

今回は 2026 年度の神戸大学の化学の第 2 問を扱います。

神戸大学では例年無機化学も大問 1 題分出題されています。理論化学や有機化学の大問と比較するとオーソドックスなことが多いため、ぜひ得点源にしていきたい分野です。

それでは、以下の問題を一度考えてみて、そのあとの〔解答解説編〕をご覧ください。

II

次の文章を読んで、問 1～7 に答えなさい。計算のために必要であれば、次の値を用いなさい。

原子量：H1.0 C12 O16 Ca40 （配点 19 点）

水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は、アともよばれる白色の粉末で、水に少し溶けてイを示す。これを (A)大気に長時間さらすと大気中の物質との化学反応により、不純物 X が生成して純度が徐々に低下する。市販の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ に含まれる不純物 X の量を分析するため、以下の実験を行なった。

【実験】

内容物（固体）の質量の変化を正確に測定可能な分析装置に、不純物 X を含む完全に乾燥させた（試料 A）を入れ、室温から 900°C まで徐々に加熱した。その結果、 $400\sim 600^\circ\text{C}$ および $650\sim 800^\circ\text{C}$ にかけて、気体の発生と質量の減少の双方がそれぞれ観測された。

問 1 アにあてはまる名称を次から選びなさい。

- ① セッコウ ② 焼きセッコウ ③ 生石灰 ④ 消石灰 ⑤ 石灰石

問 2 イにあてはまる語句を次から選びなさい。

- ① 弱い酸性 ② 強い酸性 ③ 弱い塩基性 ④ 強い塩基性

問 3 下線部 (A) で進行する不純物 X 生成の化学反応式を示しなさい。

問 4 $400\sim 600^\circ\text{C}$ および $650\sim 800^\circ\text{C}$ において発生した気体は、以下の表 1 のような特徴や化学的性質を有する。それぞれの気体分子の構造式を示しなさい。

表 1

$400\sim 600^\circ\text{C}$	$650\sim 800^\circ\text{C}$
大気中に含まれ、 その量は気象条件によって変動する	大気中に微量含まれ、 その量は近年徐々に増加している
極性分子である	無極性分子である
温室効果を有する	温室効果を有する
16 族元素の水素化合物の中で最も沸点が高い	大気圧下では冷却しても液体にならない

問 5 問 4 の表 1 に記載のとおり、 $400\sim 600^\circ\text{C}$ において発生した物質は、16 族の水素化合物の中で最も高い沸点を有する。その理由を 30 字以上 40 字以内で答えなさい。ただし、句読点は字数に含まないものとする。

問 6 400～600℃ および 650～800℃ において進行する化学反応の反応式を示しなさい。

問 7 650～800℃ における質量の減少量は、試料 A の質量に対して、2.2 %であった。以下の (1), (2) に答えなさい。ただし、この実験の中で発生する化学反応は全て完全に進行し、また質量の減少は全て気体の発生によって生じるものとする。試料 A に対する不純物 X の割合を計算しなさい。

(1) 試料 A に対する不純物 X の量は、質量比で何%か、有効数字 2 桁で答えなさい。

(2) 試料 A のうち、純粋な $\text{Ca}(\text{OH})_2$ に対する不純物 X の量は物質量の比で何%か、有効数字 2 桁で答えなさい。

〔解答〕

問 1 ④

問 2 ④

問 3 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

問 4 $400\sim 600^\circ\text{C}$: $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ $650\sim 800^\circ\text{C}$: $\text{O}=\text{C}=\text{O}$

問 5 16 族元素の水素化合物の中で水のみが分子間で水素結合を形成できるため。

問 6 $400\sim 600^\circ\text{C}$: $\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$

$650\sim 800^\circ\text{C}$: $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

問 7 (1) 5.0 % (2) 3.9 %

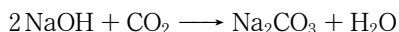
現役合格への軌跡

〔解説〕

問1 単純な知識問題で、セッコウは $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、焼きセッコウは $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ 、生石灰は CaO 、消石灰は $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、石灰石は CaCO_3 です。ここは確実に正解しておきたいところです。

問2 アルカリ金属およびアルカリ土類金属の第4周期以降の水酸化物は強塩基になります。これらの金属元素の単体の共通の性質として、イオン化傾向が大きいために常温の水と反応する点や炎色反応も示す点も合わせて整理しておきましょう。このような性質は、これらの元素が周期表において左下に位置しており、電気陰性度やイオン化エネルギーが小さいことと関連しています。

問3 石灰水に二酸化炭素を通すと白濁するときの化学反応式と同じです。塩基が大気中の酸性酸化物である二酸化炭素と中和反応を起こしてしまうのは典型的な反応なので、想定できるようにしておきましょう。他の例として頻出なのは、水酸化ナトリウム水溶液が空気中の二酸化炭素と反応してしまう以下の反応です。



この反応が起こってしまうために、水酸化ナトリウム水溶液は濃度を一定に保つのが難しく、中和滴定の実験を行う際にはシュウ酸標準溶液などを用いて濃度を測定しなおす必要が生じたりします。

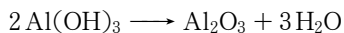
問4 400～600℃で発生する気体は「16族元素の水素化合物の中で最も沸点が高い」という記述から、水素結合を形成できる H_2O を想定しましょう。

650～800℃で発生する気体は「大気圧下では冷却しても液体にならない」という記述から、昇華性の CO_2 を想起できるかと思います。温室効果などの単一の要素からメタンなどの別の気体を答えてしまわないように注意しましょう。

問5 電気陰性度が大きい第2周期元素の F、O、N が直接 H 原子と結合していると水素結合を形成できます。無機化学分野では特に HF 、 H_2O 、 NH_3 が頻出なので覚えておきましょう。 HF は他のハロゲン化水素と比較して、水素結合を形成できるだけではなく、「弱酸」「ガラスを溶かす」などの特異性があります。合わせて整理しておきましょう。

問6 400～600℃では問4より H_2O が生じることが分かっています。問3より $\text{Ca}(\text{OH})_2$ に不純物 CaCO_3 が含まれていますが、 H_2O が生じるのは $\text{Ca}(\text{OH})_2$ からのはずで、塩基性酸化物と水の反応で塩基が生じる反応 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ の逆反応として捉えると分かりやすいかと思います。

金属の水酸化物を加熱して金属の酸化物を得る反応は他にもあります。例えば水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ を加熱して酸化アルミニウム Al_2O_3 を得る以下の反応は、アルミニウムの製錬の過程で問われることのある反応式の1つです。



650～800℃では問4より CO_2 が生じることが分かっています。これは炭酸カルシウム CaCO_3 の熱分解でしょう。この反応式は炭酸ナトリウム Na_2CO_3 の工業的製法であるアンモニアソーダ法でも出てくる反応式です。

問7 割合で数値が与えられた場合、具体的な数値を自身で設定してしまうと見通しが立ちやすくなる場合があります。例えば、試料 A が 100g であるとする、その 2.2% は 2.2g です。質量減少は気体の発生由来ですので、2.2g の CO_2 が生じたことが分かります。

(1) 化学反応式 $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ より、不純物 X (CaCO_3) の物質量は、反応で生じた CO_2 の物質量と等しいので、不純物 X (CaCO_3 :式量 100) の質量は $100 \times \frac{2.2}{44} = 5.0 \text{ (g)}$

したがって、不純物 X の試料 A に対する質量比は、

現役合格への 軌跡

$$\frac{5.0}{100} = 0.050$$

よって, 5.0 %

- (2) 不純物 X が 5.0g であるので, 純粋な $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は 95g である。それぞれの式量は 100, 74 であるので, 求める不純物 X の試料 A に対する物質量の比は

$$\frac{5.0}{100} \div \frac{95}{74} = 0.0389\cdots \approx 0.039$$

よって, 3.9 %

いかがでしたでしょうか。一見すると目新しく思えた方もいるかもしれませんが、問われている内容自体は教科書内容を逸脱しないものになっています。神戸大学の無機化学はきちんと学習していれば着実に得点できる良問が出題されることが多いので、十分な対策をしておきましょう。

その際に留意してほしいのは「丸覚えではなく理解をする」ということです。無機化学はどうしても暗記だと考えてしまう人が多いのですが、理論化学をもとに考えたり、様々な反応の類似点を捉えたりしていくと暗記量をぐっと抑えることができます。今後の学習ではこの点を意識して進めていきましょう。