

1学期 期末試験 対策講習

高1 甲陽物理化学

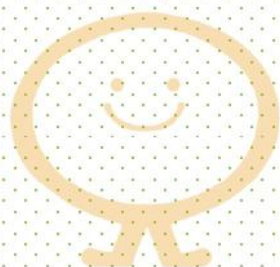
本教材は

化学「化学結合と結晶」「分子の形、極性」等

の範囲から重要度の高い問題を集めています。

間違った問題は、本番では必ずできるように何度も解き直しを
してください。

※ 次回もこのテキストを使用しますので
忘れずにご持参ください。



STUDY COLLABO.

1 次の化合物について、化学式は名称で、名称は化学式でそれぞれ記せ。

- | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| (1) NH_4Cl | (2) K_2SO_4 | (3) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ |
| (4) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ | (5) KHCO_3 | (6) 酸化アルミニウム |
| (7) リン酸カルシウム | (8) 硫化銅(I) | (9) シュウ酸亜鉛 |
| (10) 次亜塩素酸ナトリウム | (11) 水素化マグネシウム | (12) クロム酸銀 |

2 次の金属イオンと配位子によって生じる錯イオンの化学式、名称および形を答えよ。

- (1) Ag^+ と NH_3
- (2) Zn^{2+} と OH^-
- (3) Cu^{2+} と NH_3
- (4) Fe^{3+} と CN^-
- (5) Al^{3+} と OH^-

3 「化学結合および物質の形成」について、次の文を読んで、問1～問6に答えよ。

貴ガス型電子配置でない原子、つまり **ア** 構造にない原子は、その安定化をはかるために他の原子と、電子を仲介とした関わり合いをもつ。その結果、原子間に化学結合が形成される。化学結合は次に示す、① **イ** 結合、② **ウ** 結合、③ **エ** 結合の3つに大別される。

イ 結合：	ウ 元素の原子と オ 元素の原子との間に多くみられる結合。両者の間で電子の完全な授受が起こり、互いに電荷を帯び、 カ 力によって引き合う結合。
ウ 結合：	ウ 元素の原子どうしの キ を仲介役とする結合。
エ 結合：	オ 元素の原子どうしが、互いにその ク を提供し合い ケ を形成することによる結合。このとき、結合に用いられていない電子対を コ という。

これらはいずれも肉眼では見えない“ミクロな原子間の結合”であると同時に、実際に目に見えるマクロな物質を構築する際の“構成粒子間の集合力”にもなり得る結合である。それぞれの結合のみで形成された物質は、特に固体の場合、④ **イ** 結晶、⑤ **ウ** 結晶、⑥ **エ** 結合結晶と呼ばれ、これらの物質を表す化学式は、特に **サ** といわれる。

ところで、マクロな物質が構築される過程にはもう一つある。それは、原子どうしが **エ** 結合によって **シ** を形成し、これが原子や **イ** とは異なる新たな構成粒子となって、さらに別の第四の集合力である⑦ **ス** によりマクロな物質を形成するものである。この形態でできた固体は⑧ **シ** 結晶といわれる。**シ** は単独で“オクテット則”を満たしており安定に存在できる粒子だから、これらの集合力である **ス** は、他の結合力とは明らかに性質が異なる。**ス** には、いくつか性質の異なるものが存在している。

また、⑨ **セ** 結合とよばれる化学結合も知られているが、これは **コ** を一方的に提供することで成り立つ結合で、形成過程が異なるだけで本質的には **エ** 結合と同じ結合であると考えられている。このとき、**コ** を提供する **イ** や **シ** を **ソ** と呼ぶ。

問 1 ア～ソにあてはまる語句を記せ。

問 2 次の(タ)～(ナ)の物質が結晶状態にあるとき、下の(1)、(2)にいずれも番号で答えよ。

- | | | |
|--------------|--------------|----------|
| (タ) 酸化アルミニウム | (チ) 炭化ケイ素 | (ツ) 塩化水素 |
| (テ) ステンレス鋼 | (ト) 塩化アンモニウム | (ナ) ネオン |

(1) 各結晶は、文中の下線部④～⑥および⑧のいずれに分類されるか。

(2) 各結晶中に存在する結合および集合力を、文中の下線部①～③、⑦および⑨からすべて選べ。

問 3 次の a～d の記述について、下の(1)、(2)に答えよ。

- a. 一部の例外を除いて、電気伝導性は(ニ)が、極めて硬く融点も非常に高い。あえて“giant molecule”，つまり日本語では(ヌ)と呼ばれることがある。
- b. 融点は一般に高いものが多いが、例外的に常温で液体のものもある。外力に対して(ネ)性や(ノ)性を示し、状態にかかわらず電気や熱の良導体である。
- c. 外力に対する硬度は高いが、その反面もろく(ハ)を起こす。(ヒ)状態以外では電気伝導性を示す。また、水溶液にしても電気を流す。
- d. 一般に固体は軟らかく融点が高い。(フ)性と呼ばれる特殊な状態変化をする性質をもつものがある。状態にかかわらず電気伝導性は(ヘ)。

(1) (ニ)～(ヘ)にあてはまる語句を記せ。

(2) a～c の記述は、下線部④～⑥および⑧のいずれかの性質を述べたものか。番号で答えよ。

問 4 次の①～⑤のうち、陽イオンと陰イオンが、ともにアルゴン原子と同じ電子配置をもつものを選び番号で答えよ。 ① KBr ② KCl ③ LiF ④ MgCl₂ ⑤ NaF

問 5 グラファイトは電気伝導性をもつ。この理由を答えよ。

問 6 次の(1)～(5)の物質の組合せで、融点が高い方(最も高いもの)を化学式で答えよ。ただし、(1)については、その物質を選んだ理由を簡潔に記せ。

- (1) 塩化ナトリウム 臭化ナトリウム フッ化ナトリウム ヨウ化ナトリウム
- (2) 二酸化ケイ素，二酸化炭素 (3) 塩化カリウム，ナフタレン C₁₀H₈
- (4) 塩化ナトリウム，酸化マグネシウム (5) カリウム，カルシウム

4 「電子対反発則」について、次の文を読んで、問 1～問 5 に答えよ。

分子を構成する原子が 3 個以上になると分子は様々な形をとるようになる。分子を構成する原子の幾何学配置によって、直線形、折れ線形、正四面体形などというように分子の立体構造が表現される。このような分子の形の違いは電子対反発則によって予想することができる。電子対反発則は 2 つの仮定から成り立つ。1 つ目の仮定は「分子の中心に位置する原子のまわりの電子対は互いに反発し合うので、お互いにできるだけ遠い位置を占める」というものであり、2 つ目の仮定は「電子対どうしの反発の強さには大小関係があり、これによって結合角が変化する」というものである。電子対反発則に基づいて分子の立体構造を考えてみよう。

原子 3 個で構成される水分子 H₂O では、中心原子の酸素はア殻にイ個の価電子をもつので、水分子の酸素原子の周りには共有電子対がウ組と非共有電子対がエ組存在する。したがって、

1 つ目の仮定から、水分子は結合角 $\angle\text{HOH}$ が、オ(立体構造)分子であるメタン CH_4 の $\angle\text{HCH}$ と同じ 109.5° のカ(立体構造)と予想される。実際の水分子の立体構造は予想と一致しているが、結合角は $\angle\text{HOH}$ は 104.5° である。結合角が予想より小さいのは2 つ目の仮定により理解できる。

原子 4 個で構成されるアンモニア NH_3 についても、中心原子である窒素のまわりには合わせてキ組の電子対があり、1 つ目の仮定から、結合角 $\angle\text{HNH}$ が 109.5° となるク(立体構造)と予想される。確かにアンモニアは予想通りの形ではあるが、実際の結合角 $\angle\text{HNH}$ は 106.7° であり 109.5° より小さく、水の 104.5° より大きい。これもまた2 つ目の仮定から理解できる。

一方、三酸化硫黄 SO_3 について考える。中心原子の硫黄のまわりには、硫黄原子と酸素原子の双方から電子がケ個ずつ提供された電子対の組と、コ原子のみから提供された電子対がサ組存在する。よって、 SO_3 は NH_3 と同じ4 原子分子ではあるが、その立体構造は異なり、1 つ目の仮定から結合角 $\angle\text{OSO}$ がシ度のス(立体構造)と予想される。

また、電子対反発則は、多原子イオンの立体構造についても適用できることは重要である。

問 1 ア～スにあてはまる語句、数値、立体構造を記せ。ただし、**立体構造**については、次の①～⑨から**選び番号**で答えよ。

- ① 直線形 ② 折れ線形 ③ 平面三角形 ④ 平面正方形 ⑤ 平面正六角形
⑥ 三角すい形 ⑦ 四角すい形 ⑧ 正四面体形 ⑨ 正八面体形

問 2 次の①～⑤のうち、ルイス式中の非共有電子対の数が最も多いものを選び記号で答えよ。

- ① 窒素 ② 硫化水素 ③ 二酸化炭素 ④ 二酸化硫黄 ⑤ フッ化水素

問 3 次の(1)～(5)をルイス式で、(6)～(9)を構造式でそれぞれ記入例にならって示せ。また、(1)～(3)と(6)、(7)について、それぞれの立体構造を電子対反発則で予想し、問 1 の選択肢①～⑨から選べ。

- (1) 亜硫酸イオン (2) 炭酸イオン (3) オキシニウムイオン (4) 水酸化物イオン
(5) シアン化カリウム (6) リン酸イオン (7) 亜塩素酸イオン (8) 硝酸イオン
(9) 硫酸

問 4 次の(1)、(2)について、()内の記載に留意して示せ。

- (1) ギ酸 HCOOH の構造式(過酸化結合はもたない)。
(2) ニトロニウムイオン NO_2^+ のルイス式(電子式)(各原子がオクテットを満たす可能なものを1 つ)。

問 5 文中に記されたメタン、アンモニア、水の各分子中の結合角の大小関係から、下線部“2 つ目の仮定”について、次の①～③の電子対の反発の強さを、強いものから順に番号で答えよ。

- ① 共有電子対どうし ② 非共有電子対どうし ③ 共有電子対と非共有電子対

問 6 次の中から極性分子をすべて選び番号で答えよ。

- ① 二酸化硫黄 ② アセチレン C_2H_2
③ 四フッ化ケイ素 SiF_4 ④ 二酸化炭素
⑤ ジクロロメタン CH_2Cl_2 ⑥ 三塩化リン PCl_3
⑦ オゾン ⑧ 硫化水素 ⑨ ヨウ素

5 次の文を読んで、問1～問3に答えよ。

右の図は、周期表の第14～17族の水素化合物の周期と沸点を示したものである。図中①のグラフは ア 族を、②のグラフは イ 族を示している。

①～③のグラフがすべて④よりも上にきているのは、分子間力のうち ウ が主たる要因である。

また、第3周期以降では、すべての族周期が大きくなるにつれて沸点が高くなっている。これは分子間力のうち エ が主たる要因である。ところで、a～cの沸点はその周期の他の水素化合物から予想される値より著しく高くなっている。

これは分子間力の一つである、水素結合が原因となる。

水素結合とは、特殊な物性を引き起こす要因となり得る力であり、

「水素結合が形成される3条件を満たした元素の原子と結合した

水素原子」という限られた部分構造をもつ分子間にだけ生じる。分子間力の中では最も強く、水の密度の特異な温度変化も、水素結合が引き起こす代表的な現象である。

氷の結晶中の水分子は、隣接する オ 個の水分子に取り囲まれており、各水分子中の酸素原子は、その酸素原子と隣接する カ 個の水素分子と水素結合を形成している。このことは、水素結合が、酸素原子の キ と隣接する水分子中の水素原子との間でのみ形成されるもので、他の分子間力にはない ク 性という特徴をもつ引力であることを示している。氷の結晶が

「 ケ という物質に似た コ の多い構造」とよばれるのは、このような特徴がある水素結合のためである。このとき、水1分子あたり平均 サ 本の水素結合が形成されている。

さて、一般に、固体が融解すると次のような“効果1”が現れる。“効果1：分子の シ が激しくなり、1分子の占める空間が大きくなって体積が ス : ①増加, ②減少} する”。ところが、水の場合は、先に述べた構造上の特徴ゆえに、次のような“効果2”が予想される。

“効果2：分子の シ が激しくなり、部分的に水素結合が切れ、 コ が埋められ体積が セ : ①増加, ②減少} する”。上記のような相反する2つの効果のうち、水の融点である

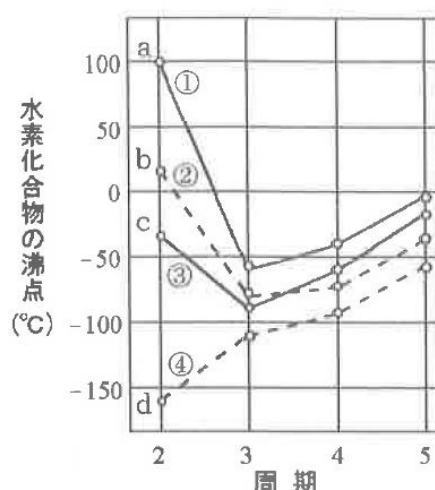
0℃前後の温度においては ソ : ①効果1, ②効果2} が極端に強く現れる。さらに、0～4℃では タ : ①効果1が効果2, ②効果2が効果1} を上回る。しかし、4℃以上ではその逆の効果が強くなり始める。その結果、融点では固体である氷の密度は、液体の水の密度より

チ : ①小さく, ②大きく}、水の密度は全温度を通じて4℃で最大となる。

問1 ア ～ チ にあてはまる語句または数を記せ。ただし、選択肢のあるものについては番号で答えよ。

問2 bよりaの沸点が高い理由を説明せよ。

問3 「水素結合が形成される3条件」に照らし合わせて、dが水素結合を形成しない理由となる炭素原子の特徴を2つ簡潔に記せ。



【解答】

1

- | | | |
|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| (1) 塩化アンモニウム | (2) 硫酸カリウム | (3) 水酸化鉄(III) |
| (4) チオ硫酸ナトリウム | (5) 炭酸水素カリウム | (6) Al_2O_3 |
| (7) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | (8) Cu_2S | (9) ZnC_2O_4 |
| (10) NaClO | (11) MgH_2 | (12) Ag_2CrO_4 |

2

- | | | |
|---------------------------------------|-----------------------|--------|
| (1) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ | , ジアンミン銀(I)イオン | , 直線形 |
| (2) $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ | , テトラヒドロキシド亜鉛(II)酸イオン | , 正四面体 |
| (3) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ | , テトラアンミン銅(II)イオン | , 正方形 |
| (4) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ | , ヘキサシアニド鉄(III)酸イオン | , 正八面体 |
| (5) $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ | , テトラヒドロキシドアルミン酸イオン | , 正四面体 |

3

- 問1 ア：閉殻 イ：イオン ウ：金属 エ：共有 オ：非金属
カ：静電気(クーロン) キ：自由電子 ク：不対電子 ケ：共有電子対
コ：非共有電子対 サ：組成式 シ：分子 ス：分子間力 セ：配位 ソ：配位子
- 問2 (1) タ：④ チ：⑥ ツ：⑧ テ：⑤ ト：④
(2) タ：① チ：③ ツ：③, ⑦ テ：② ト：①, ③, ⑨
- 問3 (1) ニ：ない ス：高分子 ネ：展 ノ：延 ハ：劈開^{へきかい} ヒ：固体 フ：昇華
ヘ：ない
- (2) a：⑥ b：⑤ c：④ 問4 ②
- 問5 それぞれの炭素原子が3つの価電子を共有結合に用いているが、残り1つの価電子は自由電子として原子間を動くことができるため。
- 問6 (1) NaF , 理由： F^- , Cl^- , Br^- , I^- の中では F^- が最もイオン半径が小さく、陽イオンと陰イオン間の距離が小さいため、イオン間の引力が大きく、融点が最も高い。
- (2) SiO_2 (3) NaCl (4) MgO (5) Ca

<解説>

- (2) 二酸化ケイ素 SiO_2 は共有結合結晶のため固体、 CO_2 は気体
- (3) 塩化カリウムはイオン結合のため結合力が大きい、ナフタレンは分子結晶で結合が弱い
- (4) どちらもイオン結合だが、イオンの価数が大きいほど結合力が強い
- (5) どちらも金属結合だが、カルシウムは2個の価電子が自由電子となり、電子-陽子間の金属結合が強いため

5

問1 ア：16 イ：17 ウ：極性引力 エ：分散力 オ：4 カ：2 キ：非共有電子対
ク：方向 ケ：ダイヤモンド コ：すき間 サ：2 シ：熱運動 ス：①
セ：② ソ：② タ：② チ：①

問2 bよりaの方が1分子あたりに形成される水素結合の数が多いから。

問3 ・電気陰性度の値が大きくない ※「水素との電気陰性度の差が大きくない」も可
・非共有電子対となりえる電子対をもたない。 ※「非共有電子対をもたない」でも可