

高校化学プリント (過去問類似)

物質の構成と化学結合 No.6

名前

得点

/10

問1 ホウ素原子の電子配置に関する記述として、正しいものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 原子番号が4であるベリリウムよりも、L殻の電子数が1個多い
2. 原子番号が6である炭素よりも、L殻の電子数が1個多い
3. K殻の電子数は3個であり、L殻の電子数は2個である
4. すべての電子がK殻に配置されており、L殻には電子が存在しない

問2 180gの純粋な水に含まれる粒子の数に関する記述として誤っているものはどれか。ただし、アボガド数をNとする。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 含まれる水素原子の数は10Nである。
2. 含まれる原子核の総数は30Nである。
3. 共有結合の総数は20Nである。
4. 非共有電子対の総数は20Nである。

問3 イオン結晶に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. ナトリウムイオンと塩化物イオンが静電的引力で規則正しく配列している
2. 構成粒子間に働く力は主に無極性分子間のファンデルワールス力である
3. 結晶全体で共有結合が網目状に広がっており、非常に硬い構造を持つ
4. 金属の展性や延性を示す性質が結晶構造の安定性に寄与している

問4 希ガスの原子半径とイオン化エネルギーの傾向について述べた文として、正しいものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 原子半径はヘリウム、ネオン、アルゴンの順に大きくなり、イオン化エネルギーはアルゴン、ネオン、ヘリウムの順に大きくなる。
2. 原子半径はアルゴン、ネオン、ヘリウムの順に大きくなり、イオン化エネルギーはヘリウム、ネオン、アルゴンの順に大きくなる。
3. 原子半径とイオン化エネルギーは、いずれもヘリウム、ネオン、アルゴンの順に大きくなる。
4. 原子半径とイオン化エネルギーは、いずれもアルゴン、ネオン、ヘリウムの順に大きくなる。

問5 質量数が14である炭素原子の構造に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2014年 全国公立入試 類似)

1. 陽子数は8であり、中性子数は6である
2. 陽子数は6であり、中性子数は8である
3. 陽子数は14であり、中性子数は6である
4. 陽子数は6であり、中性子数は14である

問6 物質が水に溶けた際の状態に関する記述として、正しいものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. ショ糖は水に溶けてもイオンを生じないため、水溶液は電気を通さない。
2. 塩化ナトリウムは水に溶けると分子の状態が存在し、電気を通さない。
3. エタノールは水に溶けると電離してイオンを生じ、電気を通すようになる。
4. 硫酸ナトリウムは水に溶けても電離せず、非電解質として振る舞う。

問7 原子の性質とイオン化エネルギーの関係について、正しい説明はどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. 希ガスは最外殻電子が安定しているため、イオン化エネルギーが非常に小さい。
2. アルカリ金属はイオン化エネルギーが小さく、容易に電子を放出して陽イオンになる。
3. ハロゲン電子を放出しやすいため、イオン化エネルギーが非常に大きい。
4. 遷移元素はイオン化エネルギーが一定であり、周期律に従わない。

問8 分子の極性に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 二酸化炭素は直線形分子であり、分子全体として極性を持たない。
2. 水分子は直線形分子であり、分子全体として極性を持たない。
3. アンモニア分子は平面正三角形構造であり、分子全体として極性を持たない。
4. メタン分子は平面正方形構造であり、分子全体として極性を持つ。

問9 物質の構成に関する記述として誤っているものはどれか。 (2007年 全国公立入試 類似)

1. ダイヤモンドは炭素元素のみからなる単体である。
2. アルゴンは単原子分子として存在する単体である。
3. メタンは炭素と水素からなる化合物である。
4. マンガンは二種類以上の元素からなる単体である。

問10 ダイヤモンドが非常に高い融点と硬度を示す理由として、最も適切な説明はどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 結晶内のすべての炭素原子が共有結合で強固に結びついているため。
2. 炭素原子間に働く分子間力が極めて強い。
3. 結晶全体が巨大な一つの分子として金属結合しているため。
4. イオン結合によって電荷が強く引き合っているため。

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 1 原子番号が4であるベリリウムよりも、L殻の電子数が1個多い	ベリリウムは原子番号4であり、電子配置はK殻に2個、L殻に2個である。ホウ素は原子番号5であり、K殻に2個、L殻に3個の電子を持つ。したがって、ホウ素はベリリウムと比較してL殻の電子が1個多い。炭素は原子番号6であり、L殻に4個の電子を持つため、ホウ素よりL殻の電子数は1個少ない。
問2	答え 1 含まれる水素原子の数は10Nである。	180gの水は10 molである。水分子1つあたり水素原子は2つ含まれるため、10 molの水には20 molの水素原子が含まれ、その数は20Nとなる。したがって、水素原子の数が10Nであるという記述は誤りである。他の選択肢については、水分子1つあたり原子核は3つ（酸素1、水素2）、共有結合は2つ、非共有電子対は2組存在するため、それぞれ10 molに対して30N、20N、20Nとなり正しい。
問3	答え 1 ナトリウムイオンと塩化物イオンが静電的引力で規則正しく配列している	イオン結晶は、陽イオンと陰イオンが静電的な引力によって規則正しく配列した構造を持つ。無極性分子間の力は分子結晶の特徴であり、共有結合が網目状に広がるのはダイヤモンドのような共有結合結晶の特徴である。また、展性や延性は金属結晶特有の性質であり、イオン結晶は外力を加えると特定の面で割れやすく、脆いという性質を持つ。
問4	答え 1 原子半径はヘリウム、ネオン、アルゴンの順に大きくなり、イオン化エネルギーはアルゴン、ネオン、ヘリウムの順に大きくなる。	原子半径は、周期表で下に行くほど電子殻の数が増えるため、ヘリウム<ネオン<アルゴンの順に大きくなる。イオン化エネルギーは、原子核から最外殻電子までの距離が遠いほど小さくなるため、アルゴン<ネオン<ヘリウムの順となる。つまり、原子番号が小さいヘリウムほど、電子を一つ取り去るために必要なエネルギーは大きくなる。
問5	答え 2 陽子数は6であり、中性子数は8である	原子の構造において、原子番号は陽子数に対応し、炭素の原子番号は6である。質量数は陽子数と中性子数の合計値として定義されるため、質量数14から陽子数6を差し引くことで中性子数8が導かれる。同位体間では陽子数は不変であるが、中性子数が異なることで質量数が変化する。
問6	答え 1 ショ糖は水に溶けてもイオンを生じないため、水溶液は電気を通さない。	電解質は水溶液中で陽イオンと陰イオンに電離し、電荷の移動によって電流を流す。塩化ナトリウム(NaCl)は代表的な電解質であり、水中でNa ⁺ とCl ⁻ に電離する。一方、ショ糖(C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)やエタノール(C ₂ H ₅ OH)は共有結合性の分子であり、水に溶けてもイオンに分かれないため、水溶液は電気を通さない非電解質である。
問7	答え 2 アルカリ金属はイオン化エネルギーが小さく、容易に電子を放出して陽イオンになる。	アルカリ金属は最外殻電子を1個持ち、それを放出して安定な希ガス配置をとろうとするため、イオン化エネルギーが小さい。一方、希ガスは電子配置が極めて安定しているため、イオン化エネルギーは非常に大きい。ハロゲンも電子を受け取って陰イオンになりやすい性質を持つが、電子を放出させるには大きなエネルギーを要するため、イオン化エネルギーは大きい。
問8	答え 1 二酸化炭素は直線形分子であり、分子全体として極性を持たない。	分子の極性は、結合の極性と分子の立体構造によって決まる。二酸化炭素は直線形であるため、C=O結合の極性が打ち消し合い無極性となる。水は折れ線形、アンモニアは三角錐形であり、いずれも電荷の偏りが打ち消されず極性を持つ。メタンは正四面体形であり、対称性が高いため無極性分子である。
問9	答え 4 マンガンは二種類以上の元素からなる単体である。	単体は一種類の元素からなる物質であるため、「二種類以上の元素からなる単体」という表現は定義上矛盾している。マンガンは金属元素であり、それ単体で構成される物質は単体である。ダイヤモンドは炭素の同素体で単体、アルゴンは希ガスとして単原子分子の単体、メタンは炭素と水素の化合物である。
問10	答え 1 結晶内のすべての炭素原子が共有結合で強固に結びついているため。	ダイヤモンドは、炭素原子が共有結合によって三次元的に網目状に連結した共有結合結晶である。共有結合は非常に強固な結合であり、結晶全体をバラバラにするには多くのエネルギーを必要とする。そのため、極めて高い融点と硬度を示す。分子間力や金属結合、イオン結合による説明はダイヤモンドの構造には当てはまらない。

高校化学プリント (過去問類似)

物質の構成と化学結合 No.7

名前

得点

/10

問1 塩素原子が電子を1つ受け取って生成される塩化物イオン (Cl⁻) と、同一の電子配置を持つ原子として最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. フッ素原子 2. ネオン原子 3. アルゴン原子 4. ナトリウム原子

問2 質量分析法を用いた定量分析に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2024年 全国公立入試 類似)

1. 試料中の対象物質の量とイオンの信号強度は比例関係にあるため、標準試料と比較することで定量が可能である。
2. 試料中の対象物質の量とイオンの信号強度は反比例の関係にあるため、信号強度の逆数をとることで定量が可能である。
3. 試料中の対象物質の量とイオンの信号強度は対数比例の関係にあるため、信号強度の常用対数をとることで定量が可能である。
4. 質量分析法は物質の分子量を決定する手法であり、信号強度を用いて試料中の物質量を算出する定量分析には利用できない。

問3 多数の原子が共有結合によって次々と結合し、巨大な網目状の構造を作っている共有結合の結晶として、最も適切なものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. ダイヤモンド 2. ドライアイス 3. 塩化アンモニウム 4. アルミニウム

問4 物質の結合や電子の状態に関する記述として、誤りを含むものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 金属ナトリウム中の価電子は特定の原子に固定されず、金属結晶全体を自由に移動できる。
2. ダイヤモンドの結晶内では、炭素原子が共有結合によって強固な網目状構造を作っている。
3. 塩化ナトリウムの結晶は、ナトリウムイオンと塩化物イオンが静電的な引力によって結合している。
4. ナフタレンの分子内では、炭素原子同士がイオン結合によって結びついている。

問5 原子の質量に関する記述として正しいものはどれか。 (2008年 全国公立入試 類似)

1. 原子1個の質量は、原子量をアボガドロ定数で割ることで求められる。
2. 原子1個の質量は、原子量にアボガドロ定数を乗じることで求められる。
3. 原子量は、原子1個の質量をアボガドロ定数で割ることで求められる。
4. 原子量は、原子1個の質量にアボガドロ定数を乗じることで求められる。

問6 分子のルイス構造に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 共有電子対とは、2つの原子間で共有されずに一方の原子のみが持つ電子対のことである。
2. 非共有電子対とは、原子間の結合に関与している電子対のことである。
3. ルイス構造において、共有電子対と非共有電子対の合計数は、原子の最外殻電子数から算出される。
4. 硫化水素分子において、硫黄原子は結合に関与しない電子対を保持していない。

問7 二種類以上の金属を混ぜ合わせた合金が、成分金属単体と比較して示す一般的な性質として最も適切なものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 成分金属単体よりも融点が低くなる 2. 成分金属単体よりも密度が大きくなる 3. 成分金属単体よりも電気抵抗が小さくなる 4. 成分金属単体よりも化学的に安定する

問8 次の原子のうち、価電子の数が最も多いものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. ベリリウム 2. 炭素 3. 酸素 4. フッ素

問9 原子の構造に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 原子は中心にある原子核と、その周囲を運動する電子から構成される。
2. 原子核は負の電荷を帯びており、周囲を運動する電子は正の電荷を帯びている。
3. 中性原子において、原子番号と電子数は必ずしも一致しない。
4. ヘリウム原子は最外殻電子が満たされていないため、非常に反応性が高い。

問10 常温・常圧において、固体から気体へ直接状態変化する昇華性を示す物質として、最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. ヨウ素 2. ダイヤモンド 3. 酸化カルシウム 4. 鉄

答え合わせ・解説 No.7

問1	答え 3 アルゴン原子	塩素原子（原子番号17）は電子を1つ受け取ることで、電子配置が原子番号18のアルゴン原子と同一になる。このように、イオンや原子において電子の総数が等しく、電子配置が同じになる関係を等電子的であるという。ネオンは原子番号10であり、フッ素イオン（F ⁻ ）やナトリウムイオン（Na ⁺ ）と電子配置が等しい。一方、アルゴンは希ガス元素であり、塩化物イオン（Cl ⁻ ）やカリウムイオン（K ⁺ ）と電子配置が等しい。
問2	答え 1 試料中の対象物質の量とイオンの信号強度は比例関係にあるため、標準試料と比較することで定量が可能である。	質量分析法において、特定のイオンの信号強度は試料中に含まれる対象物質の量に比例する。この性質を利用し、あらかじめ濃度が既知である標準試料を用いて信号強度と物質量の関係（検量線）を作成することで、未知試料中の物質量を算出する定量分析が可能となる。他の選択肢は比例関係を否定または誤認しており、質量分析の原理に反する。
問3	答え 1 ダイヤモンド	共有結合の結晶は、原子が共有結合で連続的に結びついた構造を持ち、非常に硬く融点が高い性質がある。ダイヤモンドやケイ素が代表例である。一方、ドライアイスは分子結晶、塩化アンモニウムはイオン結晶、アルミニウムは金属結晶に分類される。それぞれの結合様式の違いを理解することが重要である。
問4	答え 4 ナフタレンの分子内では、炭素原子同士がイオン結合によって結びついている。	ナフタレンは炭素と水素からなる有機化合物であり、その分子内の結合は共有結合である。イオン結合は陽イオンと陰イオンの静電的な引力による結合を指す。金属ナトリウムにおける自由電子の存在や、ダイヤモンドの共有結合結晶、塩化ナトリウムのイオン結晶に関する記述は正しい。
問5	答え 1 原子1個の質量は、原子量をアボガドロ定数で割ることで求められる。	原子量は1mol（アボガドロ定数個）あたりの原子の質量をグラム単位で表した数値です。したがって、原子1個の質量を求めるには、1molあたりの質量である原子量を、個数であるアボガドロ定数で除算する必要があります。この関係式は物質量を扱う化学計算の基礎となります。
問6	答え 3 ルイス構造において、共有電子対と非共有電子対の合計数は、原子の最外殻電子数から算出される。	ルイス構造は、分子内の価電子（最外殻電子）を共有電子対と非共有電子対に振り分けることで描かれる。共有電子対は原子間の結合を形成する電子対であり、非共有電子対は結合に関与せず特定の原子上に存在する電子対である。硫化水素の硫黄原子は、結合に使われない電子対を2つ保持しており、この定義に合致する。
問7	答え 1 成分金属単体よりも融点が低くなる	合金は、異なる原子が混ざり合うことで結晶構造に乱れが生じます。この構造の乱れにより、固体から液体へ相転移する際のエネルギー障壁が低下するため、単体金属よりも融点が低くなる性質があります。この特性は、電子部品の接合に用いられるハンダなど、特定の温度で溶かして加工する必要がある場面で広く利用されています。
問8	答え 4 フッ素	各原子の価電子数は、ベリリウムが2個、炭素が4個、酸素が6個、フッ素が7個です。価電子数は周期表の族番号の1の位（18族のヘリウムを除く）と対応しており、右側に位置する元素ほど多くなる傾向があります。したがって、この中で最も多いのはフッ素です。
問9	答え 1 原子は中心にある原子核と、その周囲を運動する電子から構成される。	原子は正の電荷を持つ原子核と、その周囲を運動する負の電荷を持つ電子から構成される。中性原子では、原子番号（陽子の数）と電子数は等しい。ヘリウムは希ガス元素であり、最外殻電子が満たされているため非常に安定で、イオンになりにくく反応性は極めて低い。
問10	答え 1 ヨウ素	ヨウ素は分子からなる分子結晶であり、分子間には弱いファンデルワールス力が働いているため、常温・常圧で昇華しやすい性質を持つ。一方、ダイヤモンドや二酸化ケイ素は共有結合結晶、酸化カルシウムはイオン結晶、鉄は金属結晶であり、これらは構成粒子間の結合が非常に強いいため、常温・常圧では昇華しない。

高校化学プリント (過去問類似)

物質の構成と化学結合 No.8

名前

得点

/10

問1 塩化ナトリウム型結晶構造において、単位格子の一辺の長さを a 、陰イオンの半径を r^- 、陽イオンの半径を r^+ とする。断面の対角線上で陰イオン同士が接しているとき、イオン半径比 r^+/r^- が満たすべき幾何学的な関係として正しいものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. $r^+ + r^- = a/2$ 2. $2r^- = a / \sqrt{2}$ 3. $2r^+ = a$ 4. $r^+ + r^- = a / \sqrt{2}$

問2 蒸留装置を用いて液体混合物を分離する際、リービッヒ冷却器における冷却水の通し方として最も適切なものはどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 冷却水を上部から入れ、下部から排出することで、冷却器内を常に満水にする。 2. 冷却水を下部から入れ、上部から排出することで、冷却器内を常に満水にする。 3. 冷却水を上部から入れ、下部から排出することで、蒸気との接触時間を最大化する。 4. 冷却水を下部から入れ、上部から排出することで、蒸気の流速を低下させる。

問3 蒸留を行う際、フラスコ内に沸石を入れる主な目的として最も適切なものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 液体の突沸を防ぎ、沸騰を安定させるため 2. 冷却器の冷却効率を向上させるため 3. 蒸留液の純度を化学的に高めるため 4. フラスコ内の温度上昇を速めるため

問4 原子の電子殻における電子配置について、K殻に2個の電子が入り、L殻に3個の電子を持つ中性原子として正しいものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. ホウ素 2. アルミニウム 3. リチウム 4. 窒素

問5 二酸化炭素分子の構造に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 中心の炭素原子と酸素原子が二重結合で結ばれた直線形の構造をとる。 2. 中心の炭素原子と酸素原子が単結合で結ばれた折れ線形の構造をとる。 3. 中心の炭素原子と酸素原子が二重結合で結ばれた平面三角形の構造をとる。 4. 中心の炭素原子と酸素原子が三重結合で結ばれた正四面体形の構造をとる。

問6 メンデレーエフが周期表を作成した際、未知の元素の存在を予言するために用いた最も重要な根拠はどれか。 (2007年 全国公立入試 類似)

1. 元素の原子番号と電子配置の規則性 2. 元素の原子量と化学的性質の周期的な変化 3. 放射性崩壊による元素の変換速度 4. 元素の同位体の存在比と質量数

問7 金属結晶の性質に関する記述として、誤っているものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 金属結晶は、自由電子の存在により熱をよく伝える性質がある 2. 金属結晶は、金属結合によって金属原子が規則正しく配列している 3. 金属結晶は、共有結合によって形成されるため、一般的に融点が高い 4. 金属結晶に力を加えると、金属結合を保ったまま原子の層がずれるため、展性や延性を示す

問8 中心原子の周りに結合が180度の角度で配置され、直線形の分子構造をとるものとして最も適切なものはどれか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 二酸化炭素 2. メタン 3. 水 4. アンモニア

問9 ホウ素原子の電子配置に関する記述として、正しいものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. 原子番号が4であるベリリウムよりも、L殻の電子数が1個多い 2. 原子番号が6である炭素よりも、L殻の電子数が1個多い 3. K殻の電子数は3個であり、L殻の電子数は2個である 4. すべての電子がK殻に配置されており、L殻には電子が存在しない

問10 イオン結晶の性質に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. 固体状態では電気を導かないが、融解すると電気を導くようになる。 2. 構成粒子が共有結合でつながっているため、非常に高い融点を示す。 3. 自由電子が結晶内を移動できるため、固体状態で電気伝導性を示す。 4. 分子間力によって粒子が結びついているため、昇華しやすい性質を持つ。

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 4 $r_+ + r_- = a / \sqrt{2}$	塩化ナトリウム型結晶の単位格子の面对角線上にイオンが並ぶとき、その長さは単位格子の一边 a に対して $\sqrt{2}$ 倍の $\sqrt{2}a$ となる。この対角線上には陰イオン、陽イオン、陰イオンが順に並んでいるため、 $2r_+ + 4r_- = \sqrt{2}a$ という関係が成り立つ。この式を整理すると、陽イオンと陰イオンが接する状態である $r_+ + r_- = a / \sqrt{2}$ が導かれる。
問2	答え 2 冷却水を下部から入れ、上部から排出することで、冷却器内を常に満水にする。	蒸留においてリービッヒ冷却器を使用する際は、冷却水を下部から入れ上部から排出するように流すのが鉄則である。上部から入れると重力の影響で冷却器内部が十分に満たされず、空気が混入して冷却効率が著しく低下する可能性がある。下部から入れることで、冷却器の管内を常に冷却水で満たした状態に保ち、効率的な熱交換を行うことができる。
問3	答え 1 液体の突沸を防ぎ、沸騰を安定させるため	蒸留装置において、液体が沸点を超えても沸騰せず、ある瞬間に急激に沸騰する現象を突沸という。沸石は多孔質の小石であり、その微細な孔に空気が含まれているため、加熱時にそこから気泡が連続的に発生する。この気泡が沸騰の核となることで、液体の急激な沸騰を抑制し、安全に蒸留を行うことが可能となる。
問4	答え 1 ホウ素	原子番号5番のホウ素は、電子を合計5個持ち、内側のK殻に2個、外側のL殻に3個の電子を配置する。一方、リチウムはL殻に1個、窒素はL殻に5個の電子を持つ。アルミニウムは原子番号13番であり、K殻に2個、L殻に8個、M殻に3個の電子を持つため、L殻の電子数は8個となる。したがって、L殻に3個の電子を持つのはホウ素である。
問5	答え 1 中心の炭素原子と酸素原子が二重結合で結ばれた直線形の構造をとる。	二酸化炭素分子は、中心の炭素原子に対して2つの酸素原子が180度の角度で配置された直線形の分子である。炭素原子と各酸素原子の間は二重結合によって結ばれており、分子全体として極性をもたない無極性分子である。水分子は折れ線形、アンモニア分子は三角錐形であり、これらは直線形ではない。
問6	答え 2 元素の原子量と化学的性質の周期的な変化	メンデレーエフは、原子量の順に元素を並べると化学的性質が周期的に現れる「周期律」を見出し、周期表を作成した。彼は表の空欄に未知の元素を配置し、その前後の元素の性質から未知の元素の原子量や化学的性質を予測した。当時は原子番号の概念が確立されていなかったため、原子量が分類の主軸であった。
問7	答え 3 金属結晶は、共有結合によって形成されるため、一般的に融点が高い	金属結晶は金属結合によって形成されるものであり、共有結合によって形成されるのはダイヤモンドや二酸化ケイ素などの共有結合結晶である。金属結晶は自由電子が全体を共有することで結合が維持されており、この結合の性質により熱伝導性や、原子の層がずれても結合が切れない展性・延性といった特徴が生じる。
問8	答え 1 二酸化炭素	分子の形は、中心原子の価電子対の反発によって決まります。二酸化炭素は中心の炭素原子に対して2つの酸素原子が180度の角度で結合しており、直線形の分子構造をとります。一方、メタンは正四面体形、水は折れ線形、アンモニアは三角錐形の構造をとるため、これらは直線形ではありません。
問9	答え 1 原子番号が4であるベリリウムよりも、L殻の電子数が1個多い	ベリリウムは原子番号4であり、電子配置はK殻に2個、L殻に2個である。ホウ素は原子番号5であり、K殻に2個、L殻に3個の電子を持つ。したがって、ホウ素はベリリウムと比較してL殻の電子が1個多い。炭素は原子番号6であり、L殻に4個の電子を持つため、ホウ素よりL殻の電子数は1個少ない。
問10	答え 1 固体状態では電気を導かないが、融解すると電気を導くようになる。	イオン結晶は、固体状態ではイオンが結晶格子に固定されているため電気を導かないが、融解したり水に溶けたりするとイオンが自由に移動できるようになり、電気伝導性を示す。共有結合結晶は共有結合で結びつき、金属結晶は自由電子により電気を導き、分子結晶は分子間力で結びついているため、それぞれの記述はイオン結晶の性質とは異なる。

高校化学プリント（過去問類似）

物質の構成と化学結合 No.9

名前

得点

/10

問1 分子からなる物質の性質に関する記述として、誤っているものはどれか。（2009年 全国公立入試 類似）

1. 分子からなる物質は、構成する原子間に共有結合が存在する。
2. 分子からなる物質は、一般にイオン結晶よりも融点が低い傾向がある。
3. 分子からなる物質は、固体の状態では常に電気伝導性を示す。
4. 分子からなる物質には、常温常圧で気体、液体、固体のいずれの状態をとるものも存在する。

問2 窒素分子において三重結合が形成される理由として、最も適切な説明はどれか。（2008年 全国公立入試 類似）

1. 窒素原子が価電子を5個持ち、オクテット則を満たすために3個の電子を共有する必要があるから
2. 窒素原子が電気陰性度が非常に高く、電子を強く引き寄せるから
3. 窒素原子の原子半径が非常に大きく、結合距離を短く保つ必要があるから
4. 窒素分子が極性分子であり、静電的な引力が強く働くから

問3 二種類以上の金属を混ぜ合わせた合金が、成分金属単体と比較して示す一般的な性質として最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 成分金属単体よりも融点が低くなる
2. 成分金属単体よりも密度が大きくなる
3. 成分金属単体よりも電気抵抗が小さくなる
4. 成分金属単体よりも化学的に安定する

問4 物質の性質と利用に関する記述として、最も適切なものを次のうちから一つ選べ。（2015年 全国公立入試 類似）

1. 鉄は、鉄鉱石をコークスを用いて酸化させることで得られる。
2. アルミニウムは、製錬に多大な電力を要するためリサイクルが推奨される。
3. 白金は、化学的に非常に活性が高いため、強力な酸化剤として用いられる。
4. ダイヤモンドは、炭素原子が層状に重なった構造を持ち、電気をよく通す。

問5 配位結合の定義に関する記述として最も適切なものはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

1. 一方の原子から提供された非共有電子対を、他の原子と共有することで形成される結合
2. 電気陰性度の差が大きい原子間で、電子が完全に移動することで形成される結合
3. 自由電子が金属原子の間を移動することで、金属原子を結合させる力
4. 分子間に働く静電的な引力によって、分子同士が引き合う結合

問6 原子の電子配置に関する記述として最も適切なものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

1. マグネシウム原子の電子配置は、K殻に2個、L殻に8個、M殻に2個の電子が入る。
2. リチウムイオンの電子配置は、ヘリウム原子とは異なり、K殻に3個の電子が入る。
3. カルシウムイオンの電子配置は、アルゴン原子とは異なり、M殻に10個の電子が入る。
4. フッ素原子の価電子数は8であり、希ガスと同様に安定した電子配置をとる。

問7 溶媒に対する物質の溶解度の差を利用して、混合物から目的の物質を溶媒に溶かし出して分離する操作として、最も適切なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

1. 抽出
2. 昇華法
3. 再結晶
4. 吸着

問8 原子番号5のホウ素において、電子がK殻とL殻に分かれて配置される理由として、最も適切なものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. 原子核の陽子数が5個であり、電子間の反発を避けるために殻が分かれる
2. K殻には最大で2個の電子しか収容できないという量子力学的な制限があるため
3. L殻のエネルギー準位がK殻よりも低いため、電子は外側の殻から優先的に埋まる
4. ホウ素は金属元素であるため、電子が殻を移動しやすい性質を持つため

問9 カルシウムイオン Ca^{2+} と塩化物イオン Cl^- からなるイオン結晶の化学式として正しいものはどれか。（2009年 全国公立入試 類似）

1. CaCl
2. CaCl_2
3. Ca_2Cl
4. Ca_2Cl_2

問10 第2周期元素の第一イオン化エネルギーに関する記述として、誤っているものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. リチウムからネオンに向かって、一般に第一イオン化エネルギーは増加する傾向にある。
2. ネオンは希ガスであり、電子配置が安定しているため、第2周期の元素の中で第一イオン化エネルギーは最大である。
3. ベリリウムは、電子配置が安定しているため、隣接するホウ素よりも第一イオン化エネルギーが大きい。
4. ネオンの第一イオン化エネルギーは、第2周期の元素の中で最小である。

答え合わせ・解説 No.9

問1	答え 3 分子からなる物質は、固体の状態では常に電気伝導性を示す。	分子からなる物質は、分子間力によって集合しているため、共有結合そのものを切断する必要がない融解や昇華は比較的低い温度で起こる。また、分子は電気的に中性であり、固体状態では自由電子やイオンが存在しないため、電気伝導性を示さないのが一般的である。したがって、常に電気伝導性を示すという記述は誤りである。
問2	答え 1 窒素原子が価電子を5個持ち、オクテット則を満たすために3個の電子を共有する必要があるから	窒素原子（原子番号7）の電子配置はK殻に2個、L殻に5個の電子を持つ。L殻を安定な閉殻構造（8個）にするためには、あと3個の電子が必要である。そのため、2つの窒素原子がそれぞれ3個ずつの電子を出し合い、3組の共有電子対を形成することで、各原子がオクテット則を満たす安定な三重結合が形成される。
問3	答え 1 成分金属単体よりも融点が低くなる	合金は、異なる原子が混ざり合うことで結晶構造に乱れが生じます。この構造の乱れにより、固体から液体へ相転移する際のエネルギー障壁が低下するため、単体金属よりも融点が低くなる性質があります。この特性は、電子部品の接合に用いられるハンダなど、特定の温度で溶かして加工する必要がある場面で広く利用されています。
問4	答え 2 アルミニウムは、製錬に多大な電力を要するためリサイクルが推奨される。	鉄の製錬は、鉄鉱石（酸化鉄）をコークス（炭素）で還元することで行われるため、酸化させるという記述は誤りである。白金は化学的に安定な貴金属であり、宝飾品や触媒に用いられる。ダイヤモンドは炭素原子が正四面体構造で強固に結合した結晶であり、電気を通さず非常に硬い。アルミニウムはボーキサイトから電気分解で得られるが、この工程には膨大な電力が必要なため、資源の有効活用と省エネルギーの観点からリサイクルが極めて重要である。
問5	答え 1 一方の原子から提供された非共有電子対を、他の原子と共有することで形成される結合	配位結合は共有結合の一種であり、一方の原子が持つ非共有電子対を、電子が不足している他の原子やイオンと共有することで形成されます。これに対し、イオン結合は電子の移動による静電引力、金属結合は自由電子の共有、分子間力は分子間の弱い相互作用によるものです。定義を正確に理解しておくことが重要です。
問6	答え 1 マグネシウム原子の電子配置は、K殻に2個、L殻に8個、M殻に2個の電子が入る。	マグネシウムの原子番号は12であり、電子はK殻に2個、L殻に8個、M殻に2個の順で配置される。リチウムイオンは電子を2個失いヘリウムと同じK殻に2個の配置をとる。カルシウムイオンは電子を2個失い、電子数18でアルゴンと同じ配置になる。フッ素原子は価電子を7個持ち、あと1個で安定な電子配置となるため、価電子数は8ではない。
問7	答え 1 抽出	抽出は、目的の物質が特定の溶媒に溶けやすい性質を利用して分離する手法である。例えば、分液漏斗を用いて水層と有機溶媒層の間で物質を移動させる操作が代表的である。一方、昇華法は固体から直接気体になる性質を利用し、再結晶は温度による溶解度の変化を利用して純粋な結晶を得る手法であり、吸着は物質が固体表面に付着する性質を利用する。
問8	答え 2 K殻には最大で2個の電子しか収容できないという量子力学的な制限があるため	原子内の電子は、エネルギーの低い殻から順に配置される。K殻は最も内側にあり、最大で2個の電子しか収容できないという制限がある。ホウ素の電子は5個あるため、まずK殻に2個が入り、残りの3個はより外側のL殻に配置される。この配置は電子間のエネルギー状態を最小にするために決定される。
問9	答え 2 CaCl ₂	イオン結晶は全体として電気的に中性でなければならない。カルシウムイオンは2価の陽イオン（Ca ²⁺ ）であり、塩化物イオンは1価の陰イオン（Cl ⁻ ）である。結晶全体で電荷の総和をゼロにするためには、Ca ²⁺ が1個に対してCl ⁻ が2個必要となる。したがって、化学式はCaCl ₂ と表される。
問10	答え 4 ネオンの第一イオン化エネルギーは、第2周期の元素の中で最小である。	第一イオン化エネルギーは、原子から電子を1個取り去るのに必要なエネルギーである。第2周期元素では、原子番号が大きくなるにつれて核電荷が増加するため、一般にイオン化エネルギーは増加する。ネオンは閉殻構造を持つ希ガスであり、電子配置が極めて安定しているため、第2周期の中で最大の値をとる。したがって、最小であるとする記述は誤りである。

高校化学プリント (過去問類似)

物質の構成と化学結合 No.10

名前

得点

/11

問1 硫酸銅(II)水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ の結晶水の数 n を決定する実験において、水溶液に塩化バリウム水溶液を十分に加えた際に生じる沈殿の化学式として正しいものはどれか。 (2014年 全国公立入試 類似)

1. CuCl_2 2. BaSO_4 3. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 4. BaCl_2

問2 オキシニウムイオン (H_3O^+) の構造と電子配置に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 酸素原子上に非共有電子対を1組持ち、全体として三角錐形の構造をとる。 2. 酸素原子上に非共有電子対を2組持ち、全体として折れ線形の構造をとる。 3. 酸素原子は電子を放出して正電荷を帯びており、非共有電子対は存在しない。 4. 水素原子と酸素原子の間の結合はすべてイオン結合であり、平面正三角形の構造をとる。

問3 水素、ヘリウム、リチウムの第1イオン化エネルギーの大小関係として最も適切なものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. ヘリウム > 水素 > リチウム 2. リチウム > ヘリウム > 水素 3. 水素 > ヘリウム > リチウム 4. ヘリウム > リチウム > 水素

問4 物質の分類に関する記述として、純物質である単体に該当するものはどれか。 (2012年 全国公立入試 類似)

1. 黄銅 2. 空気 3. 塩化ナトリウム 4. 黒鉛

問5 原子の性質とイオン化に関する記述として正しいものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 水素原子が電子を1個失うと、陽子そのものである水素イオンになる。 2. ハロゲン原子は電子を1個失うことで、安定な1価の陽イオンになりやすい。 3. ヘリウム原子は電子を1個受け取ることで、安定な1価の陰イオンになる。 4. 原子番号が等しい原子であっても、電子数が異なれば常に同じイオンになる。

問6 同位体に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. 同位体同士では、化学的性質が著しく異なる。 2. 同位体同士では、原子番号が異なるため周期表上の位置が異なる。 3. 同位体同士では、中性子数が異なるため質量数が異なる。 4. 同位体同士では、陽子数が異なるため元素の種類が異なる。

問7 塩化ナトリウムの結晶構造に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. ナトリウムイオンと塩化物イオンが静電的な引力によって交互に規則正しく配列している。 2. アルミニウム原子が金属結合によって規則正しく配列した金属結晶である。 3. ソーダガラスと同様に、構成粒子が不規則に並んだアモルファス構造をとっている。 4. 共有結合によって巨大な網目状の構造を形成しており、非常に高い融点を示す。

問8 塩化ナトリウム型結晶構造において、陽イオンと陰イオンのイオン半径比が幾何学的な限界値を下回る場合、結晶構造が不安定化する主な要因として最も適切なものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. 陰イオン同士が直接接触し、陽イオンが空隙内で保持できなくなるため 2. 陽イオンの電荷が過剰となり、静電的な反発力が強まるため 3. 単位格子内の電子密度が不均一になり、金属結合性が強まるため 4. イオン半径の差が大きくなることで、結晶全体の電気的中性が失われるため

問9 原油を加熱し、沸点の違いを利用してナフサ、灯油、軽油などの成分に分離する操作の名称として最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 蒸留 2. 再結晶 3. 抽出 4. ろ過

問10 物質の状態と熱運動に関する記述として、誤っているものを選び。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 気体では、一定温度であっても空間を飛びまわる速さが速い分子や遅い分子が存在する。 2. 液体では、沸点以下であっても液面から蒸発がおこり、気体分子が放出される。 3. 気体から液体を経ることなく直接固体へ変化する物質は存在しない。 4. 分子結晶において、分子は結晶格子内の定まった位置に配置されているが、常に振動している。

問11 陽子数が12である原子の電子配置について、最も適切な説明はどれか。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. K殻に2個、L殻に8個、M殻に2個の電子が配置されている。 2. K殻に2個、L殻に10個の電子が配置されている。 3. K殻に1個、L殻に8個、M殻に3個の電子が配置されている。 4. K殻に2個、L殻に8個、M殻に2個の電子が配置され、2価の陰イオンになりやすい。

答え合わせ・解説 No.10

問1	答え 2 BaSO₄	硫酸銅(II)水溶液に塩化バリウム水溶液を加えると、硫酸イオン SO_4^{2-} とバリウムイオン Ba^{2+} が反応し、水に極めて溶けにくい硫酸バリウム BaSO_4 の白色沈殿が生じる。この反応は硫酸イオンの検出や定量に用いられる。他の選択肢である塩化銅(II)や水酸化銅(II)は、この反応条件では沈殿として生成しない。
問2	答え 1 酸素原子上に非共有電子対を1組持ち、全体として三角錐形の構造をとる。	オキシニウムイオンは、水分子 (H_2O) に水素イオン (H^+) が配位結合することで生成される。中心の酸素原子は、水素原子と3つの共有結合を形成し、残りの価電子によって1組の非共有電子対を持つ。電子対反発則に基づくと、3つの結合対と1つの非共有電子対が配置されるため、分子構造は三角錐形となる。なお、イオン全体の電子総数は、酸素の価電子6個と水素の電子3個から正電荷分1個を引いた8個である。
問3	答え 1 ヘリウム > 水素 > リチウム	イオン化エネルギーは、周期表の右側に行くほど、また原子番号が小さいほど大きくなる傾向がある。ヘリウムは希ガスであり、電子配置が極めて安定しているため、第1周期の水素や第2周期のリチウムよりもイオン化エネルギーが著しく大きい。リチウムはアルカリ金属であり、最外殻電子を放出しやすいため、これら3元素の中で最もイオン化エネルギーが小さい。
問4	答え 4 黒鉛	単体とは、一種類の元素からなる純物質のことである。黒鉛は炭素原子のみから構成される単体である。一方、黄銅は銅と亜鉛の合金であり混合物、空気は窒素や酸素などが混ざり合った混合物、塩化ナトリウムはナトリウムと塩素という二種類の元素からなる化合物であるため、いずれも単体ではない。
問5	答え 1 水素原子が電子を1個失うと、陽子そのものである水素イオンになる。	水素原子は陽子1個と電子1個からなり、電子を失うと陽子のみが残るため水素イオン (H^+) となる。ハロゲンは最外殻電子が7個であり、電子を1個受け取って1価の陰イオンになりやすい性質を持つ。ヘリウムは最外殻が満たされているため、電子の授受を行わずイオンになりにくい。
問6	答え 3 同位体同士では、中性子数が異なるため質量数が異なる。	同位体は同じ元素であるため、陽子数(原子番号)と電子数は等しく、化学的性質はほぼ同じです。しかし、原子核内の中性子数が異なるため、質量数に違いが生じます。このため、周期表では同じ位置に分類されます。陽子数が異なれば別の元素となるため、同位体の定義には含まれません。
問7	答え 1 ナトリウムイオンと塩化物イオンが静電的な引力によって交互に規則正しく配列している。	塩化ナトリウムは、陽イオンであるナトリウムイオンと陰イオンである塩化物イオンが、静電的な引力(クーロン力)によって交互に規則正しく配列したイオン結晶である。アルミニウムは金属結合による金属結晶であり、ソーダガラスは粒子が不規則に並んだアモルファス(非晶質)であるため、これらはイオン結晶には該当しない。
問8	答え 1 陰イオン同士が直接接触し、陽イオンが空隙内で保持できなくなるため	塩化ナトリウム型構造では、陽イオンが陰イオンの作る八面体空隙に配置される。イオン半径比が小さくなると、陽イオンが空隙に対して小さくなりすぎ、周囲の陰イオン同士が直接接触してしまう。この状態になると、陽イオンと陰イオンの間の静電的な引力が十分に働かず、構造の安定性が著しく低下する。この限界となる半径比は、幾何学的にルート2マイナス1(約0.414)と導かれる。
問9	答え 1 蒸留	原油は多様な炭化水素の混合物であり、各成分の沸点が異なる性質を利用して分離を行います。加熱によって気化した成分を、沸点の低いものから順に冷却して回収するこの操作は蒸留と呼ばれます。工業的には蒸留塔を用いて連続的に分留が行われており、石油化学工業の基盤となる重要なプロセスです。
問10	答え 3 気体から液体を経ることなく直接固体へ変化する物質は存在しない。	気体から液体を経ずに直接固体になる現象は凝華と呼ばれ、二酸化炭素(ドライアイス)やヨウ素などで日常的に観察される。したがって、存在しないと記述は誤りである。気体分子の運動速度は温度によって分布を持ち、液体表面からの蒸発は沸点以下でも起こる。また、分子結晶内の分子は絶対零度でない限り熱運動としての振動を続けている。
問11	答え 1 K殻に2個、L殻に8個、M殻に2個の電子が配置されている。	原子の電子殻は内側からK殻、L殻、M殻の順に電子が収容され、各殻の最大収容数はK殻が2個、L殻が8個である。陽子数が12の原子は中性状態で12個の電子を持ち、K殻に2個、L殻に8個が入り、残りの2個がM殻に配置される。この原子はマグネシウムであり、最外殻電子を2個持つため、化学反応ではこれらを放出して2価の陽イオンになりやすい性質を持つ。