

# カルシウム

1. 以下の文章を読み、問いに答えよ。

炭酸ナトリウムはガラスや他のナトリウム化合物の原料であり、工業的には[ A ]法により合成される。[ A ]法は、考案者の名前にちなみ別名ソルベー法とも呼ばれる。[ A ]法では、①アンモニアを十分に溶解した塩化ナトリウムの飽和水溶液に二酸化炭素を反応させると、炭酸水素ナトリウムと塩化アンモニウムが得られる。②炭酸水素ナトリウムを熱分解すると炭酸ナトリウムが生成する。それと同時に発生した二酸化炭素は下線部①の反応に再利用される。その一方で、炭酸カルシウムは、下線部①の反応で使用するアンモニアを得るために利用される。③炭酸カルシウムを熱分解すると酸化カルシウムが得られる。④酸化カルシウムを水と反応させると水酸化カルシウムが得られる。⑤塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを反応させると、塩化カルシウムが生成すると同時にアンモニアが発生する。

問1 [ A ]に適切な語句を記入せよ。

問2 下線部①から⑤の化学反応式を示せ。

問3 問2の下線部①から⑤の化学反応式をまとめて、塩化ナトリウムと炭酸カルシウムから炭酸ナトリウムと塩化カルシウムが生成する化学反応式を示せ。

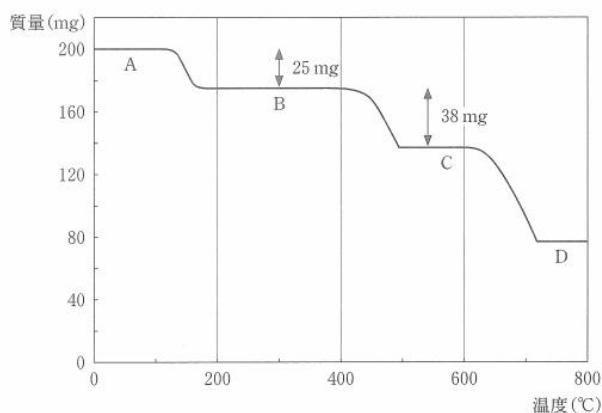
問4 平成25年度の日本の炭酸ナトリウム生産量は  $3.12 \times 10^8 \text{ kg}$  である。炭酸ナトリウムの生産が全て[ A ]法により行われているとし、この生産を行うのに必要な塩化ナトリウムの質量を有効数字3桁で求めよ。ただし、原料および生成物は全て無水物である。

問5 [ A ]法の副生成物である塩化カルシウムは凍結防止剤として使用される。塩化カルシウムが凍結防止剤に使用できる理由を簡潔に述べよ。

2. 次の文章を読んで、問1～7に答えよ。

カルシウムは周期表の[ア]族の元素である。その族の元素のうちで、原子番号の大きい4種の元素は[イ]金属と呼ばれ、それらを含む化合物の中にはわれわれの身の回りで利用されているものも多い。たとえば、カルシウムを含む化合物である[ウ]は水に溶けやすく、乾燥剤や道路などの凍結防止剤に用いられている。また、[エ]の硫酸塩は水に溶けにくく、医療用のX線撮影の造影剤として利用されており、その硝酸塩は黄緑色の炎色反応を示し、花火の発色にも利用されている。

シュウ酸カルシウム一水和物  $\text{CaC}_2\text{O}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$  200mg を乾燥した窒素気流中で、昇温速度が一定になるように加熱した時の、質量の変化は下図のようになった。すなわち、図のAとBの間で25mgの質量減少があり、BとCの間で38mgの質量減少があった。また、図のCとDの間で発生する気体には石灰水を濁らせる性質があったが、BとCの間で発生する気体にはなかった。また、この実験で発生するいずれの気体にもカルシウムは含まれていなかった。



(問1) 空欄[ア]～[エ]にあてはまる適切な数字、語句などを書け。

(問2) AとBの間で試料の式量はどれだけ減少したか。有効数字2桁で答えよ。

(問3) AとBの間でどのような変化が起こったか、説明せよ。

(問4) BとCの間で試料の式量はどれだけ減少したか。有効数字2桁で答えよ。

(問5) BとCの間で起こったと考えられる変化を化学反応式で示せ。

(問6) CとDの間での質量減少は何mgになると考えられるか。有効数字2桁で答えよ。

計算の過程も書け。

(問7) Dで残っている固体の化学式を書け。

3. 次の文章を読んで、問1～問6に答えよ。

(a)アルカリ土類金属のカルシウムは、天然に広く塩として存在する。単体のカルシウムは、(b)そのイオンを含む水溶液の電気分解では析出せず、塩化物などの融解塩電解によって得られる。このようにして得られるカルシウムは、空気中で加熱すると、激しく燃焼して酸化物になる。また、水と反応し、[ ア ]を発生して水酸化物となる。以下、カルシウムの化合物について考えてみる。

酸化カルシウムは、NaCl型イオン結晶の[ イ ]性物質であり、[ ウ ]石灰と呼ばれる。酸化カルシウムを水酸化ナトリウムとともに加熱すると[ エ ]石灰が生じる。また、酸化カルシウムは、水を加えると熱を発生しながら激しく反応して水酸化カルシウム、すなわち[ オ ]石灰となるので、乾燥剤や発熱剤として利用される。水酸化カルシウムは、水に少し溶ける。その飽和水溶液に、二酸化炭素を吹き込むと白色沈殿を生じ、(c)さらに過剰の二酸化炭素を吹き込むと沈殿が溶解する。この溶液を加熱すると、再び沈殿が生じる。水酸化カルシウムと塩素を反応させると、さらし粉ができ、逆に、(d)さらし粉に塩酸を加えると塩素が発生する。さらし粉の水溶液は、アニリンを酸化して[ カ ]色に変える。

炭酸カルシウムは、水に溶けにくい白色固体である。天然には、[ キ ]や[ ク ]などとして存在する。炭酸カルシウムの雨水による溶解・析出の繰り返しの結果、鍾乳洞、鍾乳石、石筍などができる。炭酸カルシウムは、強酸と反応すると、二酸化炭素を発生する。また、[ ケ ]法で、炭酸カルシウムと塩化ナトリウムから、塩化カルシウムと炭酸ナトリウムが合成されている。

塩化カルシウムは、水によく溶け、潮解性があり、その無水塩は(e)乾燥剤に用いられる。(f)ホタル石に濃硫酸を加えて加熱すると、硫酸カルシウムと[ コ ]が生成する。

硫酸カルシウムは、水に少し溶ける白色固体である。天然にはセッコウとして産出し、これを約140°Cに加熱すると(g)焼きセッコウになり、建築材料、医療用ギブスなどに用いられる。石灰石と粘土の粉末を高温で加熱してつくった塊に、少量のセッコウを加えて再び粉砕すると、[ サ ]が得られる。

リン鉱石は、植物のリン酸肥料の原料として重要であるが、水に不溶なので、粉砕してから硫酸と反応させて[ シ ]石灰として用いる。主成分は水に溶けやすい[ ス ]と硫酸カルシウムになっている。また、[ セ ]を1000°Cに加熱して窒素を通じると、石灰窒素と呼ばれる窒素肥料になる。その主成分は、[ ソ ]である。

(問 1) 文集の[ ア ]～[ ソ ]にあてはまる語を記せ。

(問 2) 下線部(a)のカルシウム以外の元素を元素記号で 2 つ書け。

(問 3) 下線部(b)の理由を説明せよ。

(問 4) 下線部(c)および(d)の変化を化学反応式で示せ。

(問 5) 下線部(e)の乾燥剤として適さない気体名を 1 つ答えよ。

(問 6) 下線部(f)および(g)の化合物の化学式を書け。

(2011 大分大)

4. カルシウムは動物の栄養素として不可欠で、①骨や歯などの主成分を構成する元素の1つである。単体は、空气中で熱すると燃えて、酸化カルシウムと窒化カルシウムの混合物になる。酸化カルシウムは水と反応して[ア]を生じる。[ア]の水溶液に二酸化炭素を吹き込んで得られる白色沈殿の[イ]は、[ウ]や大理石の主成分として天然に大量に存在する。また、[ア]の水溶液を塩酸で中和した溶液を蒸発させ、得られる結晶をさらに熱して水と水を除くと白色の[エ]が生じる。これは吸湿性が強く、しめった空气中で[オ]する。[エ]の水溶液に硫酸ナトリウムを作用させると[カ]の白色沈殿が生じ、この二水和物は天然に[キ]として産出する。②[ア]と塩化アンモニウムの粉末を混ぜて加熱するとアンモニアが発生する。アンモニアは、製氷機の冷媒や尿素の製造などに用いられる。また、③酸化カルシウムにコークスを混ぜて強熱すると炭化カルシウムが得られる。これに水を反応させて合成されるアセチレンは、金属の溶接や切断用ガスに用いられる。

(問1) [ア]～[キ]に適切な語句、化合物名または物質名を入れよ。

(問2) 下線①において、主成分である化合物を1つあげよ。

(問3) 下線②において、アンモニアが発生する反応を化学反応式で示せ。

(問4) アンモニアが冷媒に用いられるのは、この気体のどのような性質を利用しているのか。

(問5) 下線③において、炭化カルシウムが得られる反応を化学反応式で示せ。

(問6) 炭化カルシウムからアセチレンを合成するときの捕集法として、水上置換が用いられるのはなぜか。このとき、上方置換や下方置換を用いると、それぞれどうなると予想されるか。

(問7) アセチレンが溶接や切断用ガスに用いられるのは、この気体のどのような性質を利用しているのか。

(滋賀医科大)

5、カルシウム化合物に関する次の文章を読み、各問いに答えよ。

地殻の構成元素を存在量(質量)の順に並べると、最も多い元素は[ ア ]であり、次に[ イ ], Al, Fe と続き、Ca は 5 番目である。カルシウム化合物を主成分とする鉱物としては石灰石、(A) セッコウなどの外に(B) ホタル石がある。ホタル石に濃硫酸を加えて加熱すると気体[ ウ ]が発生し硫酸塩を生じる。この気体の水溶液はケイ酸塩を溶かすので保存容器の材質に注意が必要である。

石灰石を加熱すると気体[ エ ]が発生し生石灰を生じる。(C) 生石灰を水と反応させると消石灰となるが、このとき多量の熱を発生するので生石灰は発熱材として利用されている。生石灰とコークス(炭素)を混合して電気炉で 2000℃ぐらゐに加熱すると炭化カルシウムができる。(D) 炭化カルシウムに水を加えると可燃性の気体を発生させることができる。消石灰に気体[ オ ]を吸収させると、さらし粉が得られる。さらし粉を水に溶かすと、(E) 酸化力の強いイオンを生じるので殺菌剤や漂白剤として利用される。

カルシウムの単体は天然には存在しないが、炭酸塩などから(F) 融解塩電解または溶融塩電解と呼ばれる方法で得ることができる。カルシウムの単体を水と反応させると気体[ カ ]を発生する。このとき生成する水酸化物の水溶液は石灰水と呼ばれる。(G) 石灰水へ呼気を吹き込むと白濁するが、さらに吹き込み続けると液体は透明になる。この液体を加熱すると気体が発生して再び白濁する。

(問1) 文章中の[ ア ]と[ イ ]にあてはまる元素記号を入れ、[ ウ ]～[ カ ]にあてはまる気体の化学式を入れよ。

(問2) 下線部(A)について、セッコウを焼いてつくられる粉末は塑像作成や医療用ギブスに利用される。この粉末と水を混合して固める過程を化学反応式で示すと下記のようなになる。[ キ ]と[ ク ]にあてはまる化学式を入れよ。



(問3) 下線部(B)について、ホタル石の主成分の化合物とその化学式を示せ。

(問4) 下線部(C)と(D)の反応を化学反応式で表すとそれぞれ下記の(2), (3)のようになる。[ ケ ]～[ サ ]に当てはまる化学式を入れよ。

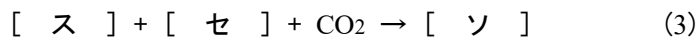
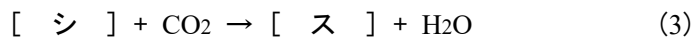


(問5) 下線部(E)について、この酸化力の強いイオンの名称とそのイオン式を示せ。

(問6) 下線部(F)と同じ原理で単体が工業的に生産されている元素を下記から1つ選び、その元素記号を示せ。

アルミニウム、鉄、銅

(問7) 下線部(G)の過程を下記の化学反応式(4)~(6)で表す。[シ]~[ソ]に当てはまる化学式を入れよ。



(2011 香川大)

6. 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

2族元素は、電子殻の最外殻に2個の電子を持つため、2価の陽イオンになりやすく、その水酸化物は塩基性を示す。2族元素の中で[ア]は水と反応せず、[イ]は熱水のみ反応する。これら以外の2族元素の単体は、常温で水と反応し、気体の[ウ]を発生する。このように、2族元素の中でも科学的正室が特に似ている元素をアルカリ土類金属といい、特有の①炎色反応を示す。

カルシウムは、水と反応して水酸化カルシウムを生じる。水酸化カルシウムは[エ]ともよばれ、酸化カルシウムに[A]を加えても生じる。水酸化カルシウムの飽和水溶液に二酸化炭素を通じると、[B]を生成して白濁する。この白濁にさらに二酸化炭素を通じ続けると、白色不溶物は[C]となって②電離し、溶解する。[C]の水溶液を[オ]すると再び[B]を生じて白濁する。2族元素の硫酸塩は、日常生活においても重要な役割を担っており、硫酸カルシウムは建築材や医療用ギブスとして、[D]はX線撮影の造影剤として用いられる。

(問1) 文章中の[ア]～[オ]に適切な語句を記せ。

(問2) 文章中の[A]～[D]に適切な化学式を記せ。

(問3) カルシウムイオンと同じ電子配置を示す希ガス元素を答えよ。

(問4) 下線部①について、ストロンチウム、カルシウム、バリウムの炎色反応の色を、次の(a)～(h)の中から1つ選び、記号で答えよ。

|              |         |              |
|--------------|---------|--------------|
| (a) 橙赤色 (橙色) | (b) 黄色  | (c) 赤紫色 (紫色) |
| (d) 赤色(紅色)   | (e) 青緑色 | (f) 無色       |
| (g) 黄緑色      | (h) 青色  |              |

(問5) 下線部②について、電離する様子をイオン反応式で示せ。

(2011 長崎大)



7. 次の文章を読んで、あとの各問いに答えよ。

①カルシウムの単体は、塩化カルシウムを融解しその融解液を電気分解することで得ることができる。この電気分解の方法は一般に[ ア ]と呼ばれる。単体は、空气中で熱すると燃えて、[ イ ]と窒化カルシウムの混合物となる。[ イ ]は、水と反応して[ ウ ]を生じる。[ ウ ]の飽和水溶液に二酸化炭素を次き込むと炭酸カルシウムを生成して白濁する。

炭酸カルシウムは、天然には石灰石、珊瑚の骨格などとして広く存在する。鍾乳洞は石灰岩が地下水にけることで形成される。②珊瑚の骨格は海水中に溶存している炭酸水素カルシウムから生成されるが、このとき二酸化炭素が海水中に放出される。

問1 [ ア ]～[ ウ ]にあてはまる語句を答えよ。

問2 下線部①について(1), (2)に答えよ。

(1) 陽極及び陰極での変化をイオン反応式で示せ。

カルシウム水溶液を電気分解した場合、カルシウム単体は得られない。塩化カルシウム水溶液を白金電極により電気分解したときの陽極及び陰極での変化をイオン反応式で示した上で、カルシウム単体が得られない理由を述べよ。

問3 下線部②の現象における化学反応を化学反応式で示せ。

問4 海水中の二酸化炭素濃度が上昇した場合、珊瑚の骨格生成にどのような影響があるか考察せよ。

問5 石灰石中の炭酸カルシウム含有量を調べるため、石灰石 15g を秤量し 0.50mol/L の塩酸をそそいだところ、気体が発生しなくなるまでに塩酸を 0.56L を要した。

(1) この現象における化学反応を化学反応式で示せ。

(2) 標準状態で何 L の気体が発生したか計算せよ。

(3) 石灰石中の炭酸カルシウム含有率を%で示せ。

(4) 上記実験で希塩酸を用いると気体はほとんど発生しない。この由を述べよ。

(2014 高知大)

8. 次の文章(い)～(は)を読んで、問いに答えよ。

(い) マグネシウム Mg とカルシウム Ca は、どちらも周期表の 2 族の元素であるが、化学的に互いに異なる性質が見られる。例えば、この二つの元素の単体のうち、[ ア ] は、常温の水とはほとんど反応しないが、もう一方の元素は、常温の水だけでなく冷水とも反応して水素を発生する。また、[ イ ] は橙赤色の炎色反応を示すが、もう一方の元素は炎色反応を示さない。また、化合物では、[ ウ ] の硫酸塩が、もう一方の元素の硫酸塩に比べて水によく溶ける、といった違いがある。

(ろ) [ エ ] は、さらし粉やしっくい原料などとして利用される。[ エ ] の水溶液は、石灰水と呼ばれる。この石灰水に二酸化炭素を通じると [ オ ] が生成して溶液が白濁するが、さらに二酸化炭素を通し続けると、[ カ ] が生じて電離し、溶液は無色透明になる。

(は) 組成式  $\text{CaSO}_4 \cdot [キ] \text{H}_2\text{O}$  の焼きセッコウは、水と混合しながら練ると発熱をしながら膨張し硬化して組成式  $\text{CaSO}_4 \cdot [ク] \text{H}_2\text{O}$  のセッコウとなる。

問1 空欄 [ ア ] ～ [ ウ ] には、適切な元素としてマグネシウム Mg またはカルシウム Ca のどちらかがあてはまる。解答欄に、適切な元素を元素記号 (Mg または Ca) で答えよ。

問2 空欄 [ エ ] ～ [ カ ] にあてはまる適切な組成式と、空欄 [ キ ] ～ [ ク ] にあてはまる適切な数値とを答えよ。

(2011 東京農工大)

9. 消石灰, 生石灰および炭酸カルシウムは石灰と総称され、私たちの生活の中のさまざまな場面で利用されている。

消石灰は化学式[ A ]で表される化合物で、(1)水に溶けると電離して、溶液はアルカリ性を示す。(2)その飽和水溶液は石灰水と呼ばれ、二酸化炭素を次き込むと白色沈殿を生じる。消石灰はグラウンドの白線や耕地の土壌改良剤として用いられるほか、畜産農家では口蹄疫などの感染症対策の[ B ]としても使われる。

化学式[ C ]で表される炭酸カルシウムを高温にすると二酸化炭素が放出され、化学式[ D ]で表される生石灰が得られる。生石灰は、食品の乾燥剤として用いられるほか、(4) 水と反応したときに発熱する性質を利用して、弁当や清酒を温める用途でも使われる。

炭酸カルシウムは石灰岩や大理石の主成分で、その白色の結晶は水に濡けにくい(5) 炭酸水には溶解する。また、この溶液を熱すると白く濁る。(6)炭酸カルシウムを塩酸と反応させると二酸化炭素が発生する。炭酸カルシウムはセメントなどの原料となるほか、研磨剤として消しゴムや練り歯磨きにも添加される。さらに、金属の製造工程や食品・医薬品にも利用されることがある。

次の設問に答えなさい。ただし、各元素の原子量は  $\text{Ca} = 40.0$ ,  $\text{C} = 12.0$ ,  $\text{O} = 16.0$ ,  $\text{H} = 1.0$ ,  $\text{Cl} = 35.5$  とする。また、 $25^\circ\text{C}$ ,  $1\text{atm}$  のときの水のイオン積は  $1.0 \times 10^{-14} \text{mol}^2/\text{L}^2$ , 二酸化炭素の密度は  $2.0 \times 10^{-3} \text{g}/\text{cm}^3$  とする。

問1 [ A ]から[ D ]に最も適切な語句や化学式を記入しなさい。

問2 下線部(1)で消石灰がどのように電離するかイオン式を書きなさい。

問3 下線部(1)について、 $25^\circ\text{C}$ ,  $1\text{atm}$  のとき、 $\text{pH}$  が  $10.0$  となった。電離度が  $1.0$  であったとき、消石灰水溶液のモル濃度を計算式とともに答えなさい。

問4 下線部(2)の反応式を書きなさい。

問5 下線部(3)はどのような土壌を改良するときに使うのか答えなさい。

(2012 帯広畜産大)

10. 次の文章を読んで、問1～問3に答えよ。

カルシウム Ca は水と反応し[ア]となり、これは石灰ともよばれる。この水液は[イ]とよばれ、二酸化炭素を通じると[ウ]の白色沈殿を生じる。これは石灰石などの主成分として天然に大量に存在する。(a)石灰石が豊富に分布する地域では地下に鍾乳洞が形成され、その内部には鍾乳石や石筍が発達することがある。

石灰石を 600°C に熱すると、[エ]となり、これは生石灰ともよばれる。生石灰にコークスを混ぜて強熱すると[オ]が得られる。(b)これを水と反応させることによって得られるアセチレンは、金属の溶接や切断に用いられる。

問1 文中の空欄[ア],[ウ],[エ],[オ]に関して化学式,[イ]に関しては最も適切な語句を答えよ。

問2 下線部(a)に関して、鍾乳洞および鍾乳石や石筍が形成される原因となる反応を化学反応式で答えよ。

問3 下線部(b)に関して、アセチレンが金属の溶接や切断に用いられるのは、この気体のどのような性質を利用しているか。簡潔に答えよ。

(2019 早稲田大・教育)

11. 次の文章を読み、以下の問い(問1～問4)に答えよ。

石灰石は日本で自給できる数少ない天然資源の一つであり、その主成分は炭酸カルシウムである。石灰石を強熱すると、二酸化炭素の生成とともに生石灰が作られる。また、生石灰が水と反応すると、消石灰が得られる。①消石灰はカルシウム Ca と水との反応によっても得られる。

問1 図1にアンモニアソーダ法の反応過程を示す。アンモニアソーダ法では食塩と石灰石から炭酸ナトリウムと物質Cが得られる。以下の問い(1)および(2)に答えよ。

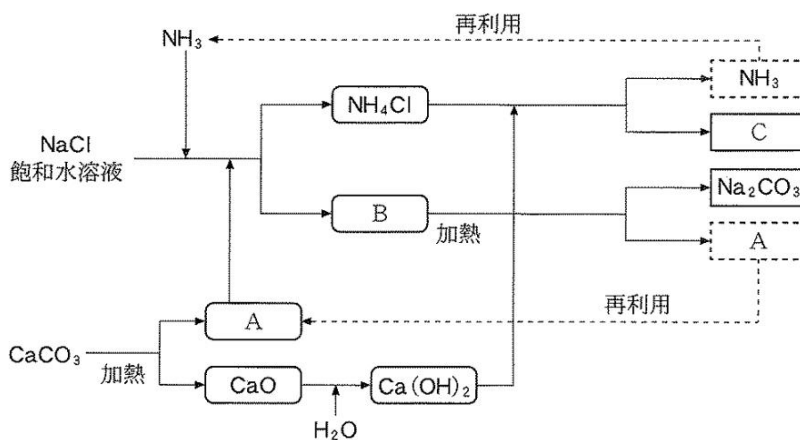


図1 アンモニアソーダ法の反応過程

- (1) 図1中の物質A, B, Cの名称と化学式を答えよ。
- (2) 1000kgの炭酸ナトリウムの生成とともに得られた物質Cの質量[kg]を計算し、有効数字3桁で答えよ。なお、計算過程も示せ。

問2 カルシウム Ca は、高温で融解した物質 C の電気分解(融解塩電解)によって製造される。以下の問い(1)および(2)に答えよ。

- (1) 電極上でカルシウム Ca が得られる反応の反応式を記せ。
- (2) 10A の電流を通電したところ、カルシウム Ca が 100g 得られた。このときの通電時間 [h] を計算し、有効数字 2 桁で答えよ。なお当計算過程も示せ。ただしカルシウム Ca の析出に使用された電気量は、実際に通電した電気量の 75%であったとする。

問3 下線部①に関連して、カルシウム Ca の塊と水を反応させる実験を行った。その結果、カルシウム Ca 塊の残存質量[g]と反応時間[s]の関係は、図2のようになった。なお、カルシウム Ca 塊の質量減少分はすべて下線部①の反応に消費されたものとする。これらの実験結果について、以下の問い(1)~(3)に答えよ。

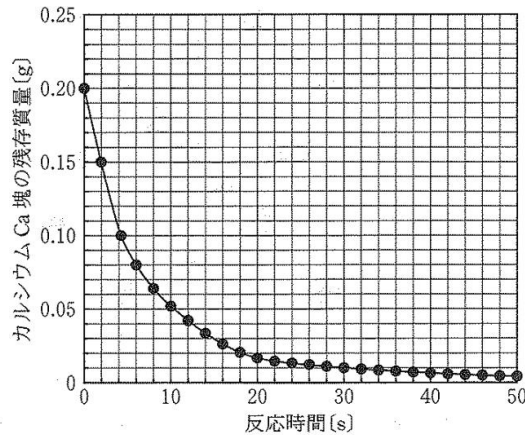


図2 カルシウム Ca 塊の残存質量の時間変化

- (1) 下線部①の反応式を記せ。
- (2) 反応時間 0 秒, 2 秒, 4 秒, 10 秒, 18 秒, 30 秒までに生成した気体の物質質量[mol]をそれぞれ計算せよ。また、計算結果を解答欄の図に記入して線で結び、気体の物質量の時間変化を示すグラフを完成させよ。なお、計算過程も示せ。
- (3) 反応時間 2.0 秒から 4.0 秒までの気体の生成速度[mol/s]を計算し、有効数字 2 桁で答えよ。なお、計算過程も示せ。

問4 イオン結晶の単位格子は、陽イオンと陰イオンから構成されている。生石灰では、カルシウムイオン  $\text{Ca}^{2+}$ (●)は、図3に示すように面心立方格子を形成している。いっぽう、陰イオン  $\text{O}^{2-}$ は 6 個の陽イオンで囲まれている空間を占め、その一つは単位格子の中心(×)にある。以下の問い(1)~(3)に答えよ。

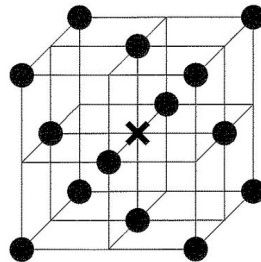


図3 陽イオン  $\text{Ca}^{2+}$  のみの単位格子

- (1) 陰イオン  $O^{2-}$  のみの単位格子を描け。なお、解答は解答欄の図を利用し、陰イオンを  $\bigcirc$  で示せ。
- (2) 単位格子には何個の陰イオン  $O^{2-}$  が含まれるか答えよ。
- (3) 生石灰と同じ結晶構造をもつ物質を 1 つ挙げよ。

(2018 宇都宮大)