

**化学量と化学反応式**

## 1. 次の問いに答えよ。

問1 以下の(ア)~(エ)に記載された物質について物質量を求め、大きい順に記号で答えよ。

(ア)  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ において1.2Lのオゾン $\text{O}_3$ を、完全に分解したときに生じる気体。

(イ) 10gの硫化鉄(II)を十分な量の希硫酸に加えたときに発生する気体。

(ウ) 46gのエタノールを完全燃焼させるときに必要な酸素。

(エ)  $80^{\circ}\text{C}$ で飽和した硝酸カリウムの水溶液500gを、 $20^{\circ}\text{C}$ に冷却したときに生じる硝酸カリウムの沈殿。ただし、硝酸カリウムの溶解度は $25^{\circ}\text{C}$ で32、 $80^{\circ}\text{C}$ で169とする。

問2 オストワルド法でアンモニアを原料として硝酸を製造する場合、10.0molの硝酸を製造するためには標準状態で何Lの空気が必要か答えよ。ただし、空気中には酸素が20%含まれており、反応は完全に進行するものとする。

(2018 奈良県立医科大)

## 2. 次の各問いに答えよ。

問1 次の(ア)~(オ)の物質量を比較し、大きい順に並べよ。

(ア) 鉄 28g (イ) 水 28g (ウ) 酸素 5.6L(標準状態)

(エ) メタン 24L(標準状態)が完全燃焼したときに生成する水

(オ) エタノール 1molが完全燃焼したときに生成する二酸化炭素

問2 ある地域の水の成分を調べたところ、水素原子として安定な同位体 $^1\text{H}$ と $^2\text{H}$ のみが検出された。これらをそれぞれHおよびDと書き表すものとして、水に含まれるHDOの存在比が $2.40 \times 10^{-2}\%$ であるとき、 $\text{D}_2\text{O}$ の存在比(%)を有効数字3桁で求めよ。

(2018 聖マリアンナ医科大)

3. 次の問1～問3に答えよ。

問1 a～cの物質量を比較して、大きいものから小さいものへ順に並べると正しいものはどれか。

a ナトリウムイオン  $8.0 \times 10^{23}$  個を含む炭酸ナトリウムの物質量

b 水素原子  $9.0 \times 10^{23}$  個を含むアンモニアの物質量

c 分子数が  $5.0 \times 10^{23}$  個のネオンの物質量

- ①  $a > b > c$  ②  $a > c > b$  ③  $b > a > c$  ④  $b > c > a$  ⑤  $c > a > b$  ⑥  $c > b > a$

問2 気体に関する(1), (2)の問いに答えよ。

(1) 空気を窒素と酸素からなる混合気体(体積比4:1)として、空気の平均分子量を求めよ。

(2) 次の気体の中から空気より軽いものをすべて選べ。

- ①  $\text{CH}_4$  ②  $\text{C}_3\text{H}_8$  ③  $\text{Cl}_2$  ④  $\text{CO}_2$  ⑤  $\text{Cl}$  ⑥  $\text{H}_2\text{S}$  ⑦  $\text{NH}_3$  ⑧  $\text{NO}_2$

問3 シュウ酸標準溶液(0.050mol/L)を調製するための1～4の操作をした。(1)～(3)の問いに答えよ。

操作1: シュウ酸二水和物の結晶  $A\text{g}$  を秤量びんに正確にはかり取る。

操作2: はかり取ったシュウ酸二水和物の結晶を200mLの(A)に移す。さらに秤量びんの内部を純水でよく洗い、溶液を(A)に加える。およそ100mLの純水を加え、ガラス棒で混ぜて完全に溶かす。

操作3: 200mLの(B)に操作2で調製した溶液を入れる。(A)内とガラス棒を少量の純水で洗浄し、この洗浄も加える。(B)に純水を、初めは(C)で、終わりは(D)で加えて標線にメニスカスの底の位置を合わせる。

操作4: ガラスの共栓をしてよく振り混ぜ、水溶液の濃度が均一になるようにする。

(1) 文章中の(A)～(D)に当てはまる器具の組合せ(A, B, C, Dの順)として最も適切なものはどれか。

- ① ビーカー, ビーカー, 洗びん, 駒込ピペット  
② ビーカー, メスシリンダー, 洗びん, 駒込ピペット  
③ メスシリンダー, メスフラスコ, 洗びん, 駒込ピペット  
④ ビーカー, メスフラスコ, 洗びん, 駒込ピペット  
⑤ ビーカー, メスフラスコ, 洗びん, ビーカー  
⑥ ビーカー, ビーカー, 駒込ピペット, 洗びん  
⑦ ビーカー, メスシリンダー, 駒込ピペット, 洗びん  
⑧ ビーカー, メスフラスコ, 駒込ピペット, 洗びん

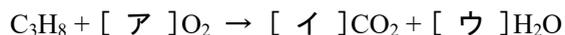
(2) 操作1ではかり取るシュウ酸二水和物の結晶の量( $X\text{g}$ )を求めよ。

(3) 操作4で調製したシュウ酸標準溶液を使って、 $2.0 \times 10^{-3}\text{mol/L}$  シュウ酸水溶液を200mLつくるとすると、シュウ酸標準溶液は何 mL 必要か。

(2018 金沢医科大)

4. 次の文章を読んで、各問に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体とする。

プロパン  $C_3H_8$  の燃焼の化学反応式は、



で表される。プロパン 4.40g を完全燃焼するのに最低限必要な酸素 [エ] mol と反応させ、完全燃焼したとき、生成する二酸化炭素の体積は標準状態で [オ] L である。このとき、反応前のプロパン、酸素、反応後の二酸化炭素の標準状態における体積の比は  $1 : [カ] : [キ]$  である。このように a 反応物および生成物の気体の体積の比は同温、同圧のもとで簡単な整数比になる。また、この反応で生成する水の質量は [ク] g である。b 反応前のプロパンと酸素の質量の和と、反応して生成した二酸化炭素と水の質量の和は等しい。この反応で生成する二酸化炭素と水の分子数の和は [ケ] 個である。

問1 空欄 [ア] ~ [ケ] に当てはまる数値を記せ。[エ], [オ], [ク], [ケ] は有効数字 3 桁で答えよ。

問2 下線部 a, b の法則の名称をそれぞれ記せ。

(2018 群馬大)

5. 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

炭酸カルシウムを約1000°Cに加熱したところ、気体Aと<sup>(a)</sup>固体Bが得られた。<sup>(b)</sup>気体Aを、アンモニアを十分に吸収させた飽和塩化ナトリウム水溶液に通じたところ、化合物Cが白色沈殿として得られた。<sup>(c)</sup>この沈殿を270°C以上に加熱したところ、気体Aと気体Dが発生し化合物Eの固体が得られた。化合物Eを水に溶かし、これを濃縮すると、無色透明の結晶が生じた。<sup>(d)</sup>この結晶を乾燥した空気中に放置したところ、白色の粉末状になった。

問1 下線部(a)に関して、次の間に答えよ。

- (1) 固体Bを化学式で記せ。
- (2) 固体Bに水を加えたところ、発熱しながら激しく反応し、固体が膨張した。この反応を化学反応式で表せ。

問2 下線部(b)に関して、次の間に答えよ。

- (1) 化合物Cについて、正しい記述を次の①～④から1つ選び番号で答えよ。
  - ① 化合物Cを白金線に付着させ、炎の中に入れると青緑色を呈する。
  - ② 化合物Cを白金線に付着させ、炎の中に入れると黄色を呈する。
  - ③ 食塩水に化合物Cの水溶液を加えると、白色の沈殿が生じる。
  - ④ 化合物Cの水溶液に硫化水素を通じると、黒色の沈殿が生じる。
- (2) 気体Aとアンモニアを120°C、150気圧で十分な時間反応させると、脱水縮合して窒素原子をもつ安定な化合物が主生成物として得られる。この化合物の名称を記せ。

問3 下線部(c)に関して、次の間に答えよ。

- (1) 下線部(c)の反応を化学反応式で表せ。
- (2) 100gの化合物Cを完全に反応させた。このとき発生した気体Aの標準状態(0°C、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ )における体積[L]、および得られた化合物Eの質量[g]をそれぞれ有効数字3桁で求めよ。ただしこの間では、気体Aは理想気体として振る舞うものとする。

問4 下線部(d)の現象を何というか答えよ。

(2018 筑波大)

6. 次の文章を読んで問1～問6に答えよ。

原子1個の質量は非常に小さいため、kg や g 単位では取り扱いが不便である。そこで、[ ① ]の原子1個の質量を[ ア ]と決め、他の元素については原子1個の質量をこれとの相対的な値で表している。<sup>(a)</sup>元素には自然界に複数の[ ② ]が存在するものがあり、自然界での[ ② ]の存在比を考慮した原子の平均相対質量を原子量という。イオンからなる物質の相対質量は、含まれる元素の原子量の総和で表し、これを[ ③ ]という。アルゴンとカリウムの原子量の大小関係は、[ ④ ]の大小関係と異なる。表1は、アルゴンとカリウムの[ ④ ]と自然界での[ ② ]の相対質量をまとめたものである。

表 1

元素	[ ④ ]	自然界での[ ② ]の相対質量
アルゴン	18	36.0, 38.0, 40.0
カリウム	19	39.0, 40.0, 41.0

アルゴンとカリウムの原子量の大小関係から、アルゴンの原子量は[ イ ]より大きく、[ ウ ]より小さいことがわかる。アルゴンでは相対質量が[ エ ]である[ ② ]の存在比が最も大きい。

ラジウムは典型元素に属する金属元素で、<sup>(b)</sup>バリウムと化学的性質がよく似ている。ラジウムを塩化ラジウムとして鉱石から分離・精製し原子量を求める以下の実験を行った。

- ① 鉱石を処理して、塩化ラジウムと塩化バリウムの混合物を得た。
- ② 不純物である塩化バリウムをできるだけ除き、塩化ラジウムを主成分とする塩化物結晶を得た。
- ③ ②の塩化物結晶を水に溶かし、<sup>(c)</sup>塩化物イオンをすべて塩化銀として沈殿させた。
- ④ ②の塩化物結晶と③の塩化銀沈殿のそれぞれの質量から、塩化物結晶がすべて塩化ラジウムであると仮定した見かけのラジウムの原子量を求めた。
- ⑤ 得られるラジウムの原子量が一定値となるまで②から④を繰り返した。

問1 空欄[ ① ]にあてはまる最も適切な元素記号を、また、空欄[ ② ]～[ ④ ]にあてはまる最も適切な語を書け。ただし、元素記号は質量数を含めて書け。

問2 空欄[ ア ]～[ エ ]にあてはまる最も適切な数字を書け。ただし、[ イ ]～[ エ ]は、表1中の数値を書け。同じ数を繰り返し用いてもよい。

問3 下線部(a)の例として、自然界に存在する塩素原子には原子1個の相対質量が35.0のものと37.0のものの2種類があり、これらの存在比は相対質量の小さいものから順に3:1である。次の(1)および(2)に答えよ。

- (1) 自然界に存在する塩素分子 1 分子の相対質量を小さいものから順にすべて書け。ただし、有効数字は 3 桁とする。
- (2) 自然界に存在する塩素分子の存在比を求めよ。ただし、最も小さい存在比の値を 1 とし、相対質量の小さいものから順に整数で書け。計算の過程も示せ。

問 4 下線部(b)について、ラジウムの化学的性質がバリウムの化学的性質とよく似ている理由を「周期表」と「価電子」の語を用いて簡単に説明せよ。

問 5 下線部(c)に関連して、次の(1)および(2)に答えよ。

- (1) 水溶液中の金属イオンの確認法において、銀と同様にイオンが塩化物イオンと反応して沈殿を生じる典型元素に属する金属元素を元素記号で書け。
- (2) (1)の金属元素のイオンと銀イオンの両方を含む水溶液にハロゲン化物イオンを含まない試薬を一つだけ多量に加え、(1)の金属元素のイオンのみを沈殿させて分離した。用いた試薬の名称を書け。また、分離できた理由をイオン反応式を用いて説明せよ。

問 6 下線部(d)について、次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 塩化バリウムを不純物として含む塩化物結晶の質量が 88.5mg.塩化銀沈殿の質量が 86.1 mg であった。このときの見かけのラジウムの原子量を求めよ。ただし有効数字は 3 桁とする。計算の過程も示せ。
- (2) (1)の塩化物結晶をり返し精製し、ラジウムの原子量を 226 と決定した。(1)の塩化物結晶における、金属イオンの総数に対するラジウムイオンの数の割合を百分率で求めよ。ただし、有効数字は 3 桁とする。計算の過程も示せ。
- (3) (1)の塩化物結晶に含まれていた塩化バリウムの質量を mg 単位で求めよ。ただし、最も適切な有効数字の桁数で書け。計算の過程も示せ。また、有効数字の桁数を決めた理由を簡潔に説明せよ。

(2018 新潟大)

7. 以下の文章を読み、問1～問7に答えなさい。

酸素は地球の大気や水、地殻中の岩石などの構成元素であり、①地殻中で最も量の多い元素である。二原子分子の単体である酸素  $O_2$  は、地球の大気中に体積比で 21% 存在し、生物の呼吸に不可欠な気体である。しかし、地球上の大気の酸素濃度は常に一定だったわけではなく、現在の酸素濃度の一万分の一の時代もあった。酸素は当時地球大気に多量に含まれていた②水蒸気の光分解によって生成していた。その後、地球上に誕生したシアノバクテリアなどの生命体が、[ あ ]によって酸素を供給し始めた。しかし、生成された酸素は地球上の還元性物質と化合し③酸化物の生成のために消費されたため、大気中の酸素濃度は長い間低いままであった。その後、生物圏の拡大とともに、酸素濃度が徐々に上昇していった。大気中の酸素濃度の増加とともに、大気の上層では太陽からの強い[ い ]によって酸素から[ う ]がつくられ、[ い ]の大部分を吸収して地上の生物を保護するようになった。

酸素は、水中にも存在し、水中生物の生存を支えている。しかし、水が汚染され、④酸素を消費する有機物質などの存在や微生物活動が盛んになると水中の溶存酸素量が減少し、水中の生物が酸素欠乏状態になる。

問1 下線部①において、地殻中の存在比(質量%)が3番目と4番目に多い元素を元素記号で示せ。

問2 [ あ ]～[ う ]に当てはまる語句を記せ。

問3 下線部②のように酸素は水の光分解でも生じるが、酸素を実験室で得るには、過酸化水素の分解反応がよく使われる。標準状態で 2.0L の酸素を得るためには 10%の過酸化水素水何 mL が必要か。10%過酸化水素水の比重を 1.0 として計算し、有効数字 2 桁で示せ。

問4 下線部③のように酸素との化合によって生成する酸化物は多種にわたるが、非金属元素の酸化物が水と反応するとオキソ酸を生じる。以下のオキソ酸の組み合わせのうち酸性の強い順に左から並んでいるものを全て選び記号で答えよ。

- (a)  $HClO$ ,  $HClO_4$       (b)  $H_2SO_4$ ,  $H_2SO_3$       (c)  $HClO_4$ ,  $H_3PO_4$   
(d)  $HNO_3$ ,  $HNO_2$       (e)  $HClO_2$ ,  $HClO_4$

問5 現在私たちが製錬によって鉄を得る際の原料である鉄鉱石(赤鉄鉱  $Fe_2O_3$  や磁鉄鉱  $Fe_3O_4$ )は、酸素によって酸化された鉄が地殻中に蓄えられたものである。1.0 トンの鉄鉱石が結合している酸素の量は標準状態で何 L の酸素分子に相当するか。ただし、鉄鉱石は不純物を含まず、 $Fe_2O_3$  と  $Fe_3O_4$  が質量比で 1 : 1 で存在するものとして、有効数字 2 桁で計算せよ。また、赤鉄鉱をコークスによって還元して鉄を得る時の、溶鉱炉で起こる反応を化学反応式で示せ。

問6 [う]をヨウ化カリウム溶液に通じた時に起こる反応を化学反応式で示せ。

(2018 札幌医科大)

8. 次の問いに答えよ。

問1 以下の①~④のうち、生成する気体の物質量が最も大きいものを選び、記号で答えよ。また、その物質量を答えよ。ただし、水蒸気は考えないものとする。

- ① 0.70gの亜鉛を十分な量の希硫酸と反応させたときに生成する気体
- ② 27°C, 100kPaにおいて120mLの体積をもつプロパンを完全燃焼させたときに生成する二酸化炭素
- ③ 0.60gの二酸化ケイ素を炭素で完全に還元したときに生成する気体
- ④ 1.27gの金属銅と十分な濃硝酸を反応させたときに生成する気体

問2 塩化ナトリウムを正確に5.85gはかりとってビーカーに入れた。これを用いて1.00mol/Lの塩化ナトリウム水溶液100mLを正確に調製したい。実験操作を順番に箇条書きで書け。ただし、以下の実験器具の中から使用する器具を選べ。

(実験器具) 100mLメスフラスコ, 100mLメスシリンダー, 10mLホールピペット, 10mLメスピペット, こまごめピペット, ロート, ガラス棒, 蒸留水の入った洗瓶

問3 銅の原子半径は $1.3 \times 10^{-10}$ mであり、素の結晶は面心立方格子である。結晶の単位格子の長さを求めよ。必要があれば $\sqrt{2} = 1.4$ ,  $\sqrt{3} = 1.7$ を用いよ。

(2017 奈良県立医科大)

9. 次の各問いに答えなさい。

問1 塩化マグネシウムを構成するすべてのイオンに存在する M 殻の電子数の合計はいくつか、正しいものを①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ① 8    ② 10    ③ 14    ④ 16    ⑤ 18    ⑥ 20

問2 ケイ素には  $^{28}\text{Si}$ ,  $^{29}\text{Si}$ ,  $^{30}\text{Si}$  の3つの安定同位体が存在する。また酸素にも  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$  の3つの安定同位体が存在する。二酸化ケイ素( $\text{SiO}_2$ )を一つの単位として考えると、それらの安定同位体から形成される二酸化ケイ素は、異なる質量のものが何種類あるか。正しいものを①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、各原子の相対質量はその質量数に等しいものとする。

- ① 5    ② 6    ③ 7    ④ 9    ⑤ 12    ⑥ 18

問3 塩化ナトリウムと塩化マグネシウムの澱合物 3.4g を水に溶かし、充分量の硝酸銀を加えたところ 9.9g の沈澱を生じた。混合物中の塩化マグネシウムの質量は何 g か。最も近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ① 0.26    ② 0.87    ③ 1.3    ④ 1.6    ⑤ 2.6    ⑥ 3.2

問4 2種類の炭化水素 A, B がある。A, B どちらか一方の炭化水素 1mol に触媒を用いて水素を付加させると 2mol の水素が付加した。A を完全燃焼させると、生じる二酸化炭素と水の物質量は同じであった。また、1mol の B を完全燃焼させると発生した二酸化炭素と水の合計は 7mol であり、1mol の A と 2mol の B を完全燃焼させると発生した水の合計は 11mol であった。次の問い(a), (b)に答えなさい。

(a) A の分子式として正しいものを①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ①  $\text{C}_3\text{H}_4$     ②  $\text{C}_3\text{H}_6$     ③  $\text{C}_4\text{H}_6$     ④  $\text{C}_4\text{H}_8$     ⑤  $\text{C}_5\text{H}_8$     ⑥  $\text{C}_5\text{H}_{10}$

(b) B の分子式として正しいものを①～⑥の中から一つ選びなさい。

- ①  $\text{C}_3\text{H}_4$     ②  $\text{C}_3\text{H}_6$     ③  $\text{C}_4\text{H}_6$     ④  $\text{C}_4\text{H}_8$     ⑤  $\text{C}_5\text{H}_8$     ⑥  $\text{C}_5\text{H}_{10}$

(2018 順天堂大)

10. 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

ハロゲンである塩素原子において、電子が収容される最も外側にある電子殻は [ ア ] 殻であり、この殻には [ イ ] の電子が収容されている。この最外殻電子は、原子がイオンになったり、他の原子と結びつくときに、重要な役割を果たし [ ウ ] 電子という。塩素原子には、陽子の数が同じでも、質量数が異なるものがある。これは [ エ ] の数が異なるためであり、①塩素には2種類の安定な同位体が存在する。

塩素原子2個が結びつき塩素分子ができるときには、両方の塩素原子が電子を [ オ ] 個ずつ出し合い [ カ ] することで、[ カ ] 結合が形成される。このとき、塩素分子内の塩素原子は、[ キ ] 原子と同じ電子配置となる。塩素分子は、実験室では、②酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱することで合成される。 ③塩素分子は水に溶けて、さらに一部は水と反応するため、[ ク ] 置換により捕集される。④塩素分子は他のハロゲンの単体と同様に、相手の物質から電子を奪う力が大きく酸化剤としてはたらく。 例えば、塩素分子は加熱した銅と反応し、反応の前後において、銅の酸化数は [ ケ ] から [ コ ] に変化し、塩素の酸化数は [ サ ] から [ シ ] に変化する。

問1 [ ] 内のアからシにあてはまる最も適切な語または数字を入れよ。

問2 下線①に関連して、塩素の原子量を求めよ。なお、塩素には  $^{35}\text{Cl}$  と  $^{37}\text{Cl}$  の同位体がそれぞれ存在比 75.8% および 24.2% で存在し、質量数が原子の相対質量を表すとする。計算の過程を示し答えは有効数字3桁で求めよ。

問3 下線②について、実験室での塩素分子の合成方法を化学反応式で記せ。

問4 下線③について、水と塩素分子との反応を化学反応式で記せ。

問5 下線④について、ハロゲンの単体  $\text{F}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{I}_2$  について、酸化力が強い順に並べよ。

問6 下線④に関連して、次の(1)から(4)のうち、反応が進行するものをすべて記号で選び、その化学反応式を記せ。

(1)  $\text{KCl}$  水溶液と  $\text{Br}_2$

(2)  $\text{KI}$  水溶液と  $\text{Cl}_2$

(3)  $\text{KBr}$  水溶液と  $\text{Cl}_2$

(4)  $\text{KBr}$  水溶液と  $\text{I}_2$

問7 ハロゲンの単体  $\text{F}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{I}_2$  について、沸点が高い順に並べたのち、その理由を簡潔に説明せよ。なお、説明文には分子の極性の有無を含めること。

問8 フッ化水素  $\text{HF}$  と塩化水素  $\text{HCl}$  の沸点をくらべると、 $\text{HF}$  の沸点が異常に高い。この理由を簡潔に説明せよ。

(2017 弘前大)

11. 次の文章を読み、下の(1)～(5)の問いに答えなさい。

必要ならば、原子量は次の値を使うこと。

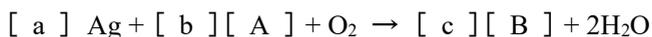
H 1.0 N 14 O 16 S 32 Ca 40

山形県の蔵王温泉は国内で2番目に酸性が強いことで知られている。国内の温泉の泉質に関する定義では、(a)硫黄泉は1kg中に硫黄(硫黄を含む化合物は硫黄の重量)を2mg以上含む温泉とされている。蔵王温泉に指輪など銀製のアクセサリーを身につけて入ると、表面が黒く変色する。これは銀が温泉に含まれる硫化物イオンと反応し、硫化銀を生じるためである。銀は湿った空气中で放置していても次第に変色するが、これは(b)空気中に微量に含まれる硫化水素と反応するためである。このように硫化物イオンによって変色した銀製のアクセサリーは、(c)アルミニウム箔でつつみ、箔内に塩水をいれて加熱すると容易に元の銀白色を取り戻す。

(1) ある温泉水は250℃において、水素イオン濃度が0.050mol/Lの硫酸水溶液であるとす。この温泉水1.0kg中に含まれる硫黄の質量を有効数字2桁で求めなさい。また下線部(a)の定義によるとこの温泉は硫黄泉であるかを答えなさい。ただし、温泉水の密度は1.0g/cm<sup>3</sup>とする。

(2) 群馬県の草津温泉を源流にもつ吾妻川は蔵王温泉と同様に強酸性であり、途中で石灰を用いた中和工場を設けている。河川水は250℃において水素イオン濃度0.050mol/Lの硫酸水溶液であると仮定し、1.0Lの河川水を中和するために必要な酸化カルシウムの質量を有効数字2桁で求めなさい。

(3) 下線部(b)の反応は銀と空気中に含まれる硫化水素と酸素との反応であると考えられている。次の反応式中の[ A ]、[ B ]それぞれに適切な化学式を、[ a ]～[ c ]それぞれに適切な係数を記し、化学反応式を完成させなさい。



(4) 次の[ ]内の金属イオンの中でその塩基性水溶液に硫化水素を通じると、沈殿を生じる金属イオンとその沈殿の色を答えなさい。



(5) 下線部(c)においてアルミニウムを用いる理由を、句読点を含め30字以内で記しなさい。

(2017 山形大)

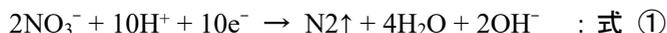
12. 次の文章を読んで、問1～問4の問いに答えよ。

窒素は周期表の15族に属する非金属元素で、原子番号は7である。また、タンパク質の重要な構成元素であり、植物が成長するために必要で、作物を育てるための肥料の三要素の一つである。肥料として土壌中に与えられた窒素を含む化合物は、微生物の作用により、さまざまな物質に変化することが知られている。

畑の土壌に尿素が肥料として与えられると、尿素は土壌中に含まれる水に溶解して、土壌中の嫩生物がもつウレアーゼという酵素によって加水分解されて、アンモニアと二酸化炭素になる。土壌中で、一部のアンモニアは水の存在下でアンモニウムイオンとなり、アンモニアとアンモニウムイオンは平衡状態にある。また、(a)アンモニアの一部は亜硝酸という嫩生物によって亜硝酸イオン( $\text{NO}_2^-$ )になり、亜硝酸イオンは硝酸菌という微生物によって硝酸イオンになる。作物はこれらのアンモニウムイオンや硝酸イオンを吸収して利用する。

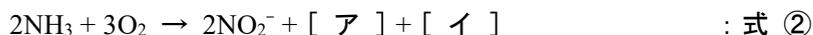
硫酸アンモニウムが肥料として与えられる場合には、アンモニウムイオンの一部はそのまま作物に吸収されるが、一部は平衡状態にあるアンモニアへと変化し、下線部(a)に示した反応により硝酸イオンとなり吸収される。そのとき、土壌中の水溶液のpHは肥料が与えられる前に比べて低下する。(b)土壌中の水溶液を中和するために、炭酸カルシウム、消石灰、生石灰などが与えられる。

一方、水田のように水を満たした環境では、(c)硝酸イオンは、脱窒菌などの微生物の作用によって、最終的に窒素ガスとして大気中に放出される。この反応を出発物質と最終生成物で表すと、式①のようになると考えられている。



問1 下線部(a)の反応で、土壌中の微生物は、窒素を酸化することによってエネルギーを得ている。アンモニア分子，亜硝酸イオンの電子式を書き、アンモニア分子，亜硝酸イオン，硝酸イオンの中の窒素原子の酸化数を求めよ。なお、これらの分子やイオンの中の窒素原子や酸素原子では、最外殻電子の数が8であるとする。

問2 次の式②，式③は下線部(a)の反応を簡略化して、化学反応式で表したものである。



(1) 式②の空欄[ア]，[イ]に当てはまる化学式を書き、右辺を完成させよ。ここで空欄[ア]，[イ]の中には、分子，イオンなどが入る。必要があれば、化学式の前に係数を付けること。

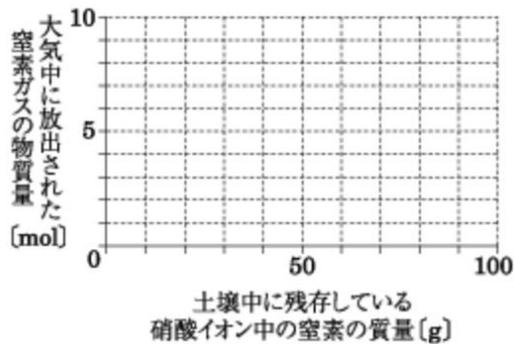
(2) 下線部(a)の反応が起こると、土壌中の水溶液のpHはどのように変化するか。理由とともに、15字以上25字以内で説明せよ。

問3 下線部(b)で、硫酸アンモニウム 5.0kg が土壤に与えられた場合、この硫酸イオンを硫酸カルシウムにして中和するために必要な炭酸カルシウムは何 kg であるかを答えよ。なお、この硫酸イオンは他の物質とは反応しないものとする。

問4 下線部(c)で最初に土壤中に 372g の硝酸イオンが存在していたとする。また、式①の反応だけが起こるとし、反応は除々に進行するものとする。

- (1) 反応が起こる前に土壤中に存在していた硝酸イオン中の窒素の質量は何 g であるか。小数点以下を四捨五入して求めよ。
- (2) すべての硝酸イオンが反応したときに大気中に放出される窒素ガスの物質量は何 mol であるか。小数点以下を四捨五入して求めよ。
- (3) 反応が進行する過程において、土壤中に残存している硝酸イオン中の窒素の質量と、そのときまでに大気中に放出された窒素ガスの物質量 [mol] の関係を解答欄に実線で描け。

〈解答用紙の図〉



(2017 東京農工大)

13. 窒素に関する次の文章を読み、設問(1)~(7)に答えよ。

窒素 N は、原子核の質量数が 14 と 15 の同位体を持ち、原子量は 14.01 である。窒素は元素の周期表の第(ア)周期、(イ)族に位置する。最も外側の電子殻(最外殻)は(ウ)殻であり、最外殻電子は 5 個になっている。単体の窒素は室温で二原子分子  $N_2$  の気体であり、空気のおよそ 78% の体積を占めている。

①塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると、アンモニアが発生する。アンモニアは刺激臭をもつ(エ)色の気体であり、②水溶液は弱い塩基性を示す。アンモニア分子は、1 つの窒素原子と 3 つの水素原子から成り、窒素原子の 5 個の価電子のうち 3 個は 3 つの水素原子のそれぞれの価電子と 3 つの N-H 共有結合をつくり、窒素原子に残る 2 個の価電子は(オ)として存在する。アンモニアは、この(オ)を用いて金属イオンに(カ)結合し錯イオンを形成することができる。

(1) 空欄(ア)~(カ)にあてはまる適当な語句、数字、記号を答えよ。

(2)  $^{14}N$  と  $^{15}N$  の存在比を求めよ。計算過程を示して、最も簡単な整数比で答えよ。ただし、 $^{14}N$  と  $^{15}N$  の相対質量はそれぞれ 14.00 と 15.00 とする。

(3) 窒素分子の電子式を示せ。

(4) 下線部①でおこる化学変化を反応式で示せ。

(5) 下線部①の実験操作に関する以下の問(a)~(c)に答えよ。

(a) 反応容器である試験管に塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを入れ加熱すると、アンモニアが発生する。このとき反応容器の加熱部側に対して出口を少し下に傾けたほうがよい。この理由を述べよ。

(b) 生成したアンモニアは乾燥剤を通してから捕集される。このとき乾燥を用いる理由を述べよ。

(c) アンモニアの捕集には、上方置換、下方置換、水上置換のどれが用いられるかを選べ。この理由も述べよ。

(6) 下線部②について、アンモニアの水溶液が塩基性を示す理由を述べよ。

(7) アンモニアと亜鉛イオン  $Zn^{2+}$  が結合してできる錯イオンの名称と化学式を示せ。また、その構造を立体的に図示せよ。

14. 次の文章を読み、各問いに答えなさい。計算問題は計算過程も示し、有効数字3桁で答えなさい。

物質1モルの量というのは、もともとは原子量あるいは分子量の値にgをつけた量を意味しており、それをモル質量(g/mol)という。その物質1モル中に存在する原子あるいは分子の数はおよそ(ア)個であり、これを分子説を提唱した人物の名にちなみ(イ)数と呼んだ。原子量の基準は最初は水素原子であったが、その後、酸素原子に変更され、その後多少の変更の時期はあったものの、酸素原子が長らく原子量の基準でありその値は(ウ)であった。その後、20世紀になり同位体の存在が明らかになり、酸素原子の場合、同位体は $^{16}\text{O}$ 、 $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$ の3種類存在することが明らかとなった。このような中で、原子量の基準は同じ元素の原子でも、ある特定の質量の同位体を基準にすべきであるという意見が強くなり、1960年、1961年の物理と化学の相次ぐ国際会議で12、13、14の3種の質量数の天然同位体が存在する(エ)原子の同位体の一つである(オ)を原子量の基準にすることが決定され、その値を(カ)とした。そして、その基準となった(オ)の(カ)g中に含まれる原子の数を定数として(キ)とし、それだけの原子や分子を含む物質の量を1モルとしたのである。

問1 文中の(ア)～(キ)に適当な語句または数値を入れなさい。

問2 もし、地球の重力がある日から10%減少し、現在の90%になったとすると、原子の相対質量と、それが受ける重力の大きさの関係が変化する。この関係を変化させないためには、原子量の基準に値をどのように変更すればよいか。ただし、原子量の基準になる同位体の種類は現在のもので変更しないものとする。

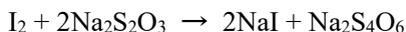
問3 問2において原子量の基準値を変更しなかった場合、①(オ)のモル質量はいくらになるか。②その場合、質量1gの物質(オ)に含まれている原子の数はいくらか。③(キ)の定数の値はどのようになるであろうか。

問4 酸素の同位体は $^{16}\text{O}$ 、 $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$ の3種類存在する。(エ)原子には3種類の天然同位体が存在することを考えれば、地球の大気中に存在する二酸化炭素分子には質量の異なるものが何種類存在すると考えられるか。理由とともに答えなさい。同位体の相対質量はほぼ整数で近似できるものとせよ。

(2017 香川大)

15. 各問に最も適合する解答を解答群より1つ選び出し解答橋に番号で記入しなさい。

(A) ある火山ガス 1L を 50mL の 0.10mol/L のヨウ素水溶液(ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液)に通し、火山ガスに含まれるすべての二酸化硫黄をヨウ素で酸化して硫酸とした。未反応のヨウ素を 0.2mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、20.0mL を要した。この火山ガス 1L に含まれる二酸化硫黄の物質質量(mol)はいくらになりますか。ただし、火山ガスを通じたときに、ヨウ素が酸化する物質は二酸化硫黄のみとし、滴定における反応はつぎのように進行する。



(A) の解答群

- (1)  $1.0 \times 10^{-3}$  (2)  $2.0 \times 10^{-3}$  (3)  $3.0 \times 10^{-3}$  (4)  $4.0 \times 10^{-3}$  (5)  $5.0 \times 10^{-3}$

(B) 容積 8.31L の容器を温度 110°C の水蒸気と窒素の混合気体で満たして密閉し、この容器を冷却したところ 67°C で容器内に水滴ができはじめた。そのまま 37°C まで冷却したとき、容器内で凝縮する水の質量(g)はいくらになりますか。ただし、水の飽和蒸気圧は、67°C で  $2.72 \times 10^4 \text{Pa}$ 、37°C で  $6.20 \times 10^3 \text{Pa}$  とする。

(B)の解答群

- (1) 0.360 (2) 0.540 (3) 1.08 (4) 1.44 (5) 1.80

(C) 炭酸カルシウム 18g に質量パーセント濃度 12% の塩酸 100g を注いだとき、発生する二酸化炭素の質量(g)はおよそいくらになりますか。ただし、原子量は  $\text{Cl} = 35.5$ 、 $\text{Ca} = 40$  とする。

(C)の解答群

- (1) 3.6 (2) 7.2 (3) 7.9 (4) 14 (5) 18

(D) 25°C で濃度 0.01mol/L の硫酸銅(II)水溶液を調製したい。水酸化銅(II)を沈殿させずにこの水溶液を調製できる pH の最大値はいくらになりますか。ただし、水酸化銅(II)の溶解度積は  $1.0 \times 10^{-18.2}(\text{mol})^2$  とする。

(D)の解答群

- (1) 3.9 (2) 5.1 (3) 5.9 (4) 6.9 (5) 8.1

(E) エタンとプロパンの混合気体があり、その体積は標準状態で 11.2L である。この混合気体を完全燃焼させたとき、2.35mol の酸素を消費した。このとき発生した熱量(kJ)はいくらになりますか。ただし、エタンとプロパンの燃焼熱は、それぞれ 1560kJ/mol、2220kJ/mol とする。

(E)の解答群

- (1) 846 (2) 912 (3) 945 (4) 978 (5) 1044

16. 物質の変化に関する、次の問1～4に答えなさい。

問1 窒素の質量パーセントが14.0%の食品1.00g中に含まれる窒素をすべて $N_2$ として取り出した場合、標準状態で何mLの $N_2$ が得られるか。最も近いものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

- ① 0.056mL    ② 0.112mL    ③ 0.224mL    ④ 56mL    ⑤ 112mL    ⑥ 224mL

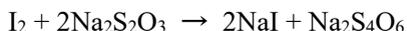
問2 メタンと一酸化炭素の混合気体を完全燃焼させたところ、二酸化炭素が220mg、水が108mg生じた。この燃焼反応で消費された酸素は何mgか。最も近いものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

- ① 128mg    ② 168mg    ③ 192mg    ④ 224mg    ⑤ 256mg    ⑥ 288mg

問3 次の①～⑥の中で、その水溶液が塩基性を示すものを1つ選びなさい。

- ① 塩化ナトリウム    ② 硝酸カリウム    ③ 硫酸ナトリウム  
④ 硫酸水素ナトリウム    ⑤ 二酸化炭素    ⑥ 炭酸水素ナトリウム

問4 ある量の二酸化硫黄を0.100mol/Lのヨウ素液100mLに通じ、反応せずに残ったヨウ素を0.200mol/Lのチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、30.0mL加えたところで終点に達した。二酸化硫黄の物質量は何molか。最も近いものを、下の①～⑥の中から1つ選びなさい。ただし、チオ硫酸ナトリウムとヨウ素は次のように反応する。



- ①  $2.0 \times 10^{-3}$ mol    ②  $4.0 \times 10^{-3}$ mol    ③  $7.0 \times 10^{-3}$ mol  
④  $1.4 \times 10^{-2}$ mol    ⑤  $2.0 \times 10^{-2}$ mol    ⑥  $4.0 \times 10^{-2}$ mol

(2017 日本大)

17. 次の文を読み、問1～8の答えを解答用紙の該当する欄に記入せよ。

空気はさまざまな気体から構成されており、乾燥した空気では、その体積の約78%を窒素が占め、約21%を酸素が占めている。窒素と素に続いて、空気中に多く存在する気体は、アルゴンと二酸化炭素である。

窒素は、常温では化学的に安定な気体だが、自動車のエンジン内などでは高温で酸素と結合して一酸化窒素になる。一酸化窒素は空気中ですみやかに酸化されて、二酸化窒素となる。①二酸化窒素は水と反応し、硝酸と一酸化窒素が生じる。酸素は、さまざまな原子と反応して、酸化物をつくる。②実験室で酸素を発生させるには、触媒に酸化マンガン(IV)を用いて、過酸化水素や塩素酸カリウムの分解反応を利用する。

アルゴンは希ガスのひとつであり、ほかの原子とほとんど化合物をつくらない。③二酸化炭素は、工業的には炭酸カルシウムを強熱してつくられる。④二酸化炭素は、水にすこし溶けて、その水溶液は弱い酸性を示す。近年、工場などから排出される二酸化硫黄や二酸化窒素によって、雨水のpHが4くらいになることもある。

一方、地殻中では、ケイ素が岩石や鉱物の成分元素として、酸素の次に多く存在する。地殻中の元素の割合(質量%)は、酸素、ケイ素、アルミニウム、鉄の順になる。水晶、石英、ケイ砂は、ほぼ純粋な化合物Aである。アルミニウムイオンを含んだ水溶液にアンモニア水を加えると、化合物Bの白色ゲル状沈殿が生成する。鉄に希硫酸を加えると水素を発生して溶け、この水溶液を濃縮すると淡緑色の7水和物の結晶として化合物Cが得られる。

問1 化合物A～Cの化学式を記せ。

問2 下線部①～④の反応の化学反応式を記せ。

問3 希ガスが他の原子とはほとんど化合物をつくらない理由を、電子配置から説明せよ。

問4 次の文(ア)～(オ)の中から、希ガスについて正しく述べている文をすべて選び、その記号を記せ。

(ア) 原子番号10の希ガスはネオンであり、ネオンサインに使われている。

(イ) キセノンは、第3周期の希ガスであり、M殻に最外殻電子をもつ。

(ウ) アルゴンは、2価のマグネシウムイオンと同じ電子配置をもつ。

(エ) アルゴンやクリプトンは、フィラメントの寿命をのばすため、電球の封入ガスに使われる。

(オ) ヘリウムは、不燃性で、水素より軽いので気球の浮揚ガスに用いられる。

問5 炭酸カルシウム 15.0g を、すべて熱分解し、二酸化炭素を発生させた。発生する二酸化炭素の気体は標準状態で何 L か。気体は理想気体として、有効数字 2 桁で答えよ。

問6 雨水の pH が 25°C で 4.5 であった。この雨水中の水素イオンと水酸化物イオンの濃度として最も近い値を、次の(ア)~(タ)の中から選び、その記号を記せ。

- |  |  |  |
|--|--|--|
| (ア) $1.1 \times 10^{-11} \text{mol/L}$ | (イ) $2.2 \times 10^{-11} \text{mol/L}$ | (ウ) $3.2 \times 10^{-11} \text{mol/L}$ |
| (エ) $7.1 \times 10^{-11} \text{mol/L}$ | (オ) $1.1 \times 10^{-10} \text{mol/L}$ | (カ) $2.2 \times 10^{-10} \text{mol/L}$ |
| (キ) $3.2 \times 10^{-11} \text{mol/L}$ | (ク) $7.1 \times 10^{-10} \text{mol/L}$ | (ケ) $1.4 \times 10^{-5} \text{mol/L}$  |
| (コ) $3.2 \times 10^{-5} \text{mol/L}$  | (サ) $4.5 \times 10^{-5} \text{mol/L}$  | (シ) $9.5 \times 10^{-5} \text{mol/L}$  |
| (ス) $1.4 \times 10^{-4} \text{mol/L}$  | (セ) $3.2 \times 10^{-4} \text{mol/L}$  | (ソ) $4.5 \times 10^{-4} \text{mol/L}$  |
| (タ) $9.5 \times 10^{-4} \text{mol/L}$  |  |  |

問7 ケイ素の水素化合物をモノシラン(化学式  $\text{SiH}_4$ )といい、メタンと同じ分子の形をもっている。次の(i)と(ii)に答えよ。

(i) メタン、モノシランはともに常温、常圧で気体である。メタン、モノシランが理想気体とみなせるとき、同じ温度、同じ圧力で、1.0g のメタンの体積の 2.0 倍の体積となるモノシランの質量は何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。

(ii) メタン、モノシラン、炭化ケイ素(化学式  $\text{SiC}$ )における C-H、Si-H、および Si-C の異種原子間結合の原子間距離を、それぞれ  $1.1 \times 10^{-10} \text{m}$ 、 $1.5 \times 10^{-10} \text{m}$ 、および  $1.9 \times 10^{-10} \text{m}$  とする。同じ原子の原子半径は、いずれの異種原子間結合においても同じと考えると、ケイ素の原子半径を有効数字 2 桁で答えよ。

問8 アルミニウムについて、次の実験を行った。(i)と(ii)に答えよ。

〔実験〕空気中に放置されていたアルミニウムの一片を、希塩酸に入れて様子を観察したところ、その表面から無色、無臭の気体が発生した。しかし気体の発生は、しばらくのあいたは穏やかに起こり、その後、徐々に激しくなった。

(i) アルミニウムから気体が発生する反応を化学反応式で示せ。

(ii) 下線部の実験結果を説明するために必要な文を、次の(ア)~(カ)の中から 2 つ選び、その記号を記せ。

- (ア) アルミニウムは軽金属である。
- (イ) アルミニウムは典型元素である。
- (ウ) アルミニウムは不動態をつくる。
- (エ) アルミニウムイオンは錯イオンをつくる。
- (オ) アルミナは酸に溶ける。
- (カ) ミナは強塩基に溶ける。

18. 次の文章を読み、問 1～問 4 に答えなさい。

式量がそれぞれ 331.2 と 166.0 の二つの化合物 A, B がある。この両者の水溶液を混合すると、沈殿を生じた。そこで、この化合物 A, B が反応するときの量的関係を調べるために、次のような実験を行った。化合物 A (あ) g を 250 mL のメスフラスコに量り取り、水を加えて溶解し、0.500 mol/L の水溶液 A を調製した。もう一つ用意した 250 mL のメスフラスコには、化合物 B (い) g を量り取り、1.00 mol/L の水溶液 B を調製した。これらの水溶液を下の表に示したように、混合割合を変化させて三角フラスコに加えた。どれも全量は 50.0 mL であった。これらの混合溶液をよく混ぜ合わせると、どの溶液にも沈殿が生じた。この沈殿をそれぞれ、すべて回収し、乾燥させてその質量を量った。その結果を下の表にまとめた。

なお、沈殿はすべて同じ化合物で、結晶水を含んでいない。

加えた水溶液 A の量(mL)	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0
加えた水溶液 B の量(mL)	40.0	35.0	30.0	25.0	20.0	15.0	10.0
沈殿の質量(g)	2.28	3.43	4.57	5.75	4.60	3.44	2.30

問 1 (あ), (い)に入る数値を、それぞれ有効数字 3 桁で答えなさい。

問 2 この実験結果をグラフに表しなさい。ただし、グラフは水溶液 A の液量を横軸、生成した沈殿の質量を縦軸とする。

問 3 この実験結果から、反応する化合物 A と B の量的関係を答えなさい。

問 4 化合物 X と Y は、 $X + nY \rightarrow P$  の反応式に従って化合物 P を定量的に生成する。それぞれ  $C_X, C_Y$  mol/L の濃度に調製した化合物 X と Y の溶液 X, Y がある。この溶液 X, Y をそれぞれ  $x$  mL と  $y$  mL 加えて、全量が一定の  $t$  mL になるよう混合した(溶液の混合や反応による液量の変化は無視できるものとする)。この混合によって生成する化合物 P の物質量は、 $p$  mol であった。生成した化合物 P の物質量( $p$ )を  $n, x, t, C_X, C_Y$  を用いた式で表すと、 $x$  が ( I ) 以下のときは ( II ) となり、 $x$  が ( I ) を超えた場合は ( III ) となる。

( I ) ~ ( III ) に入る適切な文字式を答えなさい。

(2017 関西医科大学)

19. 次の文を読み、問1～問6に答えよ。必要があれば次の数値を用いること。原子量  $H = 1.00$ ,  $C = 12.00$ ,  $O = 16.00$

ある実験の結果、炭素、水素、酸素からなる有機化合物  $A$   $4.60\text{g}$  を完全に燃焼させると、二酸化炭素  $8.80\text{g}$  と水  $5.40\text{g}$  が生じることがわかった。また、別の実験からは、 $A$  の分子量は  $46.0$  という結果が得られている。なお、 $A$  は常温で①水と任意の割合で混ざり合う液体であり、②ナトリウムと反応すると気体が発生する。これらをもとに、 $A$  について次の1~8のように考えることができる。

1.  $A$   $4.60\text{g}$  を物質質量に換算すると(ア)molである。
2. 二酸化炭素  $8.8\text{g}$  を物質質量に換算すると(イ)molなので、 $A$   $4.60\text{g}$  に含まれる炭素の量は、炭素原子(ウ)molに相当する。
3. 水  $5.40\text{g}$  を物質質量に換算すると(エ)molなので、 $A$   $4.60\text{g}$  に含まれる水素の量は、水素原子(オ)molに相当する。
4. 以上より、 $A$  1分子を構成する炭原子および水素原子の数は、それぞれ(カ)個および(キ)個と計算される。
5. 炭素原子(カ)個分と水素原子(キ)個分の原子量の総和は(ク)であり、 $46.0$  から(ク)を引いて得られる数値から、 $A$  1分子を構成する酸素原子の数が推定できる。
6. 4, 5より、 $A$  の分子式は(ケ)であると考えられる。
7. 分子式(ケ)をもつ有機化合物としては、(コ)と(サ)が挙げられる。
8.  $A$  は、常温で液体であり、ナトリウムと反応する性質をもつので、(コ)であると考えるのが妥当である。

問1 文中の(ア)～(オ)および(ク)に当てはまる数値を有効数字2桁で記せ。

問2 文中の(カ)と(キ)に当てはまる数値を自然数で記せ。

問3 文中の(ケ)に当てはまる分子式を記せ。

問4 文中の(コ)および(サ)に当てはまる化合物の名称を記せ。

問5 下線部①に関連して、次の問いに答えよ。

- (1) モル濃度が  $2.0\text{mol/L}$  である  $A$  の水溶液  $100\text{mL}$  を、電子てんびんと適当なガラス器具を用いて作製したい。必要な実験操作を70~字程度で記せ。ただし、 $A$  や水は蒸発しないものとし、また、実験はある一定の温度のもとで行われるものとする。
- (2) (1)で作製した  $A$  の水溶液の質量パーセント濃度を求めるためには、 $A$  の水溶液のどのような物理的性質(数値)を知る必要があるか、その物理的性質の名称を記せ。
- (3) (1)で作製した  $A$  の水溶液の質量パーセント濃度は、どのように求められるか。(2)の物理的性質(数値)を  $x$  とし、質量パーセント濃度を  $x$  を用いて記せ。

問6 下線部②の反応の化学反応式を記せ。ただし、Aは示性式で記すこと。

(2017 甲南大)

20. 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

現在知られている元素は110種類以上ある。原子は[ア]と[イ]から成り、前者は原子の質量の大部分を担っている。ある元素と別の元素を区別するのは、[ア]に含まれる[ウ]の数の違いによる。これらの元素を組み合わせることであらゆる物質が構成されている。

元素を①[ウ]の数に基づく番号順に並べると②周期的によく似た化学的性質を持つものが現れることが知られており、元素の周期表はこのことをよく表している。一方、[ア]に含まれる[ウ]と[エ]の数の合計を質量数というが、③同一の元素であっても質量数の異なる原子が存在する。一般にはこれらを考慮して原子量が定められている。そして④複数の原子が互いに結合することにより、物質の最小単位である[オ]が形成される。しかし[オ]を形成しない物質もあり、の例として食塩や銅がある。

問1 [ ]内のアからオに適切な語を入れよ。

問2 下線①について、この番号を何と言うか答えよ。

問3 下線②について、この理由はなぜか、簡潔に述べよ。

問4 下線②に関連して、(1) イオン化エネルギーの最も小さい元素のグループ、および(2) 電気陰性度の最も大きい元素のグループのそれぞれの名称を記せ。

問5 下線③について、このような原子を何と言うか答えよ。

問6  ${}^{39}_{19}\text{K}$ について、[イ][ウ][エ]の粒子の数はそれぞれいくつか答えよ。

問7 天然ではカリウムには質量数の異なる原子が存在する。 ${}^{39}\text{K}$ の天然存在比は93%、 ${}^{41}\text{K}$ は7%であり、これ以外の質量数の原子の存在を無視したときの原子量を、計算の過程を示し小数第1位まで求めよ。なお質量数をその原子の相対質量としてよいものとする。

問8 カリウムには天然で放射性的の  $^{40}\text{K}$  もあって、その大然存在比は 0.2% であり、その半減期は  $1.3 \times 10^9$  年である。はじめに 10.0kg のカリウムが存在した時、 $3.9 \times 10^9$  年が経過した後に残っている  $^{40}\text{K}$  の物質量を求めよ。計算の過場を示し、答えは有効数字 2 桁で求めよ。なお質量数をその原子の相対質としてよいものとする。

問9 下線④について、この結合の名称を書け。またこの結合に最も関係の深い粒子を [ ] 内のアからエのうちからひとつ選び、記号で答えよ。

(2016 弘前大)

## 解答

### 1. 2018 奈良県立医科大

問1 (ウ), (エ), (イ), (ア) 問2  $2.2 \times 10^3 \text{L}$

### 2. 2018 聖マリアンナ医科

問1 (え) > (お) > (い) > (あ) > (う) 問2  $1.44 \times 10^{-6}\%$

### 3. 2018 金沢医科大

問1 ⑤ 問2 (1) 28.8 (2) ①⑦ 問3 (1) ④ (2) 1.26 (3) 8.0

### 4. 2018 群馬大

問1 ア 5 イ 3 ウ 4 エ 0.500 オ 6.72 カ 5 キ 3 ク 7.20 ケ  $4.21 \times 10^{23}$

問2 a 気体反応の法則 b 質量保存の法則

### 5. 2018 筑波大

問1 (1) CaO (2)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$  問2 (1) ② (2) 尿素

問3 (1)  $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  (2) 気体 A : 13.3L 化合物 E : 63.1g

問4 風解

### 6. 2018 新潟大

問1 (1)  $^{12}\text{C}$  (2) 同位体 (3) 式量 (4) 原子番号 問2 (ア) 12 (イ) 39.0

(ウ) 40.0 (エ) 40.0 問3 (1) 70.0 72.0 74.0 (2) 9 : 6 : 1

問4 周期表上で同じ族に位置し、価電子数が等しいから

問5 (1) Pb (2) アンモニア水 理由 : 銀イオンは  $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  の反応により錯イオンに変化して溶解し、鉛イオンのみが  $\text{Pb}^{2+} + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4^+$  の反応により水酸化物の沈殿となるから

問6 (1) 224 (2) 97.8% (3) 1.4mg 理由 : 全体と塩化ラジウム存在比との差から、塩化バリウム存在比を算出する段階で、有効数字が1桁減少するから。

### 7. 2018 札幌医科大

問1 3番目 : Al 4番目 : Fe 問2 あ 光合成 い 紫外線 う オゾン

問3  $6.1 \times 10 \text{ mL}$  問4 (b), (c), (d) 問5 体積 :  $2.0 \times 10^5 \text{L}$

$2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$  または  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

問6  $\text{O}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + \text{I}_2 + 2\text{KOH}$

### 8. 2017 奈良県立医科大

問1 ④  $4.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$

問2 ・蒸留水の入った洗瓶から蒸留水の少量をビーカーに注ぎ、ガラス棒でよく攪

拌し 100mL メスフラスコにロートを使用してこぼさないように注ぐ。

・もう一度、蒸留水の入った洗瓶を用い、少量の蒸留水でピーカーの壁面を洗うようにし、洗液を 100mL メスフラスコにロートを使用してこぼさないように注ぐ。

・上記の操作を数回繰り返す。

・100mL メスフラスコの標線近くまで蒸留水を加えたら、ピーカーに少量の蒸留水を入れ、それをこまごめピペットで吸い取って、メスフラスコの標線まで注意深く加える(メニスカスの下部と標線とを合わせる)。

・メスフラスコの共栓で密栓をしたのち、それを手で押さえながら上下に回転させて内容物をよく混合させる。

・できれば、上記の作業は 20°Cの室内で行う。

問3  $3.6 \times 10^{-10} \text{m}$

### 9. 2018 順天堂大

問1 ④ 問2 ③ 問3 ⑤ 問4 (a) ⑥ (b) ③

### 10. 2017 弘前大

問1 ア M イ 7 ウ 価 エ 中性子 オ 1 カ 共有 キ アルゴン ク 下方  
ケ 0 コ +2 サ 0 シ -1 問2 35.5

問3  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

問4  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$  問5  $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$

問6 (2)  $2\text{KI} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$  (3)  $2\text{KBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{KCl} + \text{Br}_2$

問7  $\text{I}_2 > \text{Br}_2 > \text{Cl}_2 > \text{F}_2$  (説明) すべて無極性分子なので、分子間にファンデルワールス力が働くが、その力は分子量が大きいものほど強く、強い分子間力が存在すると沸点が高くなるため。

問8 HF 分子は強い極性がある分子で、分子間に水素結合が生じるため。

### 11. 2017 山形大

(1) 0.80g 硫黄泉である (2) 1.4g (3) A :  $\text{H}_2\text{S}$  B :  $\text{Ag}_2\text{S}$  a 4 b 2 c 2

(4)  $\text{Zn}^{2+}$  白  $\text{Pb}^{2+}$  黒  $\text{Cu}^{2+}$  黒 (5) アルミニウムはイオン化傾向が大きく、硫化銀を還元可能である。

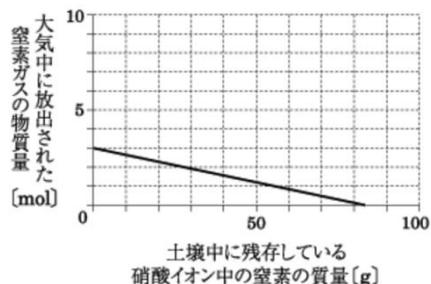
### 12. 2017 東京農工大

問1 アンモニア 電子式  $\cdots \text{H} : \overset{\cdot\cdot}{\text{N}} : \text{H}$  酸化数  $\cdots -3$



亜硝酸イオン 電子式  $\cdots [\overset{\cdot\cdot}{\text{O}} : \overset{\cdot\cdot}{\text{N}} :: \overset{\cdot\cdot}{\text{O}}]^-$  酸化数  $\cdots +3$

硝酸イオン 酸化数  $\cdots +5$



問2 (1) (ア)  $2\text{H}_2\text{O}$  (イ)  $2\text{H}^+$  (2)  $\text{H}^+$ が放出されるので、土壌の pH は下がる

問3 3.8kg 問4 (1) 84g (2) 3mol (3) 上図

13. 2017 信州大

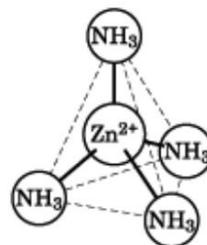
(1) ア 2 イ 15 ウ L エ 無 オ 非共有電子対 カ 配位 (2)  $^{14}\text{N} : ^{15}\text{N} = 99 : 1$

(2)  $:\text{N}::\text{N}:$  (4)  $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$

(5) (a) 反応によって生じる水蒸気が、冷却されて水滴となり加熱部分にあたると、反応容器が破損する可能性があるため。

(b) 発生させるとき、水も一緒に生成し、アンモニアが水によく溶けるため。(c) 水上置換・アンモニアは空気より軽く、水に溶解しやすいため。(6) アンモニアが水と反応して、アンモニウムイオンと共に水酸化物イオンを生じるため。

(7) テトラアンミン亜鉛(II)イオン  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  右図



14. 2017 香川大

問1 ア  $6.02 \times 10^{23}$  イ アボガドロ ウ 16 エ 炭素 オ  $^{12}\text{C}$  カ 12

キ  $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$  問2 10.8 問3 ① 13.3g/mol ②  $5.03 \times 10^{23}$

③  $6.69 \times 10^{23}$  問4 18種類

15. 2017 東京電機大

(A) 3 (B) 3 (C) 2 (D) 3 (E) 5

16. 2017 日本大

問1 ⑤ 問2 ④ 問3 ⑥ 問4 ③

17. 2017 同志社大

問1 A: $\text{SiO}_2$  B: $\text{Al}(\text{OH})_3$  C: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

問2 ①  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$  ② (過酸化水素)  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

(塩素酸カリウム)  $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$  ③  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

④  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$

問3 最外殻に存在する電子が2または8の閉殻または準閉殻の安定な電子配置となっているため。 問4 ア,エ 問5 3.4L

問6 水素イオン濃度…コ 水酸化物イオン…キ 問7 (1) 4.0g (2)  $1.2 \times 10^{-10}\text{m}$

問8 (1)  $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$  (2) ウ,オ

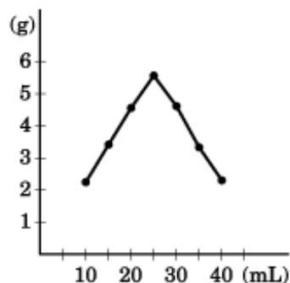
18. 2017 関西医科大

問1 あ 41.4 い 41.5 問2 右図

問3 化合物 A1mol に対し化合物 B2mol の割合で反応する。量的関係を質量比で表すならば、

A : B = 1 : 1 である。

問4 (1)  $\frac{(t-x)C_Y}{nC_X}$  (2)  $\frac{C_X x}{1000}$  (3)  $\frac{C_Y (t-x)}{1000n}$



19. 2017 甲南大

問1 ア 0.10 イ 0.20 ウ 0.20 エ 0.30 オ 0.60 ク  $3.0 \times 10$

問2 カ 2 キ 6 問3  $C_2H_6O$  問4 コ…エタノール サ…ジメチルエーテル

問5 (1) 電子天びんでエタノールを 9.2g はかりとり、100mL のメスフラスコに入れる。エタノールをはかりとった容器を水で洗い、その洗浄液もメスフラスコに入れた

後、水を標線まで加える。 (2) 密度 (3)  $\frac{9.2}{x}$

問6  $2C_2H_5OH + 2Na \rightarrow 2C_2H_5ONa + H_2$

20. 2016 弘前大

問1 ア 原子核 イ 電子 ウ 陽子 エ 中性子 オ 分子 問2 原子番号

問3 原子の価電子の数が周期的に変化するから。 問4 (1) アルカリ金属

(3) ハロゲン 問5 同位体 問6 イ 18 ウ 19 エ 20 問7 39.1

問8  $3.8 \times 10^{-3} \text{mol}$  問9 共有結合 イ