ を求め、 $k_r = 0.$      $\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{s})$ にあてはまる数値を答えなさい。

- (2) 温度 400 °C でのこの反応において、時間  $t = 0$  から時間経過ごとの  $[C]$  のデータが得られた。反応開始から 5 秒後の  $[C]$  が 0.020 mol/L であるとする、その時点での逆反応に対する正反応の反応速度比  $v_f : v_r$  を求め、 $v_f : v_r = \boxed{\text{(iv)}} : 1$  にあてはまる最も近い整数値を答えなさい。
- (3) 400 °C とは異なる温度で、この反応の濃度平衡定数を調べると、 $K_c = 4.0$  であった。この温度で、注入量を調節して、気体 A と B の初期濃度を 0.030 mol/L にしたとき、新たな平衡状態での  $[C]$  を求め、 $[C] = 0.0 \boxed{\text{(v)}} \boxed{\text{(vi)}} \text{ mol/L}$  にあてはまる数値を答えなさい。ただし、平衡定数は温度一定の条件下で変化しないとする。
- (4) 【実験操作】の平衡状態にある反応系の温度を 400 °C から上げて、新たな平衡に達するまで待った。このとき  $[C]$  は  $\boxed{\text{(ア)}}$ 。一方で、【実験操作】の平衡状態にある反応系にヘリウム (He) などの不活性気体を 400 °C で加えたとき  $[C]$  は  $\boxed{\text{(イ)}}$ 。 $\boxed{\text{(ア)}}$  および  $\boxed{\text{(イ)}}$  にあてはまる最もふさわしい語句の組み合わせはどれか。以下の解答群より一つ選びなさい。

[解答群]

	(ア)	(イ)
①	増加した	増加した
②	増加した	変化しなかった
③	増加した	減少した
④	変化しなかった	増加した
⑤	変化しなかった	変化しなかった
⑥	変化しなかった	減少した
⑦	減少した	増加した
⑧	減少した	変化しなかった
⑨	減少した	減少した

- (5) この反応系に触媒を加えた時の影響に関する次の記述①～④について、誤っているものの番号をすべて選びなさい。

[解答群]

- ① 触媒は、反応の活性化エネルギーを下げることで、反応速度を大きくする働きをする。
- ② 触媒は、正反応だけでなく逆反応の速度にも影響を与えるため、反応がより早く平衡状態に達するようになる。
- ③ 触媒を加えると、反応の平衡定数  $K_c$  が変化し、生成物の平衡濃度が変化する。
- ④ 触媒は、それ自身は変化することなく、反応を繰り返し促進することができる。

(計算用紙)

(設問は次のページにつづく)

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問い(1)～(8)に答えなさい。(20点)

炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  は、ガラスもしくはセッケンの製造や紙の漂白の原料として特に重要な物質で、大量に使用されている。単純に考えれば  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  は、出発原料である炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  と塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$  を直接反応させてつくり出すことが可能に思える。しかし、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  は1つの反応でつくり出すことはできない。そのため、実際の  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の工業的製造では、図1に示すように  $\text{CaCO}_3$  と  $\text{NaCl}$  を出発原料としながらも、複数の反応を組み合わせた方法が使用されている。(i) 出発原料の1つである  $\text{CaCO}_3$  から固体の酸化カルシウム  $\text{CaO}$  と気体の二酸化炭素  $\text{CO}_2$  を生成させる。(ii) 得られた固体の  $\text{CaO}$  を水と反応させて水酸化カルシウム  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  を生成させる。(iii) もう1つの出発原料である固体の  $\text{NaCl}$  を水に溶解させてその飽和水溶液をつくり、さらにその中にアンモニア  $\text{NH}_3$  と  $\text{CO}_2$  を溶解させる。生成した炭酸水素ナトリウム  $\text{NaHCO}_3$  と塩化アンモニウム  $\text{NH}_4\text{Cl}$  から  $\text{NaHCO}_3$  を分離する。(iv)  $\text{NaHCO}_3$  から目的物質である  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  と  $\text{CO}_2$  を生成させる。(v) 反応(ii)で得た  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  と反応(iii)で得た  $\text{NH}_4\text{Cl}$  を反応させて  $\text{NH}_3$  と塩化カルシウム  $\text{CaCl}_2$  を生成させる。以上が  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の工業的製造方法であるが、この方法では一部の反応生成物を再利用している点も重要である。

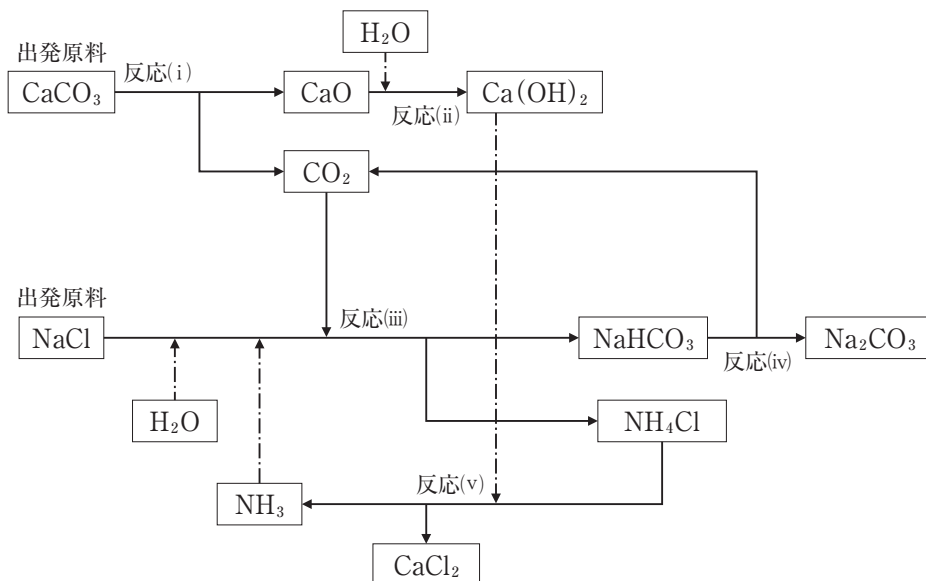


図1  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の工業的製造の反応経路

## 問い

- (1) 下線部(a)で示される方法の名称を答えなさい。
- (2) ア の主成分は  $\text{CaCO}_3$  であり、 $\text{CaO}$  および  $\text{Ca(OH)}_2$  はそれぞれ イ および ウ と呼ばれる。ア ~ ウ にあてはまる最もふさわしい語句の組み合わせはどれか。以下の解答群より一つ選び、番号で答えなさい。

[解答群]

	ア	イ	ウ
①	生石灰	消石灰	石灰石
②	生石灰	石灰石	消石灰
③	消石灰	生石灰	石灰石
④	消石灰	石灰石	生石灰
⑤	石灰石	生石灰	消石灰
⑥	石灰石	消石灰	生石灰

- (3) 反応(iii)では生成物である  $\text{NaHCO}_3$  と  $\text{NH}_4\text{Cl}$  を分離する際、両物質のどのような性質の違いを利用しているか。最もふさわしい語句を以下の解答群より一つ選び、番号で答えなさい。

[解答群]

- ① 密度                      ② 比熱                                      ③ 沸点  
④ 融点                      ⑤ 水に対する溶解度

- (4) 反応(iv)で起こる反応を化学反応式で答えなさい。

- (5) 反応(i)～(iv)の中で加熱を必要とする反応を以下の解答群よりすべて選び、番号で答えなさい。

[解答群]

- ① 反応(i)      ② 反応(ii)      ③ 反応(iii)      ④ 反応(iv)

- (6) 反応(i)～(v)で回収・再利用されている物質を2つ化学式で答えなさい。ただし、水は除くものとする。
- (7) 反応(i)～(v)をまとめて、出発原料から  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を得る一連の反応を1つの化学反応式で答えなさい。
- (8)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を 10.0 kg 製造するのに、出発原料の  $\text{NaCl}$  は何 kg 必要か、有効数字3桁で計算しなさい。ただし、反応は完全に進行するものとする。

(計算用紙)

(設問は次のページにつづく)

Ⅳ 次の文章を読み、以下の問い(1)～(6)に答えなさい。ただし、セルロースの示性式は  $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$  で表されるものとする。(20点)

二糖は単糖 2 分子が水 1 分子を失って  結合で縮合した構造を有する。例えば、マルトースはグルコース 2 分子が  $\alpha$ -1, 4-  結合により縮合した構造で、トレハロースはグルコース 2 分子が  $\alpha$ -1, 1-  結合により縮合した構造である。ここで、グルコース 2 分子間での縮合の位置の違いにより、マルトースは  性を示すが、トレハロースは  性を示さない。

多糖は単糖が多数縮合した構造をもち、その代表であるデンプンは数百～数万個の  $\alpha$ -グルコース分子が繰り返し縮合した構造を有する。デンプンは植物が光合成により生産する炭水化物で、人間にとって重要なエネルギー源であるとともに、さまざまな食品の加工に利用される。他方、植物の細胞壁の主成分であるセルロースは  $\beta$ -グルコース分子が直鎖状に縮合した構造をもち、分子内および分子間で多数形成される  により、水に不溶かつ化学的に安定な性質となっている。セルロースは化学繊維の原料として用いられる。特に、セルロースに無水酢酸、氷酢酸、少量の硫酸を作用させたのち、一部のエステル結合を穏やかに加水分解すると  となる。 のアセトン溶液を細孔から温かい空気中に押し出し、アセトンを蒸発させると  繊維が得られる。

#### 問い

- (1)  ～  にあてはまる化合物名や語句をそれぞれ答えなさい。
- (2) マルトースとトレハロースは互いにどのような異性体の関係にあるか、あてはまる異性体の種類を答えなさい。
- (3) マルトースの分子量を整数値で答えなさい。
- (4) デンプン溶液にヨウ素溶液を加えると青～赤紫色を示すが、これはデンプンのどのような構造に起因するか答えなさい。

- (5) 問題文の下線部のとおりセルロースと無水酢酸を反応させて (エ) を 82.0 g 合成するのに必要な無水酢酸は何 g か，整数値で答えなさい。ただし，セルロースおよびセルロースから得た生成物の両端の単糖構造は考慮しないものとし，セルロースの各ヒドロキシ基は無水酢酸と 1 : 1 の物質質量比で反応するものとする。
- (6) セルロースに濃硫酸と濃硝酸の混合物を反応させると，火薬に用いられるトリニトロセルロースが得られる。この反応の化学反応式を答えなさい。ただし，セルロースおよびトリニトロセルロースは示性式で示しなさい。

