

1 金属ナトリウムの水への溶解 [1993 首都大学東京]

次の文を読んで、以下の問いに答えよ。ただし、必要ならば次の数値を用い、解答は有効数字2桁まで示せ。Na=23, O=16, C=12, H=1.0

ナトリウムは体心立方格子の構造をとり、単位格子の一辺の長さは 4.3×10^{-8} cm である。ナトリウム原子1個の質量は 3.8×10^{-23} g である。1.0 cm 角のナトリウムを細片にして100 gの水に少量ずつ加えて完全に (a) 反応させ、(b) 化合物Aの無色透明な水溶液を得た。この水溶液に二酸化炭素を充分通気して (c) 化合物Bの水溶液を得た。この溶液の水を完全に蒸発させた後、残った物質を加熱して分解し、(d) 白色の化合物Cを得た。

問1 下線部(a)において、

- (1) 化合物Aが生成する反応を化学反応式で示せ。
[]
- (2) この反応でナトリウムの酸化数はいくら変化したか。
[]

問2 下線部(b)において、

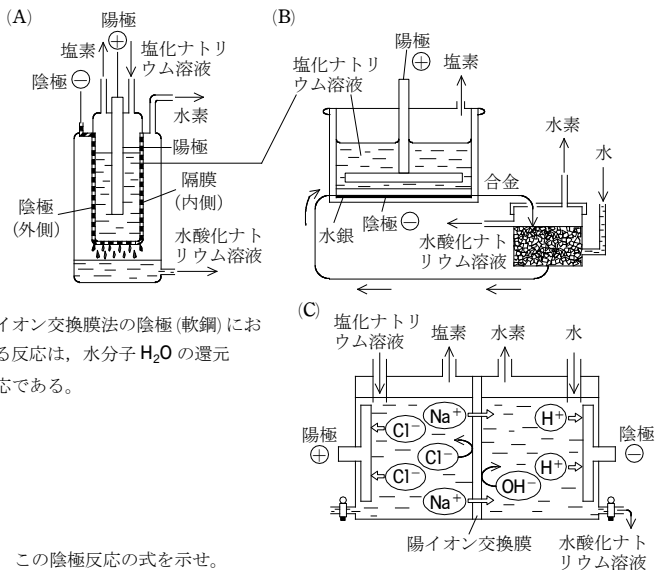
- (1) 水溶液の水を完全に蒸発させると何gのAが得られるか。
[] g
- (2) この水溶液から水を95 g蒸発させた場合、残った水溶液のAの濃度はいくらか。重量%で答えよ。
[] %

問3 下線部(c)の化合物Bの化学式を書け。
[]

問4 下線部(d)の化合物Cの質量はいくらか。
[] g

2 NaOHの製造 [1995 昭和薬科大]

水酸化ナトリウムは工業的には食塩水の電気分解で製造されている。電気分解は古くは装置の簡単な隔膜法(A)、次に効率が飛躍的に高い水銀法(B)、水銀法が公害問題の対象となってからはイオン交換膜法(C)、現在法)へと変遷してきた。これらの電解法について以下の問いに答えよ。ただし、ファラデー定数は 9.65×10^4 C/mol とする。



- (1) イオン交換膜法の陰極(軟鋼)における反応は、水分子 H_2O の還元反応である。
(a) この陰極反応の式を示せ。
[]
(b) 上記の反応に付随して水酸化ナトリウムが生成する。その生成反応式を記せ。
[]
- (2) 1 kgの水酸化ナトリウムを製造するために必要な電気量は何Cか。ただし、 H_2O の還元反応の電流効率(全電流のうち目的とする反応に使われた電流の百分率)は100%とする。H=1.0, O=16, Na=23
- (3) イオン交換膜法の場合、陽極における主反応は塩素 Cl_2 の発生であり、副反応には酸素の発生がある。
(a) 陽極での主反応である塩素発生反応の式を示せ。
[]
(b) (2)と同じ電気量を流した場合、電流効率を100%と仮定して陽極で生成する塩素の0°C, 1.0×10^5 Paに換算した体積は何Lか。ただし、塩素ガスは理想気体としてふるまうと仮定し、また塩素の水への溶解は無視する。
[] L
- (4) 隔膜法の場合、陰極液中で生成した水酸化ナトリウムが陽極液中に拡散し、そこで発生した塩素と反応して電流効率を低下させる。この反応で生成する物質は漂白剤や殺菌剤として用いられている。NaOHと Cl_2 の反応式を示せ。
[]
- (5) 水銀法の場合、陰極では水素ガスの発生はほとんど起こらずナトリウムイオンの還元が起こり合金(液体)が生成する。この合金を別の部屋で水と反応させ水酸化ナトリウムを得る。中間に生成する合金のことを一般に何というか。
[]

3 アルカリ金属の塩の性質 [2010 名古屋大]

次の文章を読んで、(1)~(3)に答えよ。
あるアルカリ金属イオンの塩Bを水に溶かして飽和水溶液を調製した。ここに塩化水素ガスを吹き込んだところ、共通イオン効果のために沈殿が生じた。これは、ルシャトリエの原理に基づき、水溶液中で「」の濃度増加を緩和する方向に塩Bの「」が移動したためである。塩Bは、赤色の炎色反応を示した。また、塩Bの融解塩電解によって得られたアルカリ金属の単体は、灯油(密度約 0.87 g/cm³)に浮かんだ。

- (1) 塩Bを化学式で記せ。
[]
- (2) 「」と「」に該当する語句を記せ。
- (3) 以下の実験操作(a)~(d)のうち、共通イオン効果とは異なる理由で沈殿が生じるものをすべて選び、その沈殿が生成する反応をそれぞれ反応式で示せ。
(a) 塩化カルシウムの飽和水溶液に硝酸カルシウムを加える。
(b) 塩化カルシウムの飽和水溶液に硝酸銀を加える。
(c) 水酸化カルシウムの飽和水溶液に二酸化炭素を吹き込む。
(d) 水酸化カルシウムの飽和水溶液に酸化ナトリウムを加える。

4 Na, Cs, Caの反応 [2014 京都産業大]

ナトリウムは、⁽¹⁾ 金属に属する元素で、その原子は^(A) 個の最外殻電子をもつ。ナトリウムの単体を熱して塩素と反応させると、塩素を⁽²⁾ して塩化ナトリウムを生じる。塩化ナトリウムのように陽イオンと陰イオンが⁽³⁾ 結合によって多数結合してできたものを⁽⁴⁾ という。⁽⁵⁾ナトリウムの単体は、炭素などを電極に用いた塩化ナトリウムの融解塩電解によって得ることができる。

② 空気中で金属ナトリウムをナイフで切断すると、切断面は金属光沢を示すが、ただちに光沢を失う。

セシウムCs(原子番号55)も⁽¹⁾金属に属する元素であり、天然には質量数が133の原子(¹³³Cs)が最も多く存在する。¹³³Csの原子核には、^(B) 個の陽子と^(C) 個の中性子が存在する。質量数137のCs原子は、天然にはほとんど存在せず、原子炉などにおける核分裂反応によって生成する。⁽³⁾¹³⁷Csと¹³³Csは互いに⁽⁵⁾ である。¹³⁷Csの原子核は、¹³³Csに比べて中性を^(D) 個多く含み、⁽⁴⁾放射線を出しながら他の元素の原子核に変わる。この現象を壊変とよぶ。¹³⁷Csの壊変は、約30年で半数が壊変する速度で進行する(半減期が約30年である)。

カルシウムは、⁽⁶⁾ 金属に属する元素で、その原子は、^(E) 個の最外殻電子をもち、^(F) 個の陽イオンになりやすい。カルシウムは天然に単体としてはほとんど存在せず、化合物として存在する。たとえば、石灰石や大理石の主成分である⁽⁷⁾、石灰石を強熱して作られる生石灰(⁽¹⁾)、生石灰が水と反応して生じる消石灰(⁽⁷⁾)、建築材料などとして用いられるセッコウ(⁽⁸⁾)、セッコウを約130°Cに加熱すると生じる焼きセッコウ(⁽⁸⁾)、潮解性が強く乾燥剤や融雪剤として使われる⁽⁹⁾など、日常生活になじみ深い化合物が知られる。

問1 空欄(1)~(6)に最も適当な語句を下の語群から選んで記せ。空欄(A)~(F)には、適切な数字を記せ。

- [アルカリ土類, 酸, アルカリ, 重, 遷移, 共有, イオン, 配位, 酸化, 還元, 金属結晶, イオン結晶, 共有結合の結晶, 異性体, 同位体, 錯体, 同族体, 同素体]

問2 空欄(ア)~(カ)に該当する化合物の化学式を以下から選んで記号で記せ。

- [i. $CaCO_3$ ii. $CaCl_2$ iii. $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$
iv. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ v. $Ca(OH)_2$ vi. CaO]

問3 下線部①において、(ア)陰極 および (イ)陽極 で起こる反応を電子 e^- を含むイオン反応式で記せ。

(ア) [] (イ) []

問4 下線部②において、金属ナトリウムが光沢を失うのはなぜか。30字以内で記せ。
[]

問5 下線部③に関して、以下の(ア)、(イ)の記述はどちらが正しいか。正しい記述を記号で記せ。
[]

- (ア) ¹³⁷Csと¹³³Csは、化学的性質がほとんど同じである。
(イ) ¹³⁷Csと¹³³Csは、化学的性質が全く異なる。

問6 下線部④について以下の問いに答えよ。

¹³⁷CsからなるCsClが1.00 molある。このCsClに含まれる¹³⁷Csが30年の半減期で他の元素に壊変するとき、120年後に存在する¹³⁷CsClの質量(g)を求めよ。うるう年は考慮に入れないものとし、Cl原子は¹³⁷Csからの放射線の影響を受けないものとする。原子量はCl=35.5, ¹³⁷Cs=137とし、有効数字3桁で答えよ。
[] g

5 アルカリ土類金属[2017 横浜国立大]

周期表の2族に属する元素を列挙すると Be, Ra, (あ) [], (い) [], (う) [], (え) [] となり, Be と (あ) 以外は特に性質が似ていることから, アルカリ土類金属とよばれる。例えば, Be と (あ) の単体や化合物は元素特有の炎色反応を示さないが, (い) [], (う) [], (え) [] の単体や化合物は炎色反応を示す。(あ) の単体は常温の水とはほとんど反応しないが, (い) [], (う) [], (え) [] の単体は常温の水と反応する。また, (あ) の硫酸塩は水によく溶けるが, (い) [], (う) [], (え) [] の硫酸塩は水に溶けにくい。(い) は X 線を透過させにくい性質をもつので, その硫酸塩は胃や腸の X 線撮影の造影剤に用いられている。(う) の単体と水との反応では (あ) [] と (い) [] ガスが生成する。(あ) の水溶液に二酸化炭素を吹き込むと白色の沈殿として (き) [] が生成するが, (え) さらに二酸化炭素を吹き込むと, 白色の沈殿は消えて, 無色透明な溶液が得られる。また, ホタル石の主成分である (く) [] は (う) の化合物である。(ホタル石の粉末に濃硫酸を加えて加熱すると反応が起こる。

- 文中の空欄 (あ)~(え) には元素記号を, 空欄 (お)~(く) には分子式または組成式を入れよ。
- 下線部 ① について, (い) [], (う) [], (え) [] の単体や化合物の炎色反応で観察される色として最も適切なものを, 下記の選択肢からそれぞれ一つ選べ。
(い) [] (う) [] (え) []
a: 黄 b: 橙赤 c: 紅(深赤, 赤) d: 黄緑 e: 青緑 f: 白
- 下線部 ② の反応について, 化学反応式を示せ。
[]
- ホタル石の主成分が反応する下線部 ③ の化学反応式を示せ。
[]
- カルシウムの硫酸塩は, 天然には水和物であるセッコウとして産出される。セッコウを約 140℃ に加熱すると焼きセッコウが得られ, 医療用ギプスやセッコウ像に使用される。34.4 g のセッコウがすべて焼きセッコウになったとすると, 何 g の焼きセッコウが得られるか求めよ。 [] g
(H=1.00, O=16.0, S=32.1, Ca=40.1)

6 Mg, Ca, Ba[2016 東京理科大]

次の記述の(ア)~(キ)にあてはまる最も適当なものを A 欄から選び, その番号を記せ。ただし, 同じ番号を何回用いてもよい。

Mg, Ca, Ba はいずれも周期表ではア [] に分類され, イオン化エネルギーがイ [], イオン結晶の化合物を形成する。その1つである酸化カルシウム CaO はウ [] 酸化物に分類され, 水と反応してエ [] と呼ばれる Ca(OH)₂ を生じる。また, Ca(OH)₂ の飽和水溶液に CO₂ を吹き込むとオ [] 色沈殿としてカ [] が生じる。この反応から, CO₂ がキ [] 酸化物に分類されることがわかる。

- [A 欄] 01 1 族 02 2 族 03 3 族 04 アルカリ金属 05 アルカリ土類金属
06 大きく 07 小さく 08 酸性 09 中性 10 塩基性 11 生石灰
12 消石灰 13 黄 14 橙赤 15 白 16 黒 17 Ca(HCO₃)₂
18 CaCO₃

7 カルシウムの性質と反応[2013 京都産業大]

2 族の元素のうち, カルシウムは, ストロンチウム, バリウム, ラジウムとともに, (あ) [] 元素とよばれる。(あ) カルシウムの単体は常温で水と反応し, 水素を発生して水酸化物を生じる。
カルシウムは炭酸カルシウムとして自然界に大量に存在する。①炭酸カルシウムを焼くと二酸化炭素が放出され酸化カルシウムが生じる。②酸化カルシウムは, 水と反応して水酸化カルシウムを生じる。生じた水酸化カルシウムの水溶液は, (い) [] 性であり, 赤色リトマス紙を青くする。一方, ③酸化カルシウムにコークスを加えて加熱するとカーバイド(炭化カルシウム)が得られる。④炭化カルシウムに水を作用させると燃料となるアセチレンが発生する。
⑤水酸化カルシウムの水溶液に二酸化炭素を吹き込むと, 炭酸カルシウムの白色沈殿が生じる。しかし, さらに二酸化炭素を吹き込み続けると沈殿が消える。これは, ⑥炭酸カルシウムが炭酸水素カルシウムとなって電離して溶解するからである。
⑦水酸化カルシウムに塩素を吸収させるとさらし粉ができる。さらし粉は, 酸化剤や漂白剤, 殺菌剤として用いられる。⑧さらし粉に塩酸を加えると塩素が発生して塩化カルシウムを生じる。塩化カルシウムは水への溶解性が高く, 塩化カルシウムの無水物の固体は空気中の水分を吸収して溶解する。この現象を (う) [] という。

硫酸カルシウムの二水和物を (あ) [] という。(あ) 硫酸カルシウムの二水和物を 120~140℃ で加熱すると, 水和水を一部失って硫酸カルシウム $\frac{1}{2}$ 水和物となる。これを

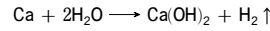
焼き (4) [] といい, 水で練って放置すると二水和物に戻って固化するので, 建築材料やギプスなどに用いられる。

問1 空欄 (1)~(4) に適切な語句を記入せよ。

問2 下線部 ①~⑧ の化学反応式を以下に示す。ア~ケの空欄をうめて反応式を完成させよ。

- CaCO₃ → ア [] + イ [] ↑
- ア [] + H₂O → ウ []
- ア [] + 3C → エ [] + CO ↑
- エ [] + 2H₂O → オ [] + カ [] ↑
- ウ [] + イ [] → CaCO₃ + キ []
- CaCO₃ + H₂O + イ [] ⇌ Ca²⁺ + ク []
- ウ [] + ケ [] → CaCl(ClO)・H₂O
- CaCl(ClO)・H₂O + 2HCl → ケ [] + 2H₂O + コ [] ↑

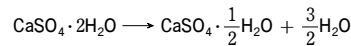
問3 下線部 (a) は次の化学反応式で表される。



40 g の単体カルシウムを用いてこの反応を行い, すべてのカルシウムが反応したとする。生じる水素ガスの体積は, 以下の2つの条件でそれぞれ何 L になるか。有効数字2桁で答えよ。なお, 標準状態の気体の体積は 22.4 L/mol, 気体定数は 8.3×10^3 (Pa・L)/(mol・K) を用いること。また, 水素ガスは理想気体として扱うこと。(H=1.0, O=16, S=32, Ca=40)

- (ア) 標準状態 [] L
(イ) 27℃, 5.0×10^4 Pa [] L

問4 下線部 (b) は次の化学反応式で表される。



硫酸カルシウムの二水和物 43 g から得られる硫酸カルシウム $\frac{1}{2}$ 水和物の質量 [g] を有効数字2桁で答えよ。 [] g

8 硬水と軟水[2011 日本女子大]

次の文を読み, (1)~(4) に答えよ。ただし, C=12.0, O=16.0, Mg=24.3, Ca=40.1 とする。

硬度は水質を表す指標のひとつであり, 水 1 L 中に含まれるカルシウムイオンとマグネシウムイオンの物質量の和を, 同じ物質量の炭酸カルシウムの質量として表す。すなわち次に示す計算式で求めることができる。

$$\text{硬度}[\text{mg/L}] = \{ (\text{カルシウムイオンのモル濃度}[\text{mol/L}]) + (\text{マグネシウムイオンのモル濃度}[\text{mol/L}]) \} \times \text{炭酸カルシウムのモル質量}[\text{g/mol}] \times 10^3 [\text{mg/g}]$$

世界保健機関 WHO の基準では硬度 0~60 mg/L のものを軟水, 60~120 mg/L を中程度の硬水, 120~180 mg/L を硬水, それ以上を非常に硬水というように決められている。①硬水でセッケンを使うと, カルシウムイオンやマグネシウムイオンがセッケンと反応して水に不溶性塩を作り, 泡立ちが悪くなる。硬水を軟水化する方法はいくつかある。たとえば, ②炭酸水素カルシウムを多く含む硬水を煮沸すると, 水に溶け込んでいた二酸化炭素が失われ, 残った成分は不溶性の炭酸カルシウムの沈殿となるので, 硬度を下げる

ことができる。
(1) ある天然水 100 mL あたりにカルシウムイオンは 1.00 mg, マグネシウムイオンは 0.243 mg 含まれている。この天然水のカルシウムイオンとマグネシウムイオンの濃度はそれぞれ何 mol/L か。有効数字2桁で答えよ。

- カルシウムイオン [] mol/L
マグネシウムイオン [] mol/L

(2) (1) の天然水の硬度は何 mg/L になるか。有効数字2桁で答えよ。また, これは WHO の基準では軟水, 中程度の硬水, 硬水, 非常に硬水のいずれにあたるのか。

- [] mg/L, []

(3) セッケンは水に溶けると脂肪酸イオン R-COO⁻ を生じる。このイオン式を用いて下線部 ① のセッケンとカルシウムイオンの反応をイオン反応式で書け。

- []

(4) 下線部 ② の炭酸水素カルシウムから炭酸カルシウムの沈殿を生じる反応を化学反応式で書け。

- []

9 アルミニウムと鉄の製錬 [2013 熊本大]

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。(H=1.0, C=12, O=16, Si=28, Fe=56)

アルミニウムは、鉱石の^a [] から得られる酸化アルミニウムを^イ [] により還元して製造される。アルミニウム単体は、^ア 酸や塩基の水溶液に溶けて^ウ [] を発生する。このような元素を^エ [] という。また、アルミニウムは空气中で表面が酸化され酸化アルミニウムの膜を生じ、それ以上酸化されにくくなる。この状態を^オ [] という。

アルミニウムは還元力が強く、これを利用して金属酸化物から金属単体を得ることができる。この方法を^カ [] という。例えば、^キ 酸化鉄(III)とアルミニウムの反応では、鉄単体を得ることができる。

鉄は鉄鉱石とコークス、石灰石を原料として溶鉱炉で鉄鉱石を還元することにより製造される。

^ク 溶鉱炉中では、コークスから生じた^ク [] が赤鉄鉱の主成分である Fe_2O_3 を鉄に還元する反応が起こっている。ここで得られた鉄は^ク [] を約3.5%以上含むため、もろくて延性や展性に乏しく、^ク [] とよばれている。溶解した^ク [] に空気や酸素を吹き込んで燃焼させ、^ク [] の量を0.02~2%程度に減少させると機械的強度に優れた^ク [] が得られる。^ケ 鉄鉱石中の主な不純物として含まれているケイ砂(SiO_2)は、石灰石($CaCO_3$)と反応してケイ酸カルシウム($CaSiO_3$)となって取り除かれる。

問1 文中の空欄 [ア]~[コ] に適切な語句を記入せよ。ただし、[ウ], [キ], [ク] は化学式を記入せよ。

問2 下線部 a) について、アルミニウムを塩酸ならびに水酸化ナトリウム水溶液で反応させた化学反応式をそれぞれ記せ。

塩酸

水酸化ナトリウム水溶液

問3 下線部 b) の化学反応式を記せ。

[]

問4 下線部 c) について、製鉄される過程で起こる化学反応式を二つ記せ。

[]

[]

問5 下線部 d) について、不純物であるケイ砂(SiO_2)が取り除かれる過程で起こる化学反応式を記せ。

[]

問6 Fe_2O_3 の含有率が95%の赤鉄鉱から鉄1tを製造するには、何tの赤鉄鉱が必要か、小数第一位まで求めよ。 [] t

問7 Fe_2O_3 と SiO_2 の含有率がそれぞれ95%と5%である赤鉄鉱から鉄1tを製造する際に排出される二酸化炭素は何tになるか、小数第二位まで求めよ。ただし、溶鉱炉に投入するコークスおよび石灰石は、赤鉄鉱に含まれる Fe_2O_3 の還元と SiO_2 の除去に必要な量のみ反応すると仮定する。 [] t

10 亜鉛の反応 [1992 神戸薬科大]

次の文章を読んで、以下の問い(1)~(3)に答えよ。

亜鉛(Zn)は周期表では第^a()周期、第^b()族に属する原子番号30の金属元素であり、したがって最外殻のN電子殻には^c()個の電子をもっている。金属亜鉛を空气中で強熱すると^ア [] で示される反応が起こる。また亜鉛は^d()元素であるため酸ともアルカリとも反応する。熱濃水酸化ナトリウム水溶液との反応は^イ [] の反応式で示され、また硫酸との反応の反応式は^ウ [] で示される。この硫酸との反応で生じた溶液にアンモニア水を加えると^エ [] で示される反応が起こりいったん沈殿を生じる。しかしさらにアンモニア水を加えると^オ [] で示される反応が起き^カ()とよばれる錯イオンを生じて沈殿は溶解する。

亜鉛は電池の電極としてしばしば用いられる。亜鉛板と銅板を同一の希硫酸溶液にひたしたときできる電池を発明者の名前をとり^キ()電池というが、この電池では亜鉛の方が^ク()が^ケ()いため、亜鉛板上では^コ [] で示される反応が起こり、したがって亜鉛板は^サ()極となる。(f)電池の^シ()は約1.1Vであるが、電流を取り出すとすぐに^ス(j)は低下する。この現象を電池の^セ(k)という。^ソ(k)を防ぐために過酸化水素水や二クロム酸カリウム水溶液などの酸化剤を^タ()剤として用いる。

(1) (a)~(l)にあてはまる適切な語句または数字を書け。

(2) [A]~[F]にあてはまる反応式を書け。

(3) 下線部(i)について、過酸化水素水を用いたときに起こる反応を化学反応式で書け。

11 ミョウバン [1993 愛知教育大]

ミョウバン $AlK(SO_4)_2 \cdot n(H_2O)$ に関する次の文を読んで、下の問いに答えよ。ただし、原子量はH=1, O=16, Al=27, S=32, K=39とせよ。

(A) ミョウバンを実験室でつくるために、次のような実験操作を行った。まず、フラスコに金属アルミニウム9.0gをとり、反応するのに十分な量の水酸化ナトリウムを加え、さらに水を加えて加熱する。^(a) アルミニウムは気泡を発生しながら溶ける。この液をろ過し、^(b) ろ液を加熱しながら、希硫酸を加えると白い沈殿が生じる。次に、^(c) この沈殿をあらかじめ加熱沸騰させた希硫酸に入れてかき混ぜると、沈殿は溶解する。沈殿が完全に溶解したら、硫酸カリウム水溶液を十分な量だけ加えた後、液を加熱濃縮する。しばらく放置し冷却すると、ミョウバンの結晶が析出する。

(1) 下線部(a)の反応を化学反応式で示せ。

[]

(2) 下線部(b)で生じた白い沈殿は何か。物質名を記せ。 []

(3) 下線部(c)の反応を化学反応式で示せ。

[]

(4) この実験でアルミニウム9.0gから126.4gのミョウバンの結晶をつくることのできた。このミョウバンの生成量は、化学反応式から求められる生成量の何%に相当するか。ミョウバンの式量を474として、有効数字2桁まで求めよ。

[] %

(B) 重さ23.45gのろつばに純粋なミョウバンの結晶4.56gをとり、小さな炎でろつばを加熱すると、結晶ははじめ液状にかわり、さらに加熱を続けると、^(d) 液は泡だちながら蒸発していき、白い固形物が残った。この固形物を冷却したのち、ろつばとともに重量を測定したら26.03gであった。

(5) 下線部(d)の蒸発する物質と残った白い固形物の物質の化学式を記せ。

蒸発する物質 [] 白い固形物 []

(6) 上記の実験から、ミョウバンの組成式中の結晶水の物質量(n)を求めよ。答えは有効数字2桁まで求めよ。 []

(7) (6)の計算で得られたミョウバンの結晶水の物質量は、理論値より低い値であった。この誤差は実験操作に問題があったためだとすると、どのような理由によるか考えられるか。予想されることを記せ。ただし、重量の測定は正確であったとする。

[]

12 スズと鉛 [2014 秋田大]

スズは、^ア [] 族に属する元素で、自然界では、主に錫(すず)石(SnO_2)として産する。スズの単体は、^イ SnO_2 を炭素で還元することで得られる。この単体の金属スズは、酸にも塩基にも溶解するため、スズは、^ウ [] 元素に分類される。^エ 金属スズは、合金やめっきに用いられる。スズの塩化物として、塩化スズ(II)と塩化スズ(IV)がある。塩化スズ(II)は、金属スズを塩酸に溶かすことで得られる。スズでは、酸化数が+2より+4が安定であるため、^オ 塩化スズ(II)は還元剤としてはたらく。

鉛は、スズと同じ [ア] 族に属する [イ] 元素であるが、希硫酸や^カ 塩酸に溶けにくい。鉛では、酸化数が+4より+2が安定である。このため鉛蓄電池では、電解質に希硫酸、正極物質*に^ク [] が用いられる。

*正極活物質ともいう

(1) [ア]に入る周期表における族の番号を記せ。

(2) 下線部 a) の反応でスズの単体を得る化学反応の反応式を記せ。ただし、生成物はスズの単体と一酸化炭素とする。 []

(3) [イ]に入る最も適当な語を記せ。

(4) 下線部 b) に関して、金属スズを、合金の材料やめっきに用いて得られるものの組合せとして、最も適当なものを右の①~④のうちから1つ選び番号を記せ。 []

	合金	めっき
①	青銅(せいどう)	トタン
②	青銅	ブリキ
③	黄銅(おうどう)	トタン
④	黄銅	ブリキ

(5) 下線部 c) における化学反応の反応式を例にならべて電子を含むかたちで記せ。例 $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$ []

(6) 下線部 d) について、鉛が塩酸に溶けにくい理由を記せ。 []

(7) [ウ]に入る物質として、最も適当なものを次の①~④のうちから1つ選び番号で答えよ。 []

- ① Pb ② $PbCl_2$ ③ $PbSO_4$ ④ PbO_2

13 水銀の工業的利用法 [2011 金沢工業大]

次の [ア]～[エ] に最も適切なものを解答群から一つ選べ。
 公害や環境問題が原因となって、化学物質の製造方法が変更された例は数多い。例えば以前、アセトアルデヒドの製造は、水銀化合物を触媒に用いて、ア [] に水を付加させる方法で行われていた。この方法では、水の付加により イ [] が一時的に生成するが、イ [] は不安定であるため、すぐに [イ] の異性体であるアセトアルデヒドに変化する。ところが、この方法で触媒として用いられていた水銀化合物が水俣(みなまた)病の原因になったため、現在はエチレンと酸素を原料にする方法に変更されている。

また、以前、水酸化ナトリウムの製造は、水銀を電極に用いて、塩化ナトリウム水溶液を電気分解する方法で行われていた。この方法では、水銀を ウ [] に用いて電気分解すると、金属ナトリウムが [ウ] に析出し、 [] と呼ばれる水銀とナトリウムの合金が得られるので、これを水と反応させて水酸化ナトリウムを製造していた。これも現在は水銀を用いない方法に置き換わっている。

- [ア, イの解答群] ① アセチレン ② ビニルアルコール ③ エタン
 ④ エチレン ⑤ プロパン ⑥ ベンゼン ⑦ メタノール
 ⑧ エタノール ⑨ ブタン ⑩ メタン

- [ウ, エの解答群] ① 陰極 ② 陽極 ③ 負極 ④ 正極
 ⑤ アルマイト ⑥ ナフサ ⑦ テルミット ⑧ ジュラルミン
 ⑨ アマルガム ⑩ 電解質

14 鉄と鉄イオンの性質と反応 [2016 宮崎大]

鉄 Fe は地殻中に酸化物や硫化物として約 5% 含まれ、酸素 O、ケイ素 Si、アルミニウム Al に次いで多量に存在する。鉄には酸化数 +2 と +3 の化合物が存在するが、空気中では +3 の化合物のほうが安定である。鉄は、比較的柔らかい金属で、融点が高く、湿った空気中ではさびやすい。

問 1 鉄は希硫酸中では、ある気体を発生して溶ける。このときの化学反応式を記せ。
 []

問 2 鉄が酸化されて生じる化合物には、赤褐色の酸化鉄(III)と黒色の四酸化三鉄がある。鉄を湿った空气中に放置して生じるさびに含まれるのはどちらか。化合物名で記せ。
 []

問 3 四酸化三鉄には +2 と +3 の酸化数の鉄が含まれている。そのモル比はいくつになるか記せ。

問 4 赤鉄鉱や磁鉄鉱などの鉄鉱石とコークス C、石灰石 CaCO₃ を溶鉱炉に入れ、下から熱風を送ると、① おもにコークスの燃焼で生じた一酸化炭素によって鉄の酸化物が還元されて、単体の鉄 Fe が得られる。赤鉄鉱の主成分である酸化鉄(III)が、下線部 ① の反応によって鉄に還元されるとき化学反応式を記せ。
 []

問 5 鉄はアルミニウム、ニッケル Ni とともに濃硝酸に溶けない。これは、金属表面に緻密な [] を生じ、内部が保護されるからである。このような状態を [] という。

[ア] と [イ] に入る適当な語句を記せ。

問 6 Fe²⁺ を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると、緑白色の沈殿を生じた。この溶液に酸素を通すと、② 緑白色の沈殿が赤褐色に変化した。下線部 ② の変化の化学反応式を記せ。

問 7 次の (A)～(E) のうち、Fe²⁺ について当てはまるものをすべて選び、記号で答えよ。
 (A) 硫酸塩の水溶液は黄褐色を示す。
 (B) 酸性条件で硫化水素を通じても沈殿を生じないが、塩基性条件では沈殿を生じる。
 (C) 希硫酸を加えると沈殿を生じる。
 (D) 塩酸を加えると沈殿を生じる。
 (E) アンモニア水を過剰に加えると、沈殿を生じる。

問 8 次の (A)～(D) のうち、Fe³⁺ について当てはまるものをすべて選び、記号で答えよ。
 (A) シアン化物イオン CN⁻ と配位数 4 の錯イオンを形成する。
 (B) 0.1 mol/L のチオシアン酸カリウム KSCN 水溶液を加えても沈殿を生じない。
 (C) 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると、沈殿を生じる。
 (D) Cu²⁺、Zn²⁺ との混合水溶液では、希塩酸を加えると分離することができる。

15 クロムとマンガン [2012 センター化学 I (2006～2015)]

クロムおよびマンガンに関する記述として誤りを含むものを、①～⑤ から一つ選べ。

- ① クロムとマンガンは、いずれも遷移元素である。
 ② クロム酸イオンと二クロム酸イオンのクロム原子の酸化数は、互いに等しい。
 ③ クロム酸イオンは、水溶液中で鉛(II)イオンと反応して黄色沈殿を生じる。
 ④ 過マンガン酸イオンは、水溶液中で赤紫色を示す。
 ⑤ 過マンガン酸イオンは、硫酸酸性水溶液中で過酸化水素によって酸化される。

16 合金の成分元素 [2016 星薬科大]

次の (ア)～(オ) の合金に含まれる元素の正しい組合せはどれか。

(ア) 洋銀 (イ) 青銅(ブロンズ) (ウ) 黄銅(しんちゅう) (エ) ステンレス鋼 (オ) 無鉛はんだ []

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
1	Zn	Ni	Sn	Ni	Ag
2	Ni	Zn	Cr	Cr	Cu
3	Cu	Sn	Zn	Cu	Mg
4	Ni	Sn	Zn	Cr	Ag
5	Cu	Ni	Sn	Ni	Mg
6	Zn	Zn	Cr	Cu	Cu

17 合金の性質と用途 [2006 センター化学 I A (1997～2006)]

合金に関する記述として誤りを含むものを、次の ①～⑧ のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 [], []

- ① 銅とスズの合金である青銅は、鉄よりも古くから利用されていた。
 ② 鉛とスズの合金であるハンダは、金属の接合剤として利用される。
 ③ 硝酸に溶けず王水に溶ける白金は、金と銅の合金である。
 ④ 鉄を主成分とする合金であるステンレス鋼は、さびにくい特性をもつ。
 ⑤ ニッケルとクロムの合金は、電気抵抗が銅よりも小さい。
 ⑥ アルミニウムを主成分とする合金であるジュラルミンは、軽くて強い。
 ⑦ ある種の合金は、特定の温度における形状を記憶できる。

18 金属の推定と反応 [2015 学習院大]

図は元素の周期表の一部を示したものである。1～23 の番号は、それぞれ特定の元素の元素記号の代わりに書き入れてある。

K	1	2	3	4	Cr	5	6	7	8	9	Zn
Rb	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Cd
Cs	19					20	21	22	23		Hg

元素アはカルシウム Ca と同じ族の元素で、黄緑色の炎色反応を示す。また、アの二価イオンを含む水溶液に硫酸または硫酸塩を加えると白色沈殿が生ずる。

元素イの原子の電子数は、クロム Cr 原子よりも二つ多く、ニッケル Ni 原子よりも二つ少ない。イの単体は硫酸や塩酸に溶け、水素を発生する。イの二価の水酸化物は、緑白色であるが、三価の水酸化物は赤褐色をしている。

チタン Ti の四価イオン Ti⁴⁺ の電子数は、アルゴン Ar の電子数と同じである。チタンは軽量、高強度で耐食性に優れ、航空機や建築用の構造材料として用いられている。また、酸化チタン TiO₂ は白色顔料や電子部品の原料として使われている。

元素ウ、エおよびオは同じ族の元素で、これらの単体はすべて、展性および延性に富み、熱や電気の伝導性がよい。ウの原子番号は 29 で、ウ、エ、オの順に原子番号は大きくなる。

① ウおよびエの単体は濃硝酸に溶け、このとき二酸化窒素が発生する。一価のエの硝酸塩水溶液に希塩酸を加えると白色沈殿が生ずる。また、② この沈殿に過剰のアンモニア水を加えると沈殿が溶解し、無色透明の溶液となる。

オはエとともに紀元前から貴金属として扱われてきた。オの単体は化学的に安定で、硝酸や硫酸に溶けないが王水には溶ける。

(a) 図の点を入れてある部分に入る元素のグループは、何とよばれるか。
 []

(b) 元素ア～オ、カルシウム、ニッケルおよびチタンは、周期表の 1～23 のいずれかの欄に入る元素である。その位置を番号で答えよ。また、元素ア～オは何か。元素記号で答えよ。

元素ア [], [] 元素イ [], []
 元素ウ [], [] 元素エ [], []
 元素オ [], [] カルシウム []
 ニッケル [] チタン []

(c) (b) で決まった周期表上の位置を見て、元素エの原子番号を推理して答えよ。
 []

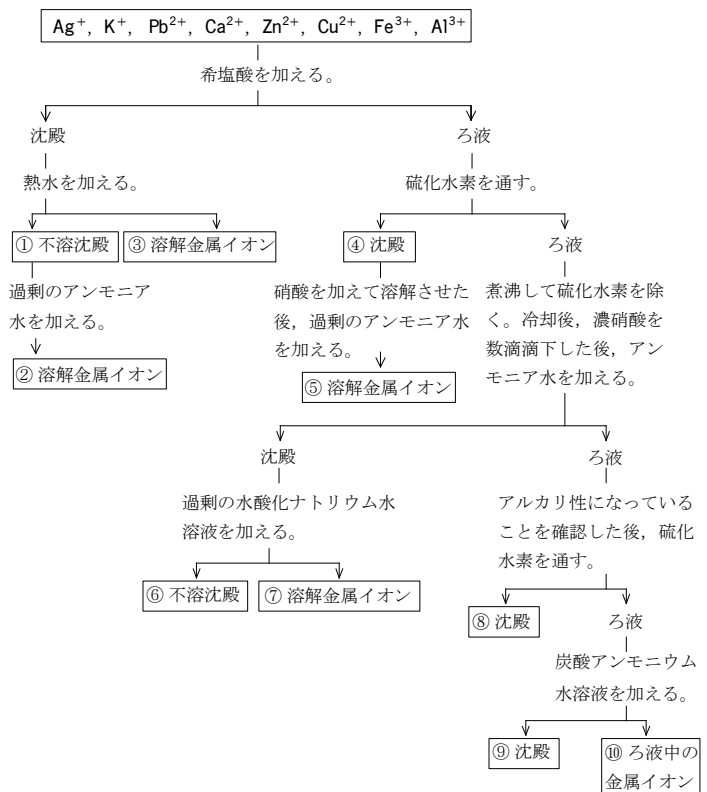
(d) 下線部 (1) で、ウの単体が濃硝酸に溶解するときの化学反応式を書け。ただし、ウの元素記号は (b) で答えたものを用いよ。
 []

(e) 下線部 (2) の反応の反応式を書け。ただし、エの元素記号は (b) で答えたものを用いよ。さらに、この溶液に希硝酸を加えていくとどのようなことが起こると考えられるか。理由とともに答えよ。

19 金属イオンの分離 [2011 中央大]

Ag^+ , K^+ , Pb^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} のイオンを同じ濃度で含む水溶液がある。図は、各イオンを分離する操作である。①～⑩に入る主な沈殿またはイオンを1つずつ化学式で書け。

- ①() ②() ③()
 ④() ⑤() ⑥()
 ⑦() ⑧() ⑨()
 ⑩()



20 陽イオンの反応と推定 [2016 徳島大]

Ba^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+} の陽イオンのうち、いずれか1種類を含む5つの水溶液 A～E に対して、次の①～⑤の実験を行った。

- 希硫酸を加えると A と E に沈殿が生じた。
- アンモニア水を加えると A～D に沈殿が生じ、さらに過剰のアンモニア水を加えると D の沈殿が溶解した。
- 水酸化ナトリウム水溶液を加えると A～D に沈殿が生じ、さらに過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると A, B, D の沈殿が溶解した。
- 希塩酸を加えると A に沈殿が生じた。
- E は炎色反応を起こした。

- 問1 水溶液 A～E に含まれる陽イオンをそれぞれ示せ。
 (A[]) (B[]) (C[]) (D[]) (E[])
- 問2 実験③の水溶液 B について、(ア) 沈殿の生成と (イ) 沈殿の溶解の反応を、それぞれイオン反応式で示せ。
 (ア[]) (イ[])
- 問3 Pb^{2+} を含む水溶液にクロム酸カリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。この反応をイオン反応式で示せ。
 []
- 問4 上記の5つの陽イオンのうち、 NH_3 と錯イオンを形成する陽イオンが1つある。この陽イオンを選び、対応する錯イオンの構造を次の(a)～(e)から選べ。[]
 (a) 正八面体 (b) 正六面体 (c) 正四面体 (d) 正方形 (e) 直線

21 気体の生成反応と推定 [2017 大阪工業大]

- 塩素酸カリウムに酸化マンガン(IV)を加えて加熱すると、無色無臭の気体 A が発生する。
- 炭素を空气中で完全燃焼させると、無色無臭の気体 B が発生する。
- 酸化マンガン(IV)に希塩酸を加えると、黄緑色の刺激臭を有する気体 C が発生する。
- 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と、無色の刺激臭を有する

- る気体 D が発生する。
- 硫化鉄(II)に希硫酸を加えると、無色の刺激臭を有する気体 E が発生する。
 - 銅に濃硫酸を加えて加熱すると、無色の刺激臭を有する気体 F が発生する。
 - 亜鉛に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、無色無臭の気体 G が発生する。
 - 銅に濃硝酸を加えると、赤褐色の刺激臭を有する気体 H が発生する。
 - 空气中で焼いた銅線をメタノールの蒸気に触れさせると、無色の刺激臭を有する気体 I が発生する。I の水溶液は、フェーリング液を還元する。
 - 酢酸ナトリウムに水酸化ナトリウムを加えて加熱すると、無色無臭の気体 J が発生する。
- ① で起こる反応の化学反応式を記せ。 []
 - B を石灰水に通じると白色沈殿が生成する。このとき得られる白色沈殿の化学式を記せ。 []
 - C を水に溶かすと、強い酸化力をもつ化合物 K が生成する。K の名称を記せ。 []
 - 亜鉛イオンを含む水溶液に D の水溶液を通じると白色沈殿が生じるが、D の水溶液を過剰に加えると、錯イオンが生じて沈殿は溶解する。このとき生成する錯イオンの名称を記せ。 []
 - E と F を反応させると、黄色の粉末が生成する。この反応の化学反応式を記せ。 []
 - 1.3 g の亜鉛を、十分な量の水酸化ナトリウム水溶液と反応させるときに生成する G の体積は、標準状態 (0℃, 1.013×10^5 Pa) において何 mL か。有効数字2桁で示せ。ただし、G は理想気体とみなせるものとしよ。(Zn=65) [] mL
 - J と A を混合して完全に反応させると、B が生成する。この反応に必要な A の物質質量は、J の物質質量の何倍か。 [] 倍
 - H, I および J が発生する⑧～⑩の反応の化学反応式を記せ
 ⑧[]
 ⑨[]
 ⑩[]

22 窒素化合物 [2017 浜松医科大]

- (H=1.0, N=14.0, O=16.0) 有効数字は2桁まで求めよ。
- 硝酸は揮発性のある無色の液体で、水に溶けやすい。硝酸は、肥料、染料、医薬品、火薬などの製造に広く用いられている。工業的にはアンモニアを原料としてつくられる。まず、(a)アンモニアを空気と混合し、高温の白金網に接触させて一酸化窒素をつくる。一酸化窒素を冷却後、空気中の酸素と反応させて二酸化窒素とし、これを水に吸収させて硝酸とする。このとき発生した一酸化窒素は、硝酸の製造過程に戻されて、硝酸に変えられる。このような硝酸の工業的製法を1[] という。
- 硝酸の水溶液は、強い酸性を示し、酸化作用が強い。例えば、(b)銀は濃硝酸と反応して溶ける。しかし、鉄やアルミニウムは濃硝酸に溶けない。これは、金属表面に緻密な酸化被膜ができて反応が進まなくなるためであり、このような状態を2[] という。
- 問1 1[] と 2[] に当てはまる適当な語句を記せ。
- 問2 下線部 (a) と (b) の反応の化学反応式を記せ。
 (a) []
 (b) []
- 問3 硝酸、アンモニア、一酸化窒素、二酸化窒素に含まれる窒素の酸化数を記せ。
 硝酸:[] アンモニア:[]
 一酸化窒素:[] 二酸化窒素:[]
- 問4 一酸化窒素は、ガソリンの燃焼過程で生成するほか、生体内でも産生することが知られている。実験室で発生させた一酸化窒素の捕集方法として適当なものを、次の(ア)～(ウ)から選べ。 []
 (ア) 水上置換 (イ) 上方置換 (ウ) 下方置換
- 問5 文中に記した工業的製法によって、質量パーセント濃度が60.0%の硝酸1000 kgを得るには、標準状態(1気圧, 273 K)のアンモニアが何 L 必要か。ただし、すべてのアンモニアが硝酸に変わり、製造過程で物質の損失はないものとする。また、すべての気体は理想気体としてふるまうものとする。 [] L
- 問6 長い間試薬瓶に保管していた濃硝酸をピーカーに移し、その色を観察したところ、淡黄色を帯びていた。保管中に起こった反応の化学反応式を記せ。
 []