

次の文章を読んで、問いに答えよ。

メタン, アンモニア, 水は, それぞれ, 炭素, 窒素, 酸素の水素化合物である。これらの分子の形を決める要因として, 電子対どうしの (ア) があげられる。電子は負の電荷を持っていることから, 電子対どうしが互いに (ア) しい, 分子内で最も (イ) 位置関係になろうとする。

すなわち, (ウ) 電子対や (エ) 電子対の間に生じる (ア) を考えれば, 分子の形や隣り合う2個の結合のなす角度(結合角)を予想することができる。メタン分子では, 4個の価電子を持つ炭素原子が1個の価電子を持つ水素原子4個と4組の (ウ) 電子対をつくり, 分子が形成される。この4組の (ウ) 電子対が互いに最も (イ) 位置になるために, 4個の水素原子を考えるとメタン分子は (A) 形となり,  $\text{H}-\text{C}-\text{H}$  の結合角はいずれも約  $109.5^\circ$  となっている。

また, アンモニア分子には3組の (ウ) 電子対と1組の (エ) 電子対が存在し, それぞれの電子対どうしが (ア) することから, アンモニア分子は (B) 形となる。ここで, アンモニア分子の  $\text{H}-\text{N}-\text{H}$  の結合角は約  $106.7^\circ$  となり, メタン分子の場合よりも小さい。これは電子対どうしの (ア) する力が, 電子対の種類組み合わせによって異なるためである。

水分子も同様に, (ウ) 電子対と (エ) 電子対の組の数を考えると折れ線形となり,  $\text{H}-\text{O}-\text{H}$  の結合角は約  $104.5^\circ$  となる。一方, ベリリウムの水素化合物である水素化ベリリウム ( $\text{BeH}_2$ ) の分子について考えると, ベリリウム原子は (オ) 個の価電子を持つことから,  $\text{BeH}_2$  分子は (C) 形になると予想され, 実際に気体状態ではそのような構造をとることが確認されている。

また, アンモニア分子や水分子は, 水素イオン  $\text{H}^+$  と (カ) 結合すると, それぞれ, (D) 形のアンモニウムイオン, (E) 形のオキソニウムイオンを形成する。

[1] 空欄(ア)から(カ)にあてはまる最も適切な語句または数字を答えよ。

[2] 空欄(A)から(E)にあてはまる最も適切な語句を以下から選び番号で答えよ。  
ただし, 同じ番号を複数回用いてもよい。

- ① 直線,  ② 折れ線(二等辺三角), ③ 三角錐,  ④ 正三角,  
⑤ 正方,  ⑥ 正四面体

[3] メタン分子, アンモニア分子, 水分子の結合角から考えると, (ウ) 電子対どうし [(ウ)と(ウ)], (ウ) 電子対と(エ) 電子対 [(ウ)と(エ)],

(エ) 電子対どうし [(エ)と(エ)] が (ア) する力の大小関係で正しいと予想されるものを以下から選び番号で答えよ。

- ① [(ウ)と(ウ)] > [(ウ)と(エ)] > [(エ)と(エ)]  
② [(ウ)と(ウ)] > [(エ)と(エ)] > [(ウ)と(エ)]  
③ [(ウ)と(エ)] > [(ウ)と(ウ)] > [(エ)と(エ)]  
④ [(ウ)と(エ)] > [(エ)と(エ)] > [(ウ)と(ウ)]  
⑤ [(エ)と(エ)] > [(ウ)と(ウ)] > [(ウ)と(エ)]  
⑥ [(エ)と(エ)] > [(ウ)と(エ)] > [(ウ)と(ウ)]

[4]  $\text{BeH}_2$  分子の電子式を示せ。

分子の概念は, 1811年にイタリアの学者 ア がとなえた分子説に端を発する。いくつかの原子が結びついて1つの物質粒子としてふるまう原子のまとまりを分子という。ただし, 周期表の第 イ 族の元素の原子は, 原子単独で安定に存在するため, 分子とみなされる。分子を構成する原子同士は A 結合により結びついている。分子は構成原子の結合に依存した固有の構造をもっており, その形にはa直線型, 折れ線型, 三角錐型, 四面体型, 平面型などがある。

結合している原子が電子を引き付ける能力である ウ が大きい原子と小さい原子が結合した場合, B にかたよりが生じる。これを結合の エ という。b ウ が異なる2つの原子からなる分子は エ をもつ。分子全体として電荷のかたよりをもつ分子を オ という。

一方, c同一の原子からなる二原子分子の場合は B のかたよりが無い。また, B にかたよりがあっても, 分子の形の対称性により分子全体の エ が打ち消される分子もある。これらを カ という。

分子と分子の間には分子間力とよばれる力がはたらいている。分子間力は気体に比べて固体や液体で大きくはたらく。分子からなる物質は, 一般に, イオンからなる物質に比べると融点や沸点が キ。分子からなる物質の結晶をd分子結晶という。分子間力が小さい分子結晶では, 固体から, 直接, 気体になることがある。この現象を ク という。e ウ が大きい原子と結合した水素原子をもつ分子では, 水素原子が他の分子の ウ の大きい原子と結合をつくることがある。

問1 文中の空欄 ア ~ ク に適当な語句, 数字を書け。

問2 文中の空欄 A に適当な語句を下から選び, 番号で書け。

1. 金属 2. 共有 3. ファンデルワールス 4. 配位 5. イオン

問3 文中の空欄 B に適当な語句を下から選び, 番号で書け。

1. 非共有電子対 2. 価電子 3. 共有電子対 4. 不對電子 5. 自由電子

問4 下線部aの分子の形のなかで, 折れ線型の形をもつ三原子分子の例を1つあげ, 電子式で書け。

問5 下線部aの分子の形のなかで, 三角錐型の形をもつ四原子分子の例を1つあげ, 電子式で書け。

問6 下線部bに該当する分子を1つあげ, 電子式で書け。

問7 下線部cに該当する分子で三重結合をもつものを1つあげ, 電子式で書け。

問8 下線部dのうち, カ からなるものを1つあげ, 名称を書け。

問9 下線部eの性質をもつ三原子分子からなる結晶を1つあげ, 名称を書け。

日本一わかりやすい  
まとめ集・解答集は コチラ

## Theme 化学結合と結晶の性質 立教大学(2013 理)①

1. 次の記述のうち, その内容が正しいものはどれか。
  - a. アセチレンは三重結合を有しているので折れ線型構造である。
  - b. アンモニウムイオンは配位結合を形成しているため, 4つのN-H結合のうち1つの結合が長い。
  - c. 金属を線状に引き延ばすことができる性質を展性という。
  - d. ダイヤモンドは炭素原子が互いに共有結合で連なり, 正六角形の網目構造を形成しているため, 非常に硬い。
  - e. フッ化水素は分子間に水素結合を形成しているため, メタンよりも沸点が高い。
2. イオン結晶の一般的な性質(結晶状態での性質)に関する次の記述のうち, 正しくないものはどれか。
  - a. イオンが静電気力で結びついている。
  - b. イオンが規則正しく並んでいる。
  - c. 硬いがもろい。
  - d. 常温で電気を通さない
  - e. 分子結晶と比べて融点が低い。

解答

水分子 $\text{H}_2\text{O}$ では、水素原子2個と酸素原子1個が共有結合して、最外殻の不足している電子を補いあっている。これにより、**H**は**He**と同じ電子配置になり、**O**は **ア** と同じ電子配置になっている。共有される2個(1対)の電子を共有電子対というが、水素原子と酸素原子の共有電子対を引きよせる度合いが異なり、水分子の共有電子対は **イ** 原子に引きよせられている。水分子の酸素原子は2組の非共有電子対をもっており、水分子は図1に示すように折れ線形をしている。そのため、水分子は分子全体として電荷のかたよりのある **ウ** 分子であり、水分子間で水素結合を形成する。また、水分子は水素イオンと配位結合して **エ** イオンとなるが、 $\text{Cu}^{2+}$ と配位結合した場合には図2に示すように正方形の錯イオン $\text{Cu}[(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ となる。

アンモニア分子も水分子同様に分子全体として電荷のかたよりのあるが、メタン分子ではかたよりが無い。

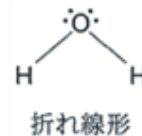


図1

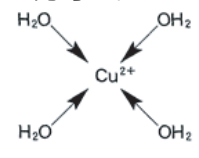


図2

(→は配位結合を表す)

- 問1 文章中の **ア** に入る適切な元素記号を記せ。  
 問2 文章中の **イ** ~ **エ** に入る適切な語句を記せ。  
 問3 下線の記述が表わす用語を次の(a)~(d)から選び、記号で答えよ。

(a) 電子親和力  (b) 電離度  (c) イオン化エネルギー (d) 電気陰性度

- 問4 図1にならい、アンモニア分子とメタン分子の立体構造を描き、その形の名称を記せ。非共有電子対がある場合は、それを立体構造に記すこと。  
 問5 水素結合に関する記述として正しいものを次の(a)~(e)から2つ選び、記号で答えよ。  
 (a) 液体状態では、フッ化水素は臭化水素に比べ分子間の水素結合による引力が弱いので、フッ化水素の沸点は臭化水素に比べ低い。  
 (b) 液体状態では、酢酸はカルボキシル基(カルボキシ基)の間で水素結合して、環状の二量体をつくっている。  
 (c) 液体状態では、メタンは分子間で水素結合による引力が働くので、他の同族の水素化物と比べて異常に高い沸点を示す。  
 (d) 水素結合は共有結合に比べ弱い、イオン結合よりも強い。  
 (e) スクロース(ショ糖)は水分子と水素結合で引き合い水和されるので、水によく溶ける。

解答

## Theme 化学結合と結晶の性質 信州大学(2013 工)

最外殻電子のうち, 化学結合するとき重要な役割を果たす1~7個の電子を特に(ア)という。ナトリウム原子はK殻に2個, L殻に(イ)個, M殻に1個の電子が入った電子配置をもつ。ナトリウム原子は1個の(ア)を放出して陽イオンになりやすい。また, 塩素原子はK殻に2個, L殻に(イ)個, M殻に(ウ)個の電子が入った電子配置をもち, 電子を1個受け取って, 陰イオンになりやすい。塩化ナトリウムや硫酸アンモニウムのように陽イオンと陰イオンが(エ)で引きつけあってできる結合をイオン結合という。水素分子では, 2個の水素原子が(ア)をそれぞれ出し合い, 対になった電子を2個の水素原子が(オ)している。このような結合を(オ)結合という。炭素原子が(オ)結合で結びついたダイヤモンドの結晶では, 炭素原子の周りに別の炭素原子(カ)個が(キ)の頂点を形成するように配列している。鉄や銅などの金属結晶には(ク)と呼ばれる電子が存在し, この(ク)による金属原子どうしの結合を金属結合という。金属結晶は(ク)の存在により引っ張ると伸びる延性やたたくと広がる展性という性質を示す。

- (1) (ア)~(ク)に入る適切な語句または数値を答えよ。
- (2) 金属結晶が延性や展性を示す理由を(ク)の存在と関連させて説明せよ。

解答

## Theme 化学結合と結晶の性質 横浜国立大学(2013 理工)

問. 以下の文中の空欄(ア)～(ク)および(A)～(D)にふさわしいものをそれぞれ指定の語群の中から選び、各用語の前に記載されている数字を解答欄に記入せよ。

(ア)～(ク)の語群：

- (1) 電気陰性度,  (2) イオン化傾向,  (3) イオン化エネルギー,  
(4) 極性,  (5) 無極性,  (6) 共有結合, (7) 金属結合, (8) イオン結合,  
(9) 水素結合, (10) 蒸気圧,  (11) 分圧,  (12) 電気泳動, (13) チンダル現象,  
(14) ブラウン運動,  (15) 凝析, (16) 塩析, (17) 透析,  (18) 疎水,  
(19) 親水,  (20) 保護

(A)～(D)の語群：

- (1) 大きい, (2) 小さい, (3) 等しい,  (4) 高く,  (5) 低く, (6) 等しく

塩化水素分子などの二原子分子では共有結合している原子間に (ア) の差があるとき, (ア) の高い原子に共有電子対がかたより, 分子は (イ) をもつ。しかし, 3原子以上からなる分子については, 分子の形によっても (イ) の有無が変わる。例えば, メタンは正四面体の重心と4つの頂点にそれぞれ炭素原子と水素原子が配置された分子形状をもち, 炭素に共有電子対がかたよる。しかし, 4つの共有結合における電荷のかたよりの方向と大きさがそれぞれ打ち消し合い, メタンは (ウ) 分子となる。

分子からできている物質の沸点は分子の (イ) の有無と強弱, および分子量に依存する。アルカンなどの (ウ) 分子では分子量が (A) 場合に沸点は高い。しかし, (イ) 分子であるフッ化水素は塩化水素より分子量が (B) にもかかわらず相対的に強い (I) を形成するため, 沸点が高くなる。また, 同程度の分子量をもつ物質の沸点を比較すると (イ) 分子の方が (ウ) 分子よりも高い。沸点とは外圧(大気圧)と (オ) が等しくなる温度である。

解答

## Theme 化学結合と結晶の性質 金沢大学(2013 人間社会 理工 医療保険)

水分子は、酸素原子と水素原子からなる。酸素原子には2個の **ア** 電子、水素原子には1個の **ア** 電子が存在するが、水分子では、酸素原子の **ア** 電子と水素原子の **ア** 電子が **イ** 電子対をつくる。**イ** 電子対以外の電子対を **ウ** 電子対という。水分子は **A** 組の **ウ** 電子対をもち、分子の形は **エ** 形となる。水分子の **O-H** 結合では、**イ** 電子対は酸素原子側に偏って存在している。これは酸素原子の **オ** が水素原子に比べて大きいためである。このように、**イ** 電子対がどちらかの原子側に偏っているとき、結合に **カ** があるといい、原子間の **オ** の差が大きいほど **カ** は大きくなる。水分子は **エ** 形の構造のため、分子全体で電荷の偏りが生じている。このような分子を **カ** 分子という。氷の結晶は、水分子間にはたらく **キ** 結合によってダイヤモンドに似たすきまの多い網目構造をとる。このため、氷の密度は水の密度よりも **ク**。

問 **ア** ~ **ク** に入る適切な語句を記入しなさい。また、**A** に入る適切な数字を記入しなさい。

解答

## Theme 化学結合と結晶の性質 東京理科大学(2012 理工 )一部略

次の記述の(ア)～(エ)にあてはまる最も適当なものをA欄より選びなさい。  
塩化ナトリウムは、陽イオンと陰イオンが静電的な引力により (ア) を形成している。  
多数の陽イオンと陰イオンが結合してできた結晶をイオン結晶といい、分子結晶に比べて融点が  
(イ) く、(ウ) いが強くたたくと割れやすい。また、イオン結晶は固体では (エ) 性を  
持たないが水溶液にするとその溶液は (エ) 性を示すようになる。

A 欄

- 12 同位体 13 同素体  14 共有結合 15 イオン結合  16 分子間力 17 シリコーン  
18 二酸化ケイ素  19 一酸化炭素  20 二酸化炭素 21 一酸化窒素 22 二酸化窒素  
23 五酸化二リン  24 酸 25 塩基 26 電気伝導 27 絶縁  28 硬 29 軟らか  
30 高 31 低

解答

## Theme 化学結合と結晶の性質 東京理科大学(2011 理一部 )一部略

イオン結晶は、陰イオンと陽イオンが静電気力によって引き合うイオン結合からつくられている。  
そのため、(a)イオン結晶はたたくと割れ、堅くてもろい。通常、イオン結晶では陰イオンの  
サイズが陽イオンよりも大きいため、陰イオンがつくる空間のすきまに陽イオンを取り込んだ  
構造をもつ。電荷の符号が異なったイオン同士には引力が働き、同じイオン同士には反発力が  
はたらく。そのため、イオン結晶は陽イオンと陰イオンのサイズの違いによって配列構造が違って  
くる。

下線部(a)に示したように、イオン結晶がたたくと割れ、堅くてもろい性質をもつ理由として、  
最も適当なものを解答群から選びなさい。

解答群

- 0 イオン結晶をたたいて変形させたとき、粒子の位置がずれ、同符号の電荷をもつイオン同士が  
向かい合い反発力が働くため。
- 1 イオン結晶をたたいて変形させたとき、粒子の位置がずれ、異符号の電荷をもつイオン同士が  
向かい合い引力が働くため。
- 2 イオン結晶をたたいて変形させたとき、粒子の位置がずれても、新たな位置で周囲のイオン  
と結合できるため。
- 3 イオン結晶のイオン同士の結合が弱く、やわらかいため。
- 4 イオン結晶の隙間が多く密度が低いため。

解答



陽イオンと陰イオンの間にはたらく ア による結合をイオン結合という。また、陽イオンと陰イオンが規則正しく交互に並び、イオン結合によって生じる固体を イ という。塩化ナトリウムと塩化セシウムの イ は、常温において(a)結晶構造が異なる。陽イオンに対する塩化物イオンの配位数は、塩化ナトリウムでは ウ、塩化セシウムでは エ である。

分子を構成する原子は、オ を互いに共有し合うことで安定な電子配置となって結合する。このような結合を共有結合という。例えば、水分子では、酸素原子の カ 個の オ のうち2個が、それぞれ2つの水素原子との共有結合に使われる。このとき、酸素原子は キ 原子と同じ電子配置となる。また、(b)多数の原子が共有結合で結びつけられている結晶を ク という。不活性な希ガスは単原子分子として存在し、オ 数は0個となる。

金属結晶では、オ が金属内を自由に動き回り、金属全体に広がっている。金属は電気や熱をよく伝える性質があり、(c)たたくと薄く広がる性質や(d)引っ張ると長く伸びる性質を示す。

問1 ア ~ ク に入る適切な語句または数字を記入しなさい。

問2 下線部(a)について、塩化ナトリウムと塩化セシウムの結晶構造が異なる要因として最も重要と考えられるものを(A)~(E)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

(A) 電気陰性度  (B) 原子量  (C) 電気伝導性 (D) イオン半径  (E) 電離度

問3 下線部(b)について、炭素の同素体であるダイヤモンドと黒鉛はともに ク であるが、ダイヤモンドがきわめて硬いのに対して、黒鉛はやわらかい。黒鉛がやわらかい理由について、黒鉛の構造的な特徴に着目して60字以内で説明しなさい。

問4 下線部(c), (d)の性質を示す語句を記入しなさい。また、金属が下線部(d), (e)の性質を示す理由について、60字以内で説明しなさい。

解答

## Theme 化学結合と結晶の性質 慶應義塾大学(2012 看護医療 )

一般に, 同じ物質の固体は液体より重い, 水については固体の方が液体より密度が小さいことが知られている。この理由を40字以内で簡潔に説明しなさい。

解答

## Theme 化学結合と結晶の性質 東京理科大学(2013 理1部 )一部略

金属の結晶は, 金属原子が規則正しく配列してできている。金属原子の (㉠) は一般に小さいので, 金属の価電子は特定の原子内にとどまらずに, 結晶内の全ての原子に共有される形で自由電子として結晶中を動き回ることができる。そのため, 電気や熱をよく伝える性質があり, 金属のなかで (㉡) は最も高い電気伝導性を示す。上述のイオン結晶では, 外部から力が加わると結晶が壊れやすいのに対し, 金属では結晶内の原子は特定の原子と結合をつくっているのではなく, 周囲にあるどの原子とも結合することができるため, 金属はたたくと薄く広がる (㉢) や, 引っ張ると長くのびる (㉣) をもつ。金, 銀, 銅などはとくに (㉢) や (㉣) が大きく, この性質を利用して金箔や銅線などが作られる。

(1) 文中の (㉠) ~ (㉣) に最も適した語句また数字等を下の解答群の中から一つ選びなさい。  
解答群

- 01 ハロゲン 02 遷移元素  03 希ガス 04 典型元素 05 非典型元素  06 陰性元素  
07 陽性元素  08 同族元素  09 ナトリウム族 10 アルカリ金属  
11 アルカリ土類金属  12 金属元素 13 非金属元素  14 分子間力 15 クーロン力  
16 反発力  17 ファラデー力  18 遠心力 19 配位結合  20 共有結合  21 積  
22 和 23 比 24 差 25 0 26 1 27 2 28 4 29 6 30 8  
31 10 32 12 33 ファンデルワールス力 34 結合エネルギー  35 原子サイズ  
36 イオン化エネルギー 37 電気陰性度 38 弾性  39 展性 40 延性  41 極性  
42 耐性 43 金 44 銀 45 白金 46 銅  47 アルミニウム

解答

次の文章中の 1 ~ 14 にあてはまる最も適切な語句を下記の選択肢の中から選び、記号で答えなさい。ただし、選択肢は同じものを二度使用してはならない。

イオン結合は陽イオンになりやすい原子と陰イオンになりやすい原子間で成立しやすい。したがって、関与する原子のイオンになりやすさの尺度である 1 と 2 は重要である。特に、1 は原子の 3 を反映して、原子番号とともに顕著な周期性を示す。また、これら 1 と 2 は、共有結合における共有電子対を引きつける強さを相対的な数値で表した 4 と密接に関係している。

共有結合している2原子間の 4 の差は、結合原子間の 5 の偏りを意味する結合の 6 を生ずる。結合の 6 は分子の 7 と深く関係し、分子の 6 へと発展する。例えば、CO<sub>2</sub>分子とH<sub>2</sub>O分子において、C-O結合とO-H結合は共に結合の 6 はあるが、両分子はその 7 の違いによって、CO<sub>2</sub>分子は 8 分子であり、H<sub>2</sub>O分子は 6 分子である。

分子の 6 は、分子が集合体を形成するとき分子間に作用する 9 と深く関係している。6 分子間に作用している 9 は主に 10 である。一方、8 分子の液化の過程、11 結晶の低融点性および昇華性の面において重要な役割を演じているのは 9 の一種である 12 である。また、似たような 7 の 8 分子どうしでは 13 の大きな分子ほど沸点、融点が高くなる。

以上のことから、物質の 7 と性質は密接な関係があることがわかる。したがって、化学結合の主役である 14 の挙動は、物質の多様性を理解するうえで、最も基本的な事象の一つである。

ア 価電子イ 分子量ウ 分子間力 エ 無極性 オ 電子親和力 カ 構造  
 キ 反応性ク イオン化エネルギーケ 電気陰性度 コ 水素結合サ 静電気力  
 シ ファンデルワールス力 ス 極性セ 電子配置 ソ 電荷分布  
 タ イオンチ 分子ツ 原子間力

解答

## Theme 化学結合と結晶の性質 日本女子大学(2011 理 )

問 次の文を読み, 以下の( a )~( i )に適切な語, 語句または数字を入れよ。  
結晶はその構成粒子間の結合の種類からイオン結晶, 分子結晶, 金属の結晶, 共有結合の結晶に分類される。イオン結晶では陽イオンと陰イオンが( a )力で引き合っている。分子結晶は分子が規則正しく配列してできた固体であり, ( b )力により分子が引き合っている。  
一般に( a )力は( b )力よりも結合の力が( c )いため, イオン結晶の融点は分子結晶に比べ( d )い。金属の結晶は, 結晶中を( e )が自由に動き回ることによって電気をよく通す。金属の単体で最もよく電気を通すのは( f )である。金属を叩くと箔のように薄く広がる性質を( g )という。共有結合の結晶には炭素の同素体である( h )や( i )があり, ( h )は電気を通すが( i )は通さない。

解答

## Theme 化学結合と結晶の性質 早稲田大学(2011 教育 )一部改

イオン結晶や共有結合性結晶と比べて, 分子結晶の特徴として適当なものを以下から選び, 番号で書け。

1. やわらかい
2. かたい
3. 融点が低い
4. 融点が高い
5. 電気伝導性が大きい
6. 電気伝導性が小さい

解答

# Theme 化学結合と結晶の性質 岐阜大学(2011 医 工 応用工学)

右の表は周期表の一部を示したものである。元素は典型元素と遷移元素に分けられる。典型元素では、原子番号の増加とともに  $\alpha$  の数が周期的に変化するので、同一周期中の元素の化学的性質は周期的に変化する。一方、遷移元素は、原子番号が変わっても  $\alpha$  の数があまり変化しない。

族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
周期 1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

$\alpha$  は、原子がイオンになるときや原子どうしが結びつくときに重要な役割を果たし、化学結合に深く関係している。イオン結合は、陽イオンと陰イオンが  $\beta$  で引き合っただけの結合である。陽イオンになりやすい元素は、原子から電子1個を取り去るのに必要なエネルギー、すなわち  $\gamma$  が小さい。一方、陰イオンになりやすい元素は、原子が電子1個を取り込んで1個の陰イオンになるときに放出されるエネルギー、すなわち  $\delta$  が大きい。金属結合は、 $\gamma$  が小さく  $\alpha$  を放出しやすい原子の間で、自由電子が共有されてできる結合である。共有結合は、2つの原子がそれぞれの電子を出し合っただけで生じる結合である。異なる原子間で共有結合が形成されると共有電子対はどちらかの原子の方に強く引きつけられる。この引きつける強さを示す尺度を  $\epsilon$  といい、結合に電荷のかたよりのあることを「結合に極性がある」という。例えば、二酸化炭素の分子を構成する結合には極性がある。しかし、二酸化炭素は、分子全体としては極性を持たない。

元素の周期的な性質はその化合物の性質にも関係する。上の周期表の14~17族の元素の水素化合物を比較すると、 $\zeta$  族の水素化合物は極性を持つのにに対し、 $\eta$  族の水素化合物は極性を持たない。その結果、同一周期の水素化合物の沸点を比較すると、 $\zeta$  族の方が  $\eta$  族よりも常に高くなる。さらに、 $\zeta$  族元素の水素化合物の沸点を比較すると、第2周期の化合物が他の周期の化合物より異常に高い。これは、第2周期元素の水素化合物を構成する原子の  $\theta$  の差が大きく、結合の極性が大きくなり、強く正の電荷を帯びた水素原子が、隣接分子の強く負電荷を帯びた原子との間で  $\iota$  を作るためである。

問. 文中の  $\alpha \sim \theta$  ,  $\iota$  に適切な語句を答えよ。また、 $\zeta$  と  $\eta$  については適切な族番号を全て記せ。

解答

二つの原子間で共有結合ができるとき、それぞれの原子が共有電子対を引きつける強さの程度を数値で表したものを  $\chi$  という。 $\chi$  の値は、陰性の強い元素ほど大きい。周期表上で比べてみると、同一周期の元素では右へいくほど増加し、 $\chi$  で最大となる。また、 $\chi$  元素では上にいくほど大きくなる。

同種の原子間の共有結合では、共有電子対はどちらの原子にもかたよらずに存在する。一方、異種の原子間の共有結合では、共有電子対は、 $\chi$  の大きい原子の方にかたよって存在する。このように、結合に電荷のかたよりのあることを、結合に極性があるという。多くの分子は結合の極性、分子の形などから、極性分子と無極性分子に分けられる。

極性分子は水に溶解しやすいものが多い。例えば、エタノール $C_2H_6O$ の分子には極性が大きい  $-OH$  基と極性が小さい  $-CH_3$  基が存在するが、水分子と水素結合をつくり水和している。また、グルコース $C_6H_{12}O_6$ などの糖類も分子中に複数の  $-OH$  基をもち、水に溶解しやすい。一般に  $-OH$  基のように水和しやすい部分を  $-OH$  基、 $-CH_3$  基のように水和しにくい部分を  $-CH_3$  基という。

問1 文章中の  $\chi$  ~  $\chi$  に適切な語句を記せ。

問2 極性が最大の結合と最小の結合を、次の①～⑤からそれぞれ選べ。

①  $O-H$  ②  $N-H$  ③  $C-H$  ④  $F-H$  ⑤  $F-F$

問3 窒素、塩化水素、水、二酸化炭素、アンモニア、メタンの中から極性分子を3つ選び、それぞれの電子式および分子の形を記せ。また、残りの無極性分子3つについても、それぞれの電子式および分子の形を記せ。

問4 下線部を参考にして、水にエタノールを溶解させたとき、水分子とエタノール分子を構成する原子間でどのように水素結合を形成するか、60字以内で述べよ。

解答