

14族元素

1. 炭素とケイ素は、周期表の(A)族に属する元素である。自然界に存在する炭素原子の約 99%は、質量数(B)の同位体である。それゆえ、炭素が燃えて生成する二酸化炭素の分子中に含まれる炭素の、約 100 個に 1 個は質量数(C)の炭素の同位体である。炭素にはまた、ごく微量ながら、質量数(A)の(D)性同位体が存在し、出土品などの年代測定に利用されている。ダイヤモンドと黒鉛は互いに炭素の(E)である。黒鉛は(F)の伝導性が良く、ダイヤモンドは(G)の伝導性が大変良い。

一酸化炭素は、工業的には、①赤熱したコークスに水蒸気を送ってつくる。または、天然ガス中の(H)と水を高压で反応させても、同様の生成物の混合したガスが得られる。②このような混合ガスを適当な触媒を用いて高温高压で反応させると(I)が得られる。

製鉄所の溶鉱炉でコークスから発生させた③一酸化炭素は、鉄鉱石に含まれる酸化鉄を(J)して銑鉄を得るのに使われる。

④二酸化炭素は、実験室では、炭酸カルシウムに塩酸を反応させてつくる。また、⑤二酸化炭素は水に溶けて弱い酸性を示す。

固体状態の二酸化炭素は(K)と呼ばれている。(K)は二酸化炭素が規則正しく配列してできた(L)であり、 1.01×10^5 Pa のもとでは -78.5°C で(M)する。 5.15×10^5 Pa、 -56.3°C に二酸化炭素の(N)が存在し、臨界点が 73.5×10^5 Pa、 31.1°C にあるので、室温 20°C で適当な圧力を加えれば、(O)状態を見ることができる。

ケイ素は岩石や土壌を構成している成分元素として、地殻中に(P)に次いで多量に存在する。単体は、例えばケイ砂を電気炉中で(Q)し、コークスを用いて(J)してつくる。単体は(R)結合の結晶で、電気伝導性は(S)の性質を示す。そのため、高純度の単体は IC や(T)電池などのエレクトロニクス分野の材料として広く用いられている。

問1 空欄(A)から(T)にあてはまる適切な言葉、数字、物質の名称を記入しなさい。ただし、空欄(H)は化学式も答えなさい。

問2 下線部①から⑤の化学反応式を答えなさい。ただし、触媒は答えなくてよい。

問3 下線部①の反応において酸化された元素名、および反応前と反応後の酸化数の変化を答えなさい。

2. 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

二酸化炭素の固体は[ア]と呼ばれ、冷却剤に使用される。[ア]は、固体から直接気体になる性質をもち、この現象は[イ]と呼ばれる。二酸化炭素は[ウ]個の原子から構成される分子であり、その形は[エ]形である。一方、水分子の形状は[オ]形であり、二酸化炭素とは異なっている。

①二酸化炭素は黒鉛の完全燃焼によって発生させることができる。この②二酸化炭素を水酸化カルシウム水溶液に吹き込むと[カ]色沈殿が生じる。この③沈殿を強熱すると生石灰が得られる。④生石灰に水を加えると再び水酸化カルシウムが生じる。

二酸化炭素を水酸化ナトリウム水溶液に吹き込むと、炭酸ナトリウムが得られる。この⑤炭酸ナトリウムに塩酸を加えると二酸化炭素が発生する。⑥炭酸ナトリウムは炭酸水素ナトリウムを加熱することによっても得られる。

(問1) 説明文中の[]内のアからカにあてはまる適切な語または数字を入れよ。

(問2) 下線①から⑥の反応を化学反応式で記せ。

(問3) 生石灰は、一般にどのような用途に用いられているか。次の(A)から(H)の選択肢の中から最も適当なものを2つ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|----------|------------|---------|
| (A) セッケン | (B) 凝固剤 | (C) 発熱剤 |
| (D) 漂白剤 | (E) 乾燥剤 | (F) 造影剤 |
| (G) 消火剤 | (H) 医療用ギブス | |

(2015 弘前大)

3. 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

周期表 14 族の非金属元素には炭素と[ア]がある。これらの原子は、価電子を 4 個もち、[イ]結合により原子価が 4 価の化合物をつくる。炭素の単体には、ダイヤモンド、黒鉛（グラファイト）、[ウ]などがある。このように、①同じ 1 種類の元素でできているのに、性質の異なる単体を互いに同素体という。

炭素の酸化物である二酸化炭素は、水に少し溶けて、炭酸水となり[エ]を示す。炭酸塩である②炭酸ナトリウムの水溶液は、塩基性を示す。この炭酸ナトリウム水溶液は、塩酸と③2 段階の中和反応を起こす。中和反応後の溶液を加熱して蒸発乾固させると[オ]が結晶として析出する。

(問 1) 文中の[ア]～[オ]に当てはまる最適な語句を以下の語群から選んで書け。

語群：

水素、窒素、ケイ素、酸素、イオン、分子、非金属、共有、半導体、
ドライアイス、シリカゲル、フラーレン、弱酸性、強酸性、
弱塩基性、強塩基性、中性、水酸化ナトリウム、塩化ナトリウム、
ナトリウム、炭酸ナトリウム

(問 2) 下線部①について、同素体とその性質を説明している文として、誤っているものを、次の(1)～(6)の中から二つ選び、記号で答えよ。

- (1) 電気伝導は、ダイヤモンドにはないが黒鉛にはある。
- (2) 密度は、ダイヤモンドのほうが黒鉛より高い。
- (3) 気体の酸素は無色であり、気体のオゾンは淡青色である。
- (4) 空気中で赤リンは黄リンと比べて、より低い温度で自然発火しやすい。
- (5) 斜方イオウは塊状であり、単斜イオウは針状である。
- (6) 斜方イオウの分子式は S_8 であり、単斜イオウの分子式は S_4 である。

(問 3) 下線部②について、水酸化物イオン(OH^-)がともに生成する 2 段階の加水分解の反応式を記せ。ただし、1 段階目の式では、炭酸イオン(CO_3^{2-})を使え。

(問 4) 下線部③について、2 段階それぞれの中和点を知るために用いる指示薬の組合せとして最適なものを、次の(1)～(4)の中から一つ選び、記号で答えよ。

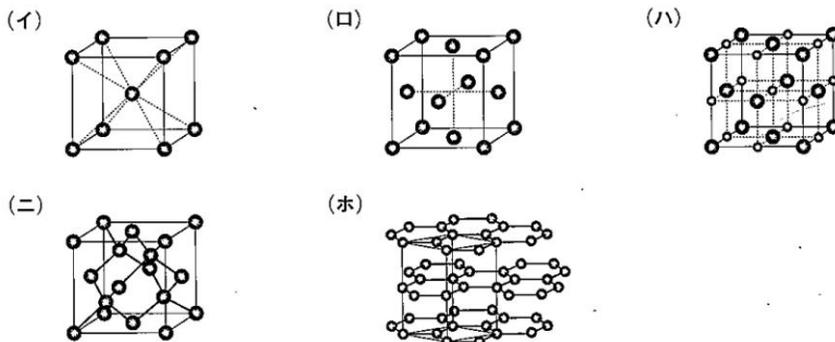
- (1) 1 段階目ではフェノールフタレイン、2 段階目ではメチルオレンジを用いる。
- (2) 1 段階目ではメチルオレンジ、2 段階目ではメチルレッドを用いる。
- (3) 1 段階目ではメチルレッド、2 段階目ではブロモチモールブルーを用いる。
- (4) 1 段階目ではブロモチモールブルー、2 段階目ではフェノールフタレインを用いる。

4. 次の文章を読んで、問1～問10の答えを記述解答用紙の該当欄に記入しなさい。

ケイ素は、地殻中に[A]について多く存在する元素であり、天然には単体として存在せず、二酸化ケイ素やケイ酸塩として存在する。①ケイ素は、工業的には二酸化ケイ素を加熱融解し炭素を用いて還元してつくられる。②ケイ素を、塩化水素ガスと反応させてクロロシラン $\text{SiH}_{4-n}\text{Cl}_n$ ($n=1, 2, 3, 4$) とし、蒸留により高純度化した後に、単体に戻すと超高純度ケイ素が得られる。③二酸化ケイ素は、フッ化水素酸と反応する。また、④二酸化ケイ素は、炭酸ナトリウムとともに融解するとケイ酸ナトリウムとなり、これに水を加えて加熱すると、水ガラスとなる。水ガラスの水溶液に酸を加えるとケイ酸になり、これを乾燥させると⑤シリカゲルが得られる。

(問1) [A]にあてはまる元素を答えなさい。

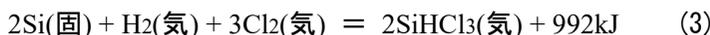
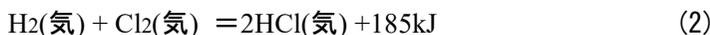
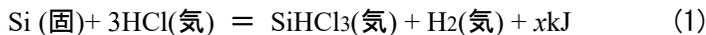
(問2) ケイ素の結晶構造としてもっとも適切なものを以下の(イ)～(ホ)から選び、記号で答えなさい。



(問3) 下線部①の反応を化学反応式で書きなさい。

(問4) 1.0molの二酸化ケイ素が炭素と過不足なく反応したとき、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 2200 K で何Lの気体が発生するか、有効数字を考慮して答えなさい。

(問5) 下線部②において、 $n=3$ の SiHCl_3 では、熱化学方程式(1)が成立する。必要に応じて、熱化学方程式(2), (3)を参照し、(1)の反応熱 x の値を求めなさい。



(問6) ケイ素は(問5)の熱化学方程式(1)に対応する可逆反応で得られる。この反応でケイ素の生成量を増やすためには、温度、HClの分圧、 H_2 の分圧をどのようにしたらよいか。それぞれの項目について、(イ)高くする。(ロ)低くする。(ハ)無関係、のうちから選び、記号で答えなさい。

(問7) 半導体産業では、ケイ素の原料としてクロロシラン以外にシランも用いられ、シランからのケイ素の生成では、次の熱化学方程式(4)が成り立つ。



この熱化学方程式(4)に対応する反応の反応速度定数は、ある温度範囲で式(5)にしたがう。

$$k = Ae^{-\frac{E_k}{RT}} \quad (5)$$

ここで、 A は定数、 T は絶対温度、 E_k は活性化エネルギー、 $R=8.31\text{J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ である。 $E_k=100\text{kJ}/\text{mol}$ であるとき、温度を800Kから900Kに変化させると反応速度定数は 10^y 倍になる。 y の値を小数点以下第一位まで求めて答えなさい。

必要ならば次の数値を用いなさい。 $\log_{10} e = 0.43$

(問8) 下線部③の反応を化学反応式で書きなさい。

(問9) 下線部④の反応を化学反応式で書きなさい。

(問10) 下線部⑤について、シリカゲルは、乾燥剤として利用されている。シリカゲルが水を効率よく吸着する理由として適切なものを下の(イ)~(ヲ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|-----------------|-----------------|--------------------|
| (イ) 多孔質であるため | (ロ) アモルファスであるため | (ハ) 結晶であるため |
| (ニ) 表面に疎水基をもつため | (ホ) 表面に親水基をもつため | (ヘ) 共有結合するため |
| (ト) イオン結合するため | (チ) 粘性が高いため | (リ) 表面積が大きいため |
| (ヌ) 水を分解するため | (ル) 触媒作用のため | (ヲ) 青色から淡赤色に変化するため |

(2015 早稲田大・先進理工)

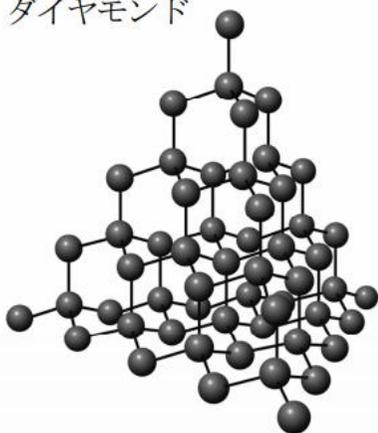
5. 周期表[ア]族の非金属元素には炭素とケイ素があり、いずれも価電子を[イ]個もち、一般に共有結合の化合物をつくる。

炭素の単体は、天然にはダイヤモンドや黒鉛の形で存在する。ダイヤモンドは、炭素原子がすべての価電子を使い、立体網目構造の結晶をつくる(図a)。一方、黒鉛は、炭素原子が[ウ]個の価電子を使って平面構造をつくっており、この平面構造が層状に重なっている(図b)。ダイヤモンドには電気伝導性がないが、①黒鉛には電気伝導性をもつ。

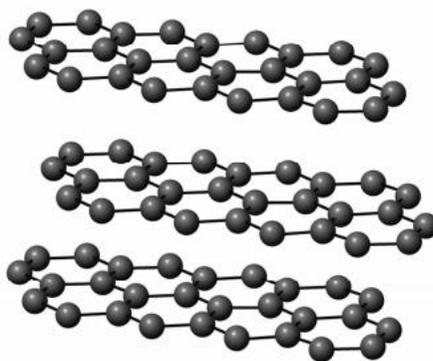
ケイ素は地殻中で[エ]の次に多く存在する元素である。②単体は地殻中に存在する二酸化ケイ素を還元してつくられる。単体のケイ素は[オ]の性質を示し、その特性を生かしてコンピューターの集積回路や太陽電池などに用いられる。

二酸化ケイ素に炭酸ナトリウムを加えて加熱すると[カ]が生じる。これに水を加えて加熱すると、[キ]とよばれる無色透明で粘性の大きな水あめ状の液体が得られる。[キ]に酸を加えると白色ゲル状のケイ酸が生じる。ケイ酸を加熱、脱水すると[ク]が得られる。[ク]の中には微細な空間が多数あるため、吸着剤、乾燥剤として利用される。

(a) ダイヤモンド



(b) 黒鉛



(問1) 文中の[ア]~[ク]に適切な数字または語句を記入せよ。

(問2) 下線部①の黒鉛に電気伝導性がある理由について25字以内で説明せよ。

(問3) 下線部②の反応において、二酸化ケイ素を高温で炭素により還元すると、単体のケイ素と一酸化炭素が得られる。不純物を含む二酸化ケイ素20kgを高温電気炉で炭素を用いて完全に還元したところ8.4kgのケイ素が得られた。反応に用いた二酸化ケイ素の純度(混合物中の質量の割合)(%)はいくらか。また、このとき発生する一酸化炭素の体積(L)は標準状態でいくらか。それぞれを有効数字2桁で答えよ。ただし、不純物は反応しないものとする。

(問4) 次の記述のうち正しいものに○印を、間違っているものに×印を記入せよ。

- (a) ダイヤモンドと黒鉛は互いに同素体である。
- (b) 無定形炭素である活性炭は、吸着剤として用いられる。
- (c) 単体のケイ素はダイヤモンド型の結晶で、かたくてもろい。
- (d) 二酸化ケイ素はフッ化水素酸に溶ける。

(2015 神戸薬科大)

6. 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

炭素は化学の中でもっとも重要な元素といってよい。20世紀後半にはフラーレンやカーボンナノチューブなどの新しい同素体の発見が相次いだ。古くからはダイヤモンドと黒鉛がよく知られている。前者はダイヤモンド構造と呼ばれる結晶構造をとり、[あ]結合性結晶である。炭素の価電子数は[A]個で、ダイヤモンド構造では隣接する[A]個の原子と立体的な構造を形成する。一方黒鉛は隣接する[B]個の原子と[あ]結合をつくり、[い]形の骨格をもつ平面的な層構造を形成している。また炭素原子あたり[C]個の価電子が層全体に共有されるため、よく電気を通す。層間は分子間力の一つである[う]力によって結合されているため、層間にイオンなどを取り込むことができる。このような特性は、リチウムイオン電池で利用されている。また、炭素は作製法によっては規則的な結晶構造をもたない固体を作ることができる。このような周期性をもたない構造をもつ固体物質を一般に[え]と呼ぶ。

炭素原子にはいくつかの同位体が存在する。もっとも存在比が大きい ^{12}C は存在比が98.9%であり、次に存在比が大きい ^{13}C は1.1%である。 ^{14}C はごく微量であるが、放射性同位体であるため、古代の生物が生存していた年代の調査などに用いられる。

(問1) [あ]～[え]にあてはまる適切な語句を記せ。

(問2) [A]～[C]にあてはまる適切な数字を記せ。

(問3) ある方法によって人工的に ^{13}C の濃度を高めたところ、Cの原子量が12.452となった。 ^{13}C の存在比を有効数字3桁で求めよ。ただし、 ^{14}C は微量であるため無視できるとし、 ^{12}C と ^{13}C の相対質量をそれぞれ12.00,13.00とする。

(問4) 常温・常圧においてダイヤモンド構造を有するものを以下の(ア)～(カ)から一つ選び記号で記せ。

(ア) Fe

(イ) Au

(ウ) Si

(エ) MgO

(オ) CO_2

(カ) CH_4

(問5) ダイヤモンドも酸素中で熱すると燃焼する。次の結合エネルギーから炭素(ダイヤモンド)の燃焼熱(kJ/mol)を有効数字3桁で求めよ。なお、 $\text{O}=\text{O}$ (O_2)の結合エネルギーは494kJ/mol, $\text{C}=\text{O}$ (CO_2)の結合エネルギーは799kJ/mol, $\text{C}-\text{C}$ (ダイヤモンド)の結合エネルギーは354kJ/molとする。また、ダイヤモンドは固体であるが、燃焼熱は気体分子の燃焼の場合と同じように物質の結合エネルギーから求められるものとする。

(2016 北海道大)

7. 炭素に関する問題 1～問7に答えよ。

(問1) ダイヤモンド、黒鉛(グラファイト)、フラーレンなどのように、同じ元素からできた単体であっても、異なる性質を示す物質がある。このような物質を互いに何というか。その名称を記せ。

(問2) ダイヤモンド、黒鉛、フラーレンの中で、最も電気伝導性が大きいものはどれか、その物質の名称を記せ。

(問3) 微小な黒鉛結晶が不規則に集まった無定形炭素の一つで、多孔質の構造を持つため吸着力が大きく、脱臭剤などに用いられるものは、一般に何と呼ばれるか、その名称を記せ。

(問4) 黒鉛が薄くはがれやすいのは、黒鉛の平面構造内の炭素原子が[A]で結びついているのに対して、平面構造と平面構造の間は[B]で結びついているためである。このAとBに入る組合せとして最もふさわしいものを①～⑥から選択して、番号で答えよ。

- | | |
|-----------|--------------|
| ① A 共有結合 | B ファンデルワールスカ |
| ② A 共有結合 | B 水素結合 |
| ③ A イオン結合 | B ファンデルワールスカ |
| ④ A イオン結合 | B 水素結合 |
| ⑤ A 金属結合 | B ファンデルワールスカ |
| ⑥ A 金属結合 | B 水素結合 |

(問5) 炭素の単体には、ダイヤモンド、黒鉛、フラーレンの他に、針状結晶として発見された、直径が 10^{-9} m 程度の円筒状(管上)の構造を持つものがある。その単体は一般に何と呼ばれるか、その名称を記せ。

(問6) 炭素の酸化物である一酸化炭素に関して以下の(1)と(2)に答えよ。

(1) 一酸化炭素は、実験室ではギ酸を濃硫酸などと共に加熱し、分解してつくる。このときの反応を示す化学反応式を完成せよ。ただし、Cは示性式で示せ。



(2) 以下の文のEとFに入る最もふさわしい物質名を記せ。

一酸化炭素は血液中のたんぱく質である[E]と結合し、[F]を運搬する機能を失わせるため、人体に対する毒性が極めて大きい。

(問7) 炭素のもう一つの酸化物である二酸化炭素に関して以下の(1)と(2)に答えよ。

(1) 二酸化炭素は、塩基と反応して塩をつくる。このような性質を持つ酸化物は一般に何と呼ばれるか、その名称を記せ。

(2) 二酸化炭素の結晶であるドライアイスは、液体を経ずに直接気化する。このような状態変化は何と呼ばれるか、その名称を記せ。

(2016 秋田大)

8. 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ケイ素は地殻中に（ア）に次いで多く存在する元素である。天然には単体で存在せず、二酸化ケイ素が石英・水晶・けい砂などとして産出される。ケイ砂はガラスやセメントなどのケイ酸塩工業の材料となる。

ガラスは、けい砂に炭酸ナトリウムや炭酸カルシウムなどを加えて融解した後、ゆっくりと冷やしてつくられる。ガラスは、二酸化ケイ素のSiとOがつくる立体構造の中に Na^+ や Ca^{2+} などが入り込み、構成粒子の配列が不規則になり、一定の融点をもたない。このような物質を（イ）という。ガラスにはソーダ石灰ガラス、ホウケイ酸ガラス、鉛ガラス、二酸化ケイ素だけからなるが（イ）である a 石英(シリカ)ガラスなどの種類があり、その性質によって使い分けられている。ガラスは薬品に浸されにくい、b フッ化水素酸は二酸化ケイ素を溶かすため、ガラスの目盛り付けやつや消しに利用される。

問1 文中の（ア）と（イ）にはいる適当な語句を答えよ。

問2 下線部 a のガラスにもっともよく当てはまる性質と用途例を下の表から1つ選び、記号で答えよ。

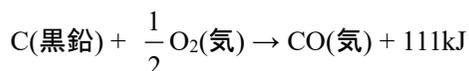
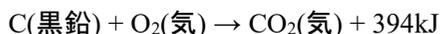
| | 性質 | 用途例 |
|---|---------------------------------|--------------|
| ウ | 安価である。融解しにくく、加工しやすい。 | 窓ガラス・瓶 |
| エ | 多孔質で、吸着性が高い。 | 乾燥剤・吸着剤 |
| オ | 耐熱性・耐薬品性が大きい。光の透過性が高く、紫外線も透過する。 | 光ファイバー |
| カ | 半導体の性質を示す。 | 集積回路 |
| キ | 光の屈折率が大きい。X 線の吸収能が大きい。 | 光学レンズ・放射線遮蔽材 |
| ク | 熱膨張率が小さい。耐熱性・耐薬品性が大きい。 | 実験器具・食器 |

問3 下線部 b を反応式で書け。また、生成するケイ素を含む化合物の名称を答えよ。

9. 文章中の空欄[]に適合する(数値)、(語)句、(名)称、(熱)化学方程式を解答欄に記入しなさい。

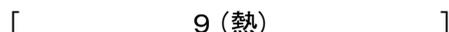
炭素は周期表における[1 (数値)]族の元素であり、炭素原子は[2 (数値)]個の価電子をもっている。天然の単体には、黒鉛や[3 (名)]などが存在し、これらは互いに[4 (語)]である。黒鉛は光沢のある黒色の結晶で、炭素が[5 (語)]結合して網目状の平面構造をつくり、これらの平面同士は[6 (名)]力と呼ばれる弱い分子間力で結ばれ、層構造を形成している。黒鉛は平面に沿って[7 (語)]や熱をよく通す。一方、[3 (名)]はすべての炭素原子が正四面体形に[5 (語)]結合した立体的な構造を持つ無色の結晶で、非常に硬く、[7 (語)]を通さない。

黒鉛 1mol が完全燃焼して CO_2 (気体)に変化したとき、および、不完全燃焼して CO (気体)に変化したときの熱化学方程式は、それぞれ以下ようになる。



黒鉛 4.80g をすべて燃焼させたところ、129.3kJ の熱が発生した。この燃焼時に、不完全燃焼して CO となった黒鉛の割合は[8 (数値)]%となる。

他の炭素の[4 (語)]として、炭素原子 60 個から構成された環状のフラーレン C_{60} が知られている。フラーレン C_{60} の燃焼熱は 25930kJ/mol なので、 C_{60} が完全燃焼するときの熱化学方程式は



となる。よって、黒鉛からフラーレン C_{60} を合成するときの生成熱は[10 (数値)]kJ/mol となり、この生成反応は[11 (語)]熱反応であることがわかる。

10. 次の文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。

元素の周期表において 14 族に属する元素には炭素、ケイ素、スズ、鉛などがある。14 族の元素はすべて最外殻に [ア] 個の価電子をもつ。単体は周期表の下にいくほど金属性が高くなる。

炭素は有機化合物の根幹をなす元素である。炭素の同位体には ^{12}C 、 ^{13}C のような [イ] 同位体の他に放射性同位体である ^{14}C が存在する。

ケイ素は岩石や鉱物の成分元素であり、地球の地殻中に [ウ] 番目に多く含まれる元素である。単体の結晶は、[エ] の性質を示す。この性質を利用して、コンピューターの IC や太陽電池などに使用されている。

スズの単体には、銀白色の金属の他に、低温で安定な灰色の金属（以下、 α -スズと略記する）が存在することが知られている。

鉛は両性元素の 1 つである。両性元素には他に同族のスズ、12 族の [オ]、13 族のアルミニウムがある。

問 1 空欄 [ア]～[オ] にあてはまる数値や語句を書け。

問 2 放射性同位体の原子数は、新たに補充しなければ、指数関数的に減少する。

^{14}C の減少に関する以下の問い a), b) に答えよ。

- a) ^{14}C の初めの原子数を N_0 、半減期（もとの数の半分に減少するまでにかかる時間）を $T_{1/2}$ として、時間 t だけ経過した後の原子数 N を、2 を底とする指数関数を使って表せ。
- b) ^{14}C の原子数が初めの原子数の 12.5% になるまでに必要な時間を年単位で求めよ。ただし、 ^{14}C の半減期 $T_{1/2} = 5700$ 年であるとする。有効数字は 2 桁とし、計算過程を含めて記せ。

問 3 二酸化ケイ素を水酸化ナトリウムとともに加熱したときの化学反応式を書け。この生成物を使ってシリカゲルを作ることができる。ゲルとは何か簡潔に説明せよ。

問 4 ダイヤモンド型構造である α -スズの単位格子を図 1 に示す。原子が互いに接していると仮定して、以下の問い a)～c) に答えよ。

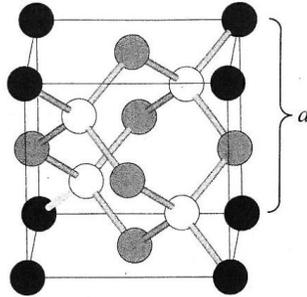


図 1 ダイヤモンド型構造の単位格子。頂点(●)および面心位置(●)に原子が存在する。さらに、面心立方格子を 8 等分した立方体のうち、その半分の中心の位置(○)に原子が存在する。

- 単位格子中に含まれるスズ原子の個数を求めよ。
- 単位格子を 8 等分した立方体のうち、その中心に原子がある立方体について考えて、単位格子の 1 辺の長さ a を原子半径 r で表せ。
- 単位格子の 1 辺の長さ a を $6.46 \times 10^{-10} \text{m}$ 、 α -スズの密度 5.77g/cm^3 と家庭して、スズのモル質量を計算せよ。有効数字 3 桁とし、計算過程を含めて記せ。

問 5 鉛は硝酸に溶けるが、塩酸には溶けにくい。この理由を簡潔に説明せよ。

(2014 信州大)

11. 次の文を読み、問1～問5に答えよ。

ケイ素は岩石や土壌を構成し、地殻中に多く存在する元素である。単体は、二酸化ケイ素を電気炉中で融解し、コークスCを用いて還元してつくる。高純度のケイ素の結晶は、金属と絶縁体の中間の大きさの電気伝導性をもつ。このような性質をもつものを [ア] と呼び、これはコンピューターの集積回路や太陽電池の材料としても用いられている。

ケイ素の化合物である二酸化ケイ素を水酸化ナトリウムとともに加熱すると、ケイ酸ナトリウムになる。これに水を加えて加熱すると [イ] と呼ばれる粘性の大きな透明な液体が得られる。 [イ] に塩酸を加えるとケイ酸の白色ゲル状沈殿が生成し、さらに加熱して脱水すると [ウ] になる。 [ウ] は乾燥剤、吸着剤として利用される。

問1 [ア]～[ウ]に適切な語句を書け。

問2 下線部を化学反応式で書け。ただし、生成物は、ケイ素の単体と一酸化炭素とする。

問3 問2の化学反応式でケイ素原子の酸化数は反応の前後でいくつからいくつに変化したか。 [+2 → +3] のように記せ。

問4 [ウ]と同様に活性炭は吸着剤として使われる。この理由を両者が共通に持つ構造的特徴をあげて説明せよ。

問5 次の表は、二酸化ケイ素の結晶である石英と二酸化炭素の結晶であるドライアイスについてまとめたものである。空欄(1),(2)にあてはまる数字を書け。また、空欄(3),(4)はA群から、空欄(5),(6)はB群から、あてはまる適切なものを選び記号で答えよ。複数あてはまる場合はすべて答えよ。同じものを繰り返し選んでもよい。

表 石英およびドライアイスの性質

| | ケイ素または炭素の 原子価 | 結晶を構成する粒子間の 結合の種類 | 性質 |
|--------|------------------|----------------------|-----|
| 石英 | (1) | (3) | (5) |
| ドライアイス | (2) | (4) | (6) |

- A 群 (a) イオン結合 (b) 金属結合 (c) 共有結合
(d) 配位結合 (e) 分子間力
- B 群 (a) 硬い (b) 軟らかくもろい (c) 展性、延性を示す
(d) 昇華しやすい

(2013 日本女子大)

12. 炭素とその化合物に関する、次の問1～3に答えよ。

問1 次の文を読み、(a)～(n)に適切な語、語句または数値を入れよ。

炭素は(a)族に属する元素で、原子は(b)個の価電子を持っている。同族の元素には(c)や(d)などがあり、原子番号が増すにつれて(e)性が減る。炭素の単体は天然にはダイヤモンドや(f)が存在し、これらは互いに(g)である。ダイヤモンドはすべての炭素原子が(h)結合してできた無色の結晶で、あらゆる物質の中で最も(i)い。(f)は光沢のある(j)色の結晶で、(k)や(l)をよく通す。この他の炭素の単体には、 C_{60} 、 C_{70} などの分子式を持つ球状の分子(m)や、木炭や活性炭のようにはっきりした結晶の状態を示さない(n)がある。

問2 炭素または炭素化合物が不完全燃焼すると、無色・無臭の、水に溶けにくい気体を生じる。この気体について、問(ア)～(ウ)に答えよ。

(ア) この気体は何か。化学式で答えよ。

(イ) この気体は人体にとって極めて有毒である。この理由を述べよ。

(ウ) 空気中でこの気体に点火すると、青白い炎をあげて燃えた。このときの反応を化学反応式で記せ。

問3 二酸化炭素について、問(ア)～(エ)に答えよ。ただし、気体は全て理想気体として扱うものとする。

(ア) 二酸化炭素は水に溶けて弱い酸性を示す。この理由となる反応をイオン反応式で記せ。

(イ) $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 20°C の水 1.0 mL に溶ける二酸化炭素の体積は、標準状態に換算すると 0.87 mL である。密閉容器中で二酸化炭素が 20°C 、 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で水に接しているとき、この水 1.0 L に溶けている二酸化炭素は何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も記せ。

(ウ) 11 g のドライアイスを取り、 27°C で静置したところ、全てが気体となり、その圧力は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。この気体の体積は何 L か。有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も記せ。必要なら、気体定数 $8.31 \times 10^3 \text{ PaL/(Kmol)}$ を用いよ。

(エ) 不純物を 20g 含む石灰石がある。この石灰石に、十分量の希塩酸を加え、標準状態で 2.4L の二酸化炭素を発生させたい。不純物は塩酸と反応しないものとして、問(1), (2) に答えよ。

(1) この反応の化学反応式を記せ。

(2) 必要な石灰石の質量を有効数字 2 桁で求めよ。計算過程も記せ。ただし、発生した二酸化炭素は全て気体になるものとする。

(2009 日本女子大)

13. 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。

炭素には、ダイヤモンド・黒鉛・フラーレンなど多くの〔①〕があり、それぞれの性質は大きく異なっている。例えば、(a)ダイヤモンドは、図 I のような単位格子をもつ結晶であり、きわめて硬い。一方、黒鉛は、網目状の平面構造をつくり、平面構造どうしが〔②〕力で結びついているたけなので、薄くはがれやすい。また、ダイヤモンドは電気伝導性がないが、(b)黒鉛には電気伝導性がある。

炭素の化合物である一酸化炭素は、(c)ギ酸に濃硫酸を加えて加熱すると得られる。また、密閉容器に一酸化炭素と水蒸気を入れて、温度を一定に保つと、式①で表される(d) 平衡状態に達する。

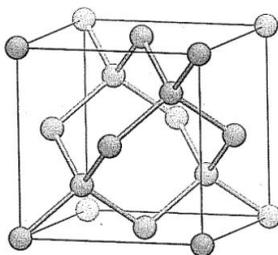
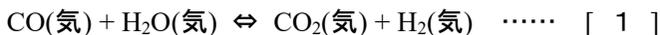


図 I ダイヤモンドの単位格子

問 1 上の文章中の〔①〕および〔②〕に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線(a)について、以下の(ア)～(エ)の結晶の中から、単位格子に含まれるすべての原子やイオンを炭原子に代えるとダイヤモンドと同様の結晶構造になるものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) Si (イ) SiO₂ (ウ) Al (エ) CsCl

問 3 ダイヤモンドにおける炭素原子間の結合距離を r [cm]、アボガドロ定数を N [mol] としたときに、ダイヤモンドの密度を $[\text{g}/\text{cm}^3]$ を次の例にならって r と N で表しなさい。

例) $\frac{2r}{3\sqrt{5}N^2}$

問 4 下線(b)について、黒鉛が電気伝導性を示す理由を 70 字以内で答えなさい。

問 5 下線(c)の反応について、化学反応式を書きなさい。

問6 下線(d)について、平衡状態とは一般的にどのような状態か。50字以内で説明しなさい。

問7 式[1]の反応について、容積 2.0L の密閉容器に一酸化炭を 0.40mol、水蒸気を 0.60mol 封入し、ある一定温度に保つと平衡状態になった。このときの平衡定数を 1.0 とすると、二酸化炭素が何 mol 生成しているか。有効数字は 2 桁とし、3 桁目を四捨五入して答えなさい。

(2019 琉球大)

14. 次の文章を読み、問 1～5 の問いに答えよ。

ケイ素は、地殻中に[ア]に次いで多く存在する元素である。ケイ素の単体は自然界には存在せず、酸化物を還元してつくられる。工業的には、高温の電気炉中での①二酸化ケイ素を素で還元することにより製造される。このとき炭素の量が多いと、研磨剤として利用される[イ]が生成する。

ケイ素の単体は、ダイヤモンドや[イ]と同型の結晶構造をとり、ケイ素原子同士は共有結合で結ばれている。それぞれのケイ素原子は、4 個のケイ素原子と結合しており、正四面体型の基本構造を形成している。ケイ素の単体の結晶の単位格子を図 1 に示す。単位格子の各頂点と各面に位置するケイ素原子は面心立方格子を形成しており、さらに、それを 8 等分してできる立方体のうちの半数の中心にもケイ素原子が存在する。全体として、1 つの単位格子内には[ウ]個のケイ素原子と[エ]個の Si-Si 結合が含まれる。ケイ素の単体は半導体の性質を示し、集積回路や太陽電池などの材料に利用されている。

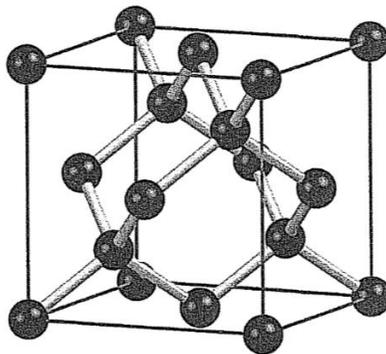


図 1 ケイ素の結晶の単位格子

二酸化ケイ素は、シリカとも呼ばれ、石英・水晶・ケイ砂などとして天然に多量に存在する。二酸化ケイ素は、ケイ素原子と酸素原子が交互に結合した立体網目構造をもち、それぞれのケイ素原子は 4 個の酸素原子と共有結合を形成している。二酸化ケイ素は、ガラスの主成分であり水や酸に対して非常に安定であるが、②フッ化水素酸とは反応して溶ける。この反応は、ガラスの目盛り付けなどに利用されている。一方、二酸化ケイ素は酸性酸化物であり、水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウムなどの塩基とともに加熱すると、ケイ酸ナトリウムを生じる。ケイ酸ナトリウムに水を加えて加熱すると、[オ]と呼ばれる無色透明の粘性の大きな液体が得られる。この液体の水溶液に塩酸を加えると、ケイ酸の白色ゲル状沈殿が生成する。ケイ酸は、 H_2SiO_3 や $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_3$ などの組成をもち、図 2

に示すように、二酸化ケイ素が部分的に加水分解された構造をもつ。ケイ酸を加熱して部分的に脱水させたものはシリカゲルと呼ばれ、③気体や色素分子などを吸着する性質がある。

ケイ素にメチル基などのアルキル基が結合し、ケイ素原子と酸素原子が交互につながった構造をもつ合成高分子化合物はシリコーンと呼ばれ、潤滑油・絶縁剤などに用いられる。

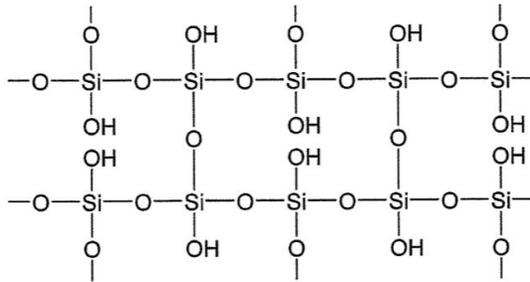


図2 ケイ酸の構造

問1 空欄[ア]～[オ]にあてはまる物質名、化学式または数字を答えよ。

問2 共有結合を切断してばらばらの原子にするのに必要なエネルギーを、その共有結合の結合エネルギーという。結合エネルギーは、結合 1mol あたりの熱量で示される。ケイ素の単体における Si-Si 結合の結合エネルギーは 225kJ/mol、酸素分子の結合エネルギーは 490kJ/mol、二酸化ケイ素の生成熱は 860kJ/mol である。二酸化ケイ素の Si-O 結合の結合エネルギー E[kJ/mol] を求めるためのエネルギー図を示せ。また、その結合エネルギーの値を有効数字 3 桁で求めよ。

問3 下線部①と②の反応の化学反応式を記せ。

問4 下線部③の性質はシリカゲルのどのような構造的特徴によるものかを記せ。

問5 シリカゲルは水を吸着する性質をもち、シリコーンは水をはじく性質(撥水性)をもつ。それぞれの理由を両者の化学構造に着目して説明せよ。

15. 炭素は第 14 族元素であり、[ア]個の価電子をもっていて、黒鉛、グラフェン、ダイヤモンド、フラーレンなどの(1)同素体がある。グラフェンが層状構造をして重なっている黒鉛は、[イ]個の価電子が平面をつくる共有結合に使われ、残りの[ウ]個の価電子が平面内を動き回ることができるために電気伝導性がある。

一方、ダイヤモンドは、炭素原子が[エ]構造の各頂点と中心に位置して、全ての炭素原子が共有結合してできた無色の結晶で、非常に硬く、電気伝導性はない。

炭素の酸化物である一酸化炭素は、無色、無臭の水に溶解し難い有毒気体であり、実験室ではギ酸に[オ]を加えて作ることができる。二酸化炭素は無色、無臭の空気より重い気体で、水に少し溶解、水溶液は弱い酸性を示す。(a)二酸化炭素は、石灰石の主成分である炭カルシウムに塩酸を加えることで発生する。(b)石灰水に二酸化炭素を通じると、いったん白色沈殿が生じるが、(c)さらに通じ続けると白色沈殿は溶ける。また、二酸化炭素の気体を冷却すると固体の[カ]に変化する。

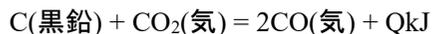
問 1 上の文中の空欄[ア]～[カ]に最も適切な語句や数字を書きなさい。

問 2 下線部(a)～(c)の化学反応式を書きなさい。

問 3 下線部(1)の同素体に関連して、周期表の原子番号 20 番までの元素で同素体が存在する第 15 族の元素名を答えなさい。

問 4 下線部(2)の一酸化炭素に関連して次の問いに答えなさい。

一酸化炭素の製法として、二酸化炭素を加熱した炭第(黒鉛)と接触させる方法がありを次の熱化学方程式で示すことができる。



炭素(黒鉛)の燃焼熱は 394kJ/mol、一酸化炭素(気)の燃焼熱は 283kJ/mol であるとして、反応熱 QkJ を求めなさい。考え方がわかるように途中の計算式も解答欄に書きなさい。

(2019 帯広畜産大改)

16. 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

炭素原子の最も外側の電子殻である(A)殻には、(B)個の電子が入っている。この最外殻電子は(ア)と呼ばれ、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働きをする。炭素と(ア)数が同じである(イ)族元素のうち、最も原子番号の近いのはケイ素である。炭素原子は最大4個の原子と共有結合することが可能である。たとえば、①クロロメタンは炭素原子1個に水素原子3個と塩素原子1個が共有結合した物質である。炭素の単体にはダイヤモンドや黒鉛、フラーレンのように、性質の異なる(ウ)が存在する。黒鉛では炭素原子は他の(C)個の炭素原子と共有結合し、巨大な平面層状構造を形成している。そのため、炭素原子の(ア)のうち1個は動きやすい状態にある。このため、炭素原子の全ての(ア)が結合に関与しているダイヤモンドと比べ、黒鉛の電気伝導性は(エ)。

天然に存在する炭素の(オ)存在比は、 $^{12}_6\text{C}$ が98.93%、 $^{13}_6\text{C}$ が1.0%であり、 $^{14}_6\text{C}$ は極微量しか存在しない。そのため、炭素の原子量は(カ)となる。 $^{14}_6\text{C}$ は炭素の放射性(オ)である。 $^{14}_6\text{C}$ はある種の放射線を放出すると、中性子が1個減り陽子が1個増えることにより、原子番号(D)、元素記号(E)で表される元素になる。

問1 (A)～(E)に入る適切な数値またはアルファベットを記せ。

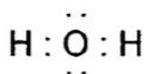
問2 (ア)～(カ)に入る適切な語句を記せ。

問3 (カ)に入る数値を求め、小数第2位まで記せ。ただし、 $^{12}_6\text{C}$ を基準とした $^{13}_6\text{C}$ の相対質量を13.00とする。

問4 メタンと塩素を混合し、その混合気体に光を当てると、メタンの水素原子が塩素原子によって置き換えられる。この反応により下線部①のクロロメタンが生じる。この反応の反応式を記せ。

問5 メタンおよびクロロメタンの電子式を下記の例にならって記せ。

(例)



(2009 岡山大)

17. 14 族の元素である炭素とケイ素に関する次の文章を読み、問 1～4 に答えよ。

天然には、炭素の単体として①いくつかの安定な同素体がある。一方、ケイ素は地殻中の成分元素として[ア]について 2 番目に多く存在するが、②単体としては天然に存在せず、石英のような鉱物の構成成分として③二酸化ケイ素などの形で存在する。

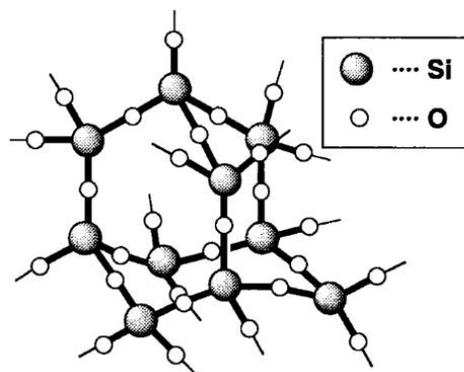
問 1 下線部①の炭素の同素体を 2 つ書け。また、[ア]に適切な元素名を書け。

問 2 互いに同素体の関係にあるものを次の(a)～(g)の中からすべて選び、記号で答えよ。

- (a) 五酸化二リンと黄リン (b) シクロヘキサンとヘキサン (c) オゾンと酸素
(d) ^{35}Cl と ^{37}Cl (e) 斜方硫黄と単斜船黄 (f) 硫化水素と水 (g) メタンとエタン

問 3 下線部②のケイ素の単体は、二酸化ケイ素をコークスで還元することによって人工的に得られる。この反応の化学反応式を書け。

問 4 下線部③の二酸化ケイ素の構造を右図に示す。この二酸化ケイ素の結晶は硬いが、二酸化炭素の結晶であるドライアイスは柔らかい。二酸化ケイ素の結晶とドライアイスの硬さがなぜ異なるのか、その理由を図の構造を参考にして説明せよ。



(2003 大阪市立大)

18. 次の文章を読んで、問1～問7に答えよ。

生体を構成する主要な元素の一つである炭素には、 ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C などの(ア)が存在する。これらの(ア)は、原子の質量が異なるが、いずれも炭素としての化学的な性質はほぼ同じである。また、(a)炭素の単体にはダイヤモンド、黒鉛などの(イ)が存在し、それらは色、硬さ、電気伝導性などの性質が異なっている。

炭素を完全燃焼させて生成する(b)二酸化炭素は、水に少し少し溶けてその水液は(ウ)性を示す。この水液に水酸化ナトリウム水溶液を加え完全に中和させると、炭酸ナトリウム水溶液になる。

問1 上記の空欄(ア)～(ウ)にあてはまる適切な語句を書け。

問2 以下の文A～Dのうち、正しいものを全て選び、記号で答えよ。

A ^{12}C と ^{13}C の原子が持つ電子の数は、同じである。

B 同じ物質量の ^{12}C と ^{13}C の原子の数は、 ^{13}C の方が多い。

C 1mol の ^{12}C と ^{13}C をそれぞれ完全燃焼させて生成する二酸化炭素の体積は、 ^{13}C の方が大きい(いずれも標準状態であるものとする)。

D 1mol の ^{12}C と ^{13}C をそれぞれ完全燃焼させて生成する二酸化炭素の質量は、 ^{13}C の方が大きい(いずれも標準状態であるものとする)。

問3 下線部(a)について、ダイヤモンドと黒鉛はいずれも同じ原子で構成されているにも関わらず、性質が異なるのはなぜか。簡潔に説明せよ。

問4 下線部(b)の反応の化学反応式を書け。

問5 溶液の濃度を表す方法として、質量パーセント濃度とモル濃度が用いられる。これらの定義を式または文章でそれぞれ書け。

問6 個体の炭酸ナトリウムを水に溶解して、1mol/L の炭酸ナトリウム水溶液 1L を正確に調製する方法を、100字程度で説明せよ。なお、説明には使用するガラス器具の名称も書け。また炭酸ナトリウムは、乾燥した無水物(水和水を特たない物質)を用いるものとする。

問7 問6で調製した溶液の質量パーセント濃度は9.80%であることがわかった。この溶液の密度を求めよ。なお、考え方や計算式も示せ。答えは有効数字3桁で示せ。

(2013 京都府立大)

19. 次の文を読み、下記の問1～5に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

サッカーボールのような球状の形態をしたフラーレン(C_{60})と呼ばれる分子は1970年に日本人によって予見され、1985年にその存在が確認された。この C_{60} 分子からなる結晶の単位格子は、面心立方格子である。 C_{60} 分子結晶の中で、もっとも近い2つの C_{60} 分子の中心間を結ぶ距離は1.0nmである。

フラーレン、黒鉛、ダイヤモンドは炭素の同素体であり、ダイヤモンドは(イ)結合の結晶である。 C_{60} 分子結晶は塩化ナトリウムなどと異なり、単一の成分で出来ているので、分子間に(ロ)結合は形成しない。 C_{60} 分子結晶は電氣的に絶縁体であるために、ナトリウムや銀などで見られるような(ハ)電子は存在せず、この電子を介した(ニ)結合も存在しない。また、 C_{60} 分子結晶はすべて炭素で出来ているので、水の結晶などで見られる(ホ)結合も存在しない。これらのことから、 C_{60} 分子結晶を形成する結合は分子間力の中の(ヘ)力によるものと考えられる。この力によって出来ている結晶は融点や沸点が低いものが多い。(ホ)結合を含まない(ヘ)力のみでできた結晶の例として、物質(ト)の結晶が挙げられる。

問1 文中の空所(イ)～(ヘ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。

問2 文中の空所(ト)にあてはまるもっとも適当な物質を、次のa～eから1つ選べ。

a.アンモニア b.石英 c.ヨウ素 d.ケイ素 e.メタノール

問3 C_{60} からなる結晶の単位格子の一辺の長さ(nm)を有効数字2桁でしるせ。

問4 C_{60} からなる結晶の単位格子中に含まれる C_{60} 分子の数を求めよ。

問5 C_{60} からなる結晶の密度は何 g/cm^3 か。有効数字2桁でしるせ。

(2009 立教大)

20. 以下の文章を読んで問いに答えよ。

ケイ素とその化合物は半導体の材料として使われるほか、太陽電池や光ファイバー、ガラスの実験器具、陶磁器、セメントなど身の回りの様々なところで使われている。

化学の実験でよく使うビーカーやフラスコなどの器具はガラスでできていて、その主成分は二酸化ケイ素である。ガラスは化学実験に使う多くの物質に対して安定なために広く使われているが、水酸化ナトリウム水溶液を長期間保存するには適さない。

問1 ケイ素は地殻中では質量%で比較すると2番目に多い元素である。地殻中に一番多く含まれる元素は何か。

問2 ケイ素の単体は自然界に存在しない。自然界のケイ素はどのような形でどこに存在しているか。身の回りの自然の中でケイ素を含むものがどこにあるか、簡単に説明せよ。

問3 二酸化ケイ素と水酸化ナトリウムは反応してケイ酸ナトリウム Na_2SiO_3 を生じる。その化学反応式を書け。

問4 ケイ酸ナトリウムに水を加えて加熱すると水ガラスと呼ばれる無色透明で粘性の大きな液体が得られる。この水ガラスの水溶液に塩酸を加えるとケイ酸 H_2SiO_3 の白色ゲル状沈殿が生成する。水ガラスの構造式をケイ酸ナトリウムの構造式と同じと考えて、塩酸との反応の化学反応式を書け。

問5 問4で白色ゲル状沈殿ができる際に、反応の様子はどのように見えるか。ゲル状沈殿ができるということはどのような見た目の変化を表しているか、実験の観察結果を人に説明することを想定して50字程度で説明せよ。

問6 ケイ酸をさらに加熱して脱水するとシリカゲルができる。シリカゲルは小さな分子を吸着する力が強く、その性質を利用して脱臭剤、脱水剤として広く使われている。無定形炭素でできている活性炭も同様の性質を利用して脱臭剤、脱色剤として利用されている。このような性質を示すうえでシリカゲルも活性炭も同じような構造的特徴を持っている。その特徴について100字程度で説明せよ。

問7 ケイ素は炭素と同族の元素である。その化学的性質には似ている点もあるが、大きく異なる点もある。たとえば、酸化物はいずれも二酸化物が安定に生成し、二酸化炭素と二酸化ケイ素ができる。二酸化炭素と二酸化ケイ素の化学的な性質は大きく異なる。たとえば、二酸化炭素は常温常圧で気体であるが、二酸化ケイ素は固体で、その融点は1000°C以上と高い。この違いは二酸化炭素と二酸化ケイ素の構造上の違いから生じていると考えられる。構造にどのような違いがあり、それが性質にどのような影響を与えているのか、100字程度で説明せよ。

(2015 奈良教育大)

解答

1. 2012 和歌山大

問1 A 14 B 12 C 14 D 放射 E 同素体 F 電気
G 熱 H メタン CH₄ I メタノール J 還元
K ドライアイス L 分子結晶 M 昇華 N 三重点 O 液体
P 酸素 Q 融解 R 共有 S 半導体 T 太陽

問2 ① $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$ ② $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$
③ $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$ または $Fe_3O_4 + 4CO \rightarrow 3Fe + 4CO_2$
④ $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$
⑤ $CO_2 + H_2O \rightarrow HCO_3^- + H^+$

問3 元素名 炭素 酸化数の変化 0 → +2

2. 2015 弘前大

問1 ア ドライアイス イ 昇華 ウ 3 エ 直線 オ 折れ線 カ 白

問2 ① $C + O_2 \rightarrow CO_2$ ② $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$
③ $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ ④ $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$
⑤ $Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$ ⑥ $2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$

問3 C, E

3. 2015 鳥取大

問1 ア ケイ素 イ 共有 ウ フラーレン エ 弱酸性 オ 塩化ナトリウム

問2 4, 6

問3 一段階 $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$
二段階 $HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$

問4 1

4. 2015 早稲田大

問1 酸素 問2 二 問3 $SiO_2 + 2C \rightarrow Si + 2CO$ 問4 $3.7 \times 10^2 L$

問5 219 問6 温度: イ HCl の分圧: ロ H₂ の分圧: イ 問7 0.7

問8 $SiO_2 + 6HF \rightarrow H_2SiF_6 + 2H_2O$ 問9 $SiO_2 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$

問10 イ, ホ, リ

5. 2015 神戸薬科大

問1 ア 14 イ 4 ウ 3 エ 酸素 オ 半導体
カ ケイ酸ナトリウム キ 水ガラス ク シリカゲル

問2 価電子の1つが自由電子として自由に移動しているため。

問3 純度 90% CO の体積 $1.3 \times 10^4 \text{L}$

問4 (a) ○ (b) ○ (c) × (d) ○

6. 2016 北海道大

問1 あ 共有 い 正六角 う ファンデルワールス え アモルファス

問2 A 4 B 3 C 1

問3 45.2% 問4 ウ 問5 $396[\text{kJ/mol}]$

7. 2016 秋田大

問1 同素体 問2 黒鉛 問3 活性炭 問4 ① 問5 カーボンナノチューブ

問6 (1) A HCOOH B H₂O (2) C ヘモグロビン D 酸素

問7 (1) 酸性酸化物 (2) 昇華

8. 2016 藤田保健衛生大

問1 ア 酸素 イ アモルファス 問2 オ

問3 $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$ ケイ酸

9. 2018 東京電機大

1 14 2 4 3 ダイヤモンド 4 同素体 5 共有 6 ファンデルワールス

7 電気 8 25 9 $\text{C}_{60} + 60\text{O}_2 \rightarrow 60\text{CO}_2 + 25930\text{kJ/mol}$ 10 -2290 11 吸

10. 2014 信州大

問1 ア 4 イ 安定 ウ 2 エ 半導体 オ 亜鉛

問2 a) $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$ b) 1.7×10^4 年

問3 $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$

ゲルの説明：流動性を失った半固体状のコロイド溶液

問4 a) 8 個 b) $a = \frac{8\sqrt{3}}{3}r$ c) 117g/mol

問5 鉛が塩酸と反応すると塩化鉛が生じるが、塩化鉛は水に溶けにくいいため、内部の鉛を保護する被膜となり反応が進行しないから。

11. 2013 日本女子大

問1 ア 半導体 イ 水ガラス ウ シリカゲル 問2 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Si} + 2\text{CO}$

問3 $+4 \rightarrow 0$ 問4 両者とも多孔質の性質を持つため、単位体積当たりの表面積が非常に大きいから。 問5 (1) 4 (2) 4 (3) c (4) e (5) a (6) b, d

12. 2009 日本女子大

問1 (a) 14 (b) 4 (c) ケイ素 (d) スズ (e) 非金属 (f) 黒鉛 (g) 同素体 (h) 共有

(i) 硬 (j) 黒 (k) 電気 (l) 熱 (m) フラーレン (n) 無定形炭素

問2 (ア) CO (イ) 吸入するとCOが血中のヘモグロビンと結合してしまい、 O_2 がヘモグロビンと結合して体組織へ運ばれることができなくなってしまうため酸欠状態になるから。(ウ) $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$

問3 (ア) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ (イ) 3.4g (ウ) 6.2L (エ) 13g

13. 2019 琉球大

問1 ① 同素体 ② ファンデルワールス 問2 イ 問3 $\frac{9\sqrt{3}}{2Nr^3} [\text{g}/\text{cm}^3]$

問4 黒鉛は、炭素原子の4個の価電子のうち3個を隣接する炭素原子との共有結合に使い、残りの1個の価電子は、平面構造間を自由に動けるから

問5 $\text{HCOOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}$ 問6 十分に時間がたち、正反応と逆反応の反応速度が等しくなり、見かけ上、変化が見られなくなった状態 問7 0.24mol

14. 2019 大阪府立大

問1 ア 酸素 イ 炭化ケイ素 ウ 8 エ 16

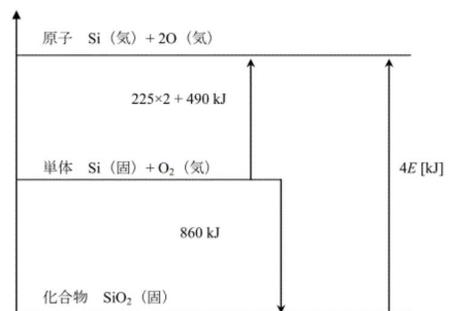
オ 水ガラス 問2 450kJ/mol 右図

問3 ① $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Si} + 2\text{CO}$

② $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$

問4 シリカゲルの構造は多孔質であることと、まだ脱水されないヒドロキシ基が残っていること。

問5 シリカゲルは親水性のヒドロキシ基が残っているため吸水性があるが、シリコーンはヒドロキシ基を持たず、疎水性のアルキル基を有するため撥水性がある。



15. 2019 帯広畜産大

問1 ア 4 イ 3 ウ 1 エ 正四面体 オ 濃硫酸 カ ドライアイス

問2 (a) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (b) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

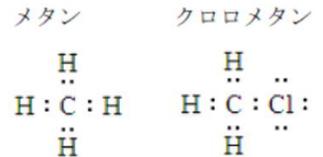
(c) $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 問3 リン 問4 -172kJ

16. 2009 岡山大

問1 A : L B : 4 C : 3 D : 7 E : N

問2 ア 価電子 イ 14 ウ 同素体エ 大きい オ 同位体

問3 12.01 問4 $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ 問5 右図



17. 2003 大阪市大

問1 ダイヤモンド、グラファイト ア : 酸素 問2 c, e

問3 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Si} + 2\text{CO}$ 問4 SiO_2 は共有結合によって作られている結晶であるが、 CO_2 は結合力の弱い分子間力による結晶だから。

18. 2013 京都府立大

問1 ア 同位体 イ 同素体 ウ 弱酸 問2 A, D

問3 ダイヤモンド炭素原子間同士の共有結合が立体構造であるのに対し、黒鉛は平面構造であるから。 問4 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$

問5 質量パーセント濃度 : 溶液に含まれる溶質の質量の割合を百分率で表した濃度
モル濃度 : 溶液 1L あたりに含まれる溶質を、物質量単位で表した濃度

問6 炭酸ナトリウム 100g を電子天びんではかりとり、50mL ビーカーに純水を適量加えて溶かす。1L メスフラスコに水溶液を移し、ビーカーに付着した水溶液も少量の純水で洗浄して移す。メスフラスコの標線まで純水を加え、よく振って均一にする。

問7 $1.08\text{g}/\text{cm}^3$

19. 2009 立教大

問1 イ 共有 ロ イオン ハ 自由 ニ 金属 ホ 水素 ヘ ファンデルワールス

問2 c 問3 1.4nm 問4 4個 問5 $1.7\text{g}/\text{cm}^3$

20. 2015 奈良教育大

問1 酸素 問2 石英などのケイ酸塩鉱物中に、二酸化ケイ素の形で含まれている。

問3 $2\text{NaOH} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 問4 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{NaCl}$

問5 塩酸を加えると、徐々に白く粘性の高い半固体状のコロイドが生成し、水溶液と分離して沈殿となる。

問6 シリカゲルと活性炭は、どちらも表面に多数の細かい穴が存在しており、非常に表面積が大きい。表面の分子が小さな分子を吸着することにより、シリカゲルと活性炭は周辺の分子に対して大きな吸着力を発揮する。

問7 二酸化炭素の固体は、分子間力のみで分子が結合しているので結合が弱く、昇華性がある。一方、二酸化ケイ素の固体は、一つのケイ素原子に四つの酸素原子が共有結合しているので、結合が非常に強く、融点が高い。