

高校化学プリント（過去問類似）

物質の構成と化学結合 No.1

名前

得点

/11

問1 分子内の結合に極性があっても、分子全体の構造によって極性が打ち消し合い、分子全体として無極性分子となる物質の組み合わせとして最も適当なものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 二酸化炭素とメタン 2. 水とアンモニア 3. 二酸化炭素と水 4. メタンとエタノール

問2 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3 物質の電気伝導性に関する記述として、最も適切なものを選び。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 金属結晶は自由電子を持つため電気をよく通すが、分子結晶は一般に自由電子を持たず電気を通さない。 2. 分子結晶は結晶全体にわたって自由電子が非局在化しているため、金属結晶よりも電気伝導性が高い。 3. 共有結合結晶であるダイヤモンドは、黒鉛と同様に自由電子を持つため電気をよく通す。 4. すべての共有結合結晶は、構成原子が強固に結合しているため、金属結晶よりも高い電気伝導性を示す。

問4 メタンおよびその塩素置換体であるクロロメタン、ジクロロメタン、トリクロロメタン、四塩化炭素の各分子について、分子全体として無極性分子であるものの組み合わせとして最も適当なものはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

1. メタンと四塩化炭素 2. クロロメタンとジクロロメタン 3. ジクロロメタンとトリクロロメタン 4. メタンとクロロメタン

問5 原子番号12のマグネシウム原子と、原子番号14のケイ素原子に共通する性質として、最も適切なものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 最外殻電子数が等しい 2. 電子殻がM殻まで存在する 3. 価電子数が等しい 4. 常温で金属光沢を持つ

問6 金属が展性や延性を示す理由として、最も適切なものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 金属原子が共有結合によって強固な網目構造を形成しているためである。 2. 金属陽イオンが自由電子を介して結合しており、力を加えても結合が維持されるためである。 3. 金属結晶中のイオンが静電的な引力によって規則正しく配列しているためである。 4. 金属原子間に働くファンデルワールスカが、外部からの力に対して柔軟に変化するためである。

問7 原子番号1から19の元素において、それぞれ天然に最も多く存在する同位体を考えたとき、その質量数が最大となる原子の質量数と、M殻に電子が存在しない原子のうち原子番号が最大となる原子の原子番号の組み合わせとして正しいものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 質量数：39、原子番号：10 2. 質量数：39、原子番号：18 3. 質量数：40、原子番号：10 4. 質量数：40、原子番号：18

問8 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9 原子番号5であるホウ素の電子配置として、最も適切なものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. K殻に1個、L殻に4個の電子を持つ 2. K殻に2個、L殻に3個の電子を持つ 3. K殻に2個、L殻に2個、M殻に1個の電子を持つ 4. K殻に3個、L殻に2個の電子を持つ

問10 ケイ素原子99個に対して鉄原子1個が含まれる試料がある。鉄原子の相対質量を56、ケイ素原子の相対質量を28としたとき、この試料における鉄の質量パーセント濃度として最も適切な値はどれか。（2026年 全国公立入試 類似）

1. 0.50パーセント 2. 1.0パーセント 3. 2.0パーセント 4. 4.0パーセント

問11 ナトリウム原子の原子番号が11、質量数が23であるとき、この原子核に含まれる中性子の数はいくつか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. 11 2. 12 3. 23 4. 34

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 1 二酸化炭素とメタン	二酸化炭素は直線形分子であり、2つのC=O結合の極性が反対方向に打ち消し合うため無極性分子となる。メタンは正四面体形分子であり、中心の炭素原子から4つの水素原子へ向かう結合の極性が対称的に打ち消し合うため無極性分子となる。一方、水は折れ線形、アンモニアは三角錐形であり、分子全体として極性を持つ。エタノールもヒドロキシ基を持つため極性分子である。
問2	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3	答え 1 金属結晶は自由電子を持つため電気をよく通すが、分子結晶は一般に自由電子を持たず電気を通さない。	金属結晶は金属結合により自由電子が結晶内を自由に移動できるため、高い電気伝導性を示す。一方、分子結晶は分子間力で結びついており、電子は分子内に局在しているため電気を通さない。共有結合結晶のうち、ダイヤモンドはすべての価電子が共有結合に使われ自由電子が存在しないため電気を通さないが、黒鉛は平面構造内に自由電子が存在するため電気を通すという例外的な性質を持つ。
問4	答え 1 メタンと四塩化炭素	分子の極性は、結合の極性と分子の形状（対称性）によって決まる。メタンは正四面体構造を持ち、C-H結合の極性が打ち消し合うため無極性である。四塩化炭素も同様に正四面体構造で、中心の炭素原子の周りに4つの塩素原子が対称に配置されているため、分子全体として極性は打ち消され無極性となる。一方、塩素原子が置換されたクロロメタン等は対称性が崩れるため極性を持つ。
問5	答え 2 電子殻がM殻まで存在する	原子番号12のマグネシウム（電子配置：K殻2, L殻8, M殻2）と、原子番号14のケイ素（電子配置：K殻2, L殻8, M殻4）は、いずれも電子がM殻まで配置されるため、周期表の第3周期に属する。最外殻電子数や価電子数は元素ごとに異なり、ケイ素は半導体としての性質を持つため、金属光沢を持つマグネシウムとは物理的性質が大きく異なる。
問6	答え 2 金属陽イオンが自由電子を介して結合しており、力を加えても結合が維持されるためである。	金属結晶では、金属原子から放出された価電子が結晶全体を自由に動き回る自由電子となり、金属陽イオンを結合させている。この自由電子の存在により、外部から力を加えて結晶の形状が変化しても、結合が切断されずに維持されるため、金属は展性や延性を示す。これは金属結合特有の性質であり、共有結合やイオン結合とは異なる。
問7	答え 3 質量数：40、原子番号：10	原子番号1から19の元素において、天然に最も多く存在する同位体の質量数を比較すると、原子番号18のアルゴン（Ar）の質量数40（存在比約99.6%）が最大となる。原子番号19のカリウム（K）で最も多い同位体は質量数39である。また、M殻に電子が存在しない原子は、電子配置がK殻とL殻のみで完結する原子番号10のネオン（Ne）までであり、そのうち原子番号が最大となるのは10である。
問8	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9	答え 2 K殻に2個、L殻に3個の電子を持つ	原子番号は陽子の数と等しく、中性原子では電子の数とも等しい。ホウ素の原子番号は5であるため、電子は合計で5個存在する。電子は内側の殻から順に配置され、K殻には最大2個まで入る。残りの3個はL殻に配置されるため、K殻に2個、L殻に3個という配置が正しい。
問10	答え 3 2.0パーセント	鉄原子1個の質量は56、ケイ素原子99個の質量は $28 \times 99 = 2772$ である。試料全体の質量は $56 + 2772 = 2828$ となる。質量パーセント濃度は（溶質の質量 ÷ 溶液全体の質量） $\times 100$ で求められるため、 $56 \div 2828 \times 100$ を計算すると約1.98パーセントとなる。したがって、選択肢の中で最も近い値である2.0パーセントが適切である。
問11	答え 2 12	原子番号は原子核内の陽子の数を表し、質量数は陽子数と中性子数の和で定義される。ナトリウム原子において、質量数23から原子番号（陽子数）11を差し引くことで、中性子数は $23 - 11 = 12$ と算出される。原子核の構造を理解する上で、質量数と原子番号の関係を正しく把握することが重要である。

問1 原子番号9、質量数19の原子の電子配置と最外殻電子数に関する記述として、正しいものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| 1. K殻に2個、L殻に7個の電子が配置され、最外殻電子数は7個である。 | 2. K殻に2個、L殻に8個、M殻に1個の電子が配置され、最外殻電子数は1個である。 | 3. K殻に1個、L殻に8個の電子が配置され、最外殻電子数は8個である。 | 4. K殻に2個、L殻に6個、M殻に1個の電子が配置され、最外殻電子数は1個である。 |
|--------------------------------------|--|--------------------------------------|--|

問2 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。（2015年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1. 二酸化炭素は直線形の構造を持つため無極性分子である | 2. 水分子は折れ線形構造のため無極性分子である | 3. 塩化メチルは対称性が高いため無極性分子である | 4. シアン化水素は直線形だが極性を持たない無極性分子である |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|

問3 原子番号12のマグネシウム原子と、原子番号14のケイ素原子に共通する性質として、最も適切なものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------|-----------------|-------------|---------------|
| 1. 最外殻電子数が等しい | 2. 電子殻がM殻まで存在する | 3. 価電子数が等しい | 4. 常温で金属光沢を持つ |
|---------------|-----------------|-------------|---------------|

問4 蒸留装置を組み立てて実験を行う際、装置の操作や構成に関する記述として誤っているものはどれか。（2026年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1. 沸騰石は、突沸を防ぐために加熱前にフラスコ内へ入れておく。 | 2. 温度計の球部は、枝付きフラスコの枝管の付け根付近に位置させる。 | 3. リービッヒ冷却器の冷却水は、蒸気の流れと逆方向になるように下から上へ流す。 | 4. リービッヒ冷却器の冷却水は、蒸気の流れを速めるために上から下へ流す。 |
|----------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------------|

問5 抽出操作において、分液漏斗内で水層と有機溶媒層が分離する理由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. 水と有機溶媒の密度および極性の違いにより、互いに混ざり合わず層を形成するため | 2. 溶媒同士の化学反応により、沈殿が生じて層が分かれるため | 3. 抽出される物質が溶媒の表面張力を変化させ、層を分離させるため | 4. 溶媒の蒸気圧の差により、気液平衡状態で層が分かれるため |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|

問6 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7 黒鉛の結晶構造と電気伝導性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。（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|--|--|--|
| 1. 黒鉛は共有結合の結晶であるが、層間に存在する自由電子によって電気を導く。 | 2. 黒鉛は分子からなる結晶であり、分子間力によって結合しているため電気を導かない。 | 3. 黒鉛は炭素原子が立体的な網目状に結合しており、電子が局在化しているため電気を導かない。 | 4. 黒鉛は金属結合の結晶であり、すべての炭素原子が金属的な結合によって電気を導く。 |
|---|--|--|--|

問8 次の分子のうち、分子内の結合に極性が存在するにもかかわらず、分子全体としては無極性分子であるものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. 塩化水素 (HCl) | 2. 水 (H ₂ O) | 3. 二酸化炭素 (CO ₂) | 4. アンモニア (NH ₃) |
|---------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|

問9 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10 炭素原子の電子配置と関連する原子やイオンの性質について、誤っている記述はどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------|---|------------------------------|----------------------------|
| 1. 硫黄原子の価電子数は6である。 | 2. ナトリウムイオンとフッ化物イオンは、共にネオン原子と同じ電子配置をとる。 | 3. 窒素原子とリン原子は、共に最外殻電子数が5である。 | 4. 炭素原子のK殻には4個の電子が収容されている。 |
|--------------------|---|------------------------------|----------------------------|

問11 ある原子の質量数が39で、中性子の数が20であるとき、この原子の原子番号と価電子の数として正しい組み合わせはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1. 原子番号19、価電子1 | 2. 原子番号19、価電子2 | 3. 原子番号20、価電子1 | 4. 原子番号20、価電子2 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 1 K殻に2個、L殻に7個の電子が配置され、最外殻電子数は7個である。	原子番号9の原子は電子を9個持つ。電子は内側の殻から順に配置され、K殻には最大2個、残りの7個はL殻に配置される。最外殻電子数は最も外側の電子殻にある電子の数であり、この場合はL殻の7個となる。この原子はハロゲン元素であるフッ素 (F) に該当する。
問2	答え 1 二酸化炭素は直線形の構造を持つため無極性分子である	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り、二つのC=O結合の極性が互いに反対方向で打ち消し合うため無極性となる。水は折れ線形、塩化メチルは四面体構造で置換基が異なるため極性を持ち、シアン化水素もH-C≡Nという非対称な結合により極性を持つ。
問3	答え 2 電子殻がM殻まで存在する	原子番号12のマグネシウム（電子配置：K殻2, L殻8, M殻2）と、原子番号14のケイ素（電子配置：K殻2, L殻8, M殻4）は、いずれも電子がM殻まで配置されるため、周期表の第3周期に属する。最外殻電子数や価電子数は元素ごとに異なり、ケイ素は半導体としての性質を持つため、金属光沢を持つマグネシウムとは物理的性質が大きく異なる。
問4	答え 4 リービッヒ冷却器の冷却水は、蒸気の流れを速めるために上から下へ流す。	蒸留装置において、リービッヒ冷却器の冷却水を上部から下部へ流すと、冷却器の管内に空気が残りやすく、冷却水が十分に満たされないため冷却効率が低下する。したがって、下部から上部へ流すのが適切である。他の選択肢である沸騰石の投入や温度計の位置調整は、蒸留を安全かつ正確に行うための標準的な操作である。
問5	答え 1 水と有機溶媒の密度および極性の違いにより、互いに混ざり合わず層を形成するため	抽出において水と有機溶媒が分離するのは、両者の極性が大きく異なり、互いに混ざり合わない（不溶である）ためである。このとき、密度が小さい方の液体が上層に、大きい方の液体が下層に分かれる。この性質を利用して、特定の物質を溶解度の高い方の溶媒へ移動させることで分離が可能となる。化学反応や表面張力、蒸気圧は抽出の主たる分離原理ではない。
問6	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7	答え 1 黒鉛は共有結合の結晶であるが、層間に存在する自由電子によって電気を導く。	黒鉛は炭素原子が共有結合によって平面状の網目構造を作っているが、層間には共有結合に関与しない電子が存在し、これが自由電子として振る舞う。そのため、ダイヤモンドのような一般的な共有結合の結晶とは異なり、電気伝導性を示すという特徴がある。金属結合の結晶ではなく、あくまで共有結合の結晶に分類される点に注意が必要である。
問8	答え 3 二酸化炭素 (CO₂)	二酸化炭素は炭素原子を中心に酸素原子が直線状に配置された対称的な構造を持つ。炭素と酸素の電気陰性度の差により結合には極性があるが、左右の極性が打ち消し合うため、分子全体としては無極性分子となる。一方、水やアンモニアは折れ線形や三角錐形であり、対称性が低いため極性分子となる。
問9	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10	答え 4 炭素原子のK殻には4個の電子が収容されている。	炭素原子のK殻に収容される電子は2個であり、4個という記述は誤りである。硫黄は第16族元素であるため価電子数は6であり、ナトリウムイオン (Na ⁺) とフッ化物イオン (F ⁻) は共に電子を10個持ちネオン (Ne) と同じ配置をとる。また、窒素とリンは共に第15族元素であり、最外殻電子数は5である。
問11	答え 1 原子番号19、価電子1	原子番号は陽子の数に等しく、質量数は陽子の数と中性子の数の和である。質量数39から中性子の数20を引くと、陽子の数すなわち原子番号は19となる。原子番号19の元素はカリウムであり、電子配置はK殻に2個、L殻に8個、M殻に8個、N殻に1個の電子を持つ。最外殻であるN殻に1個の電子が存在するため、価電子の数は1となる。

問1 同位体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. 同位体は中性子の数が異なるため、化学的性質が大きく異なる。 | 2. 同位体は陽子の数が異なるため、元素としての種類が異なる。 | 3. 同位体は電子配置が同一であるため、化学的性質はほぼ同一である。 | 4. 同位体は質量数が同一であるため、物理的性質も完全に一致する。 |
|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|

問2 同位体に関する記述として、最も適切なものを選び。（2026年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 1. 原子番号が同じで、中性子の数が異なる原子同士のことである。 | 2. 陽子の数が異なるため、化学的性質が大きく異なる原子同士のことである。 | 3. すべて放射線を放出して別の元素に変わる性質を持つ原子のことである。 | 4. 原子核に含まれる陽子の数と中性子の数の和が等しい原子同士のことである。 |
|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|

問3 原子番号19のカリウム原子について、陽子数が19、中性子数が20であるとき、この原子の質量数として正しいものはどれか。

（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| 1. 19 | 2. 20 | 3. 38 | 4. 39 |
|-------|-------|-------|-------|

問4 イオン結晶が固体状態で電気伝導性を示さず、融解すると電気伝導性を示す理由として、最も適切なものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|---------------------------------------|------------------------------------|---|
| 1. 固体ではイオンが静電的引力で固定されているが、融解すると自由に移動できるため | 2. 固体では共有結合が強固に働いているが、融解すると電子が放出されるため | 3. 固体では金属結合が働いているが、融解するとイオンが消失するため | 4. 固体では分子間力が働いているが、融解するとイオンが共有結合を形成するため |
|---|---------------------------------------|------------------------------------|---|

問5 原子番号1から19の元素において、陽子の数、中性子の数、価電子の数の傾向を比較したとき、原子番号の増加に伴い周期的に増減するものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------|----------|----------|--------|
| 1. 陽子の数 | 2. 中性子の数 | 3. 価電子の数 | 4. 質量数 |
|---------|----------|----------|--------|

問6 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7 臭素の同位体である ^{79}Br （相対質量78.9、存在比51%）と ^{81}Br （相対質量80.9、存在比49%）のデータに基づき、臭素の原子量を求めた場合の値として最も近いものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| 1. 79.5 | 2. 79.9 | 3. 80.1 | 4. 80.5 |
|---------|---------|---------|---------|

問8 炭素の同位体である炭素12と炭素14の比較として、正しい説明を選び。（2026年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. 炭素12と炭素14は、陽子の数は同じだが中性子の数が異なる。 | 2. 炭素12と炭素14は、化学的性質が大きく異なるため分離が容易である。 | 3. 炭素12と炭素14は、原子番号が異なるため周期表上の位置が異なる。 | 4. 炭素12と炭素14は、どちらも放射線を放出して別の元素に変わる。 |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|

問9 臭素の同位体である ^{79}Br （相対質量78.9、存在比51パーセント）と ^{81}Br （相対質量80.9、存在比49パーセント）のデータに基づき、臭素の原子量として最も適切な値はどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 1. 79.88 | 2. 79.90 | 3. 79.98 | 4. 80.02 |
|----------|----------|----------|----------|

問10 イオン化エネルギーに関する記述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. イオン化エネルギーが大きい原子ほど、電子を放出して陽イオンになりやすい。 | 2. 原子から電子を1個取り去り、1価の陽イオンにするために必要な最小のエネルギーを指す。 | 3. 周期表において、左下の元素ほどイオン化エネルギーが大きくなる傾向がある。 | 4. 電気陰性度と混同されやすく、原子が電子を引きつける強さを直接的に表す指標である。 |
|---|---|---|---|

問11 分子またはイオンのうち、共有電子対を合計で2組だけ持つものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 1. 水分子（ H_2O ） | 2. アンモニア（ NH_3 ） | 3. 塩化水素（ HCl ） | 4. アンモニウムイオン（ NH_4^+ ） |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 3 同位体は電子配置が同一であるため、化学的性質はほぼ同一である。	同位体は原子番号（陽子の数）が同じで中性子の数が異なる原子同士を指す。化学的性質は主に最外殻電子の配置によって決定されるため、同位体間では電子配置が同一であり、化学的性質はほぼ同一となる。一方で、質量数が異なるため、密度や拡散速度などの物理的性質にはわずかな差異が生じることがある。
問2	答え 1 原子番号が同じで、中性子の数が異なる原子同士のことである。	同位体は、原子番号（陽子の数）が同じで、中性子の数が異なる原子を指す。陽子の数が同じであるため、電子配置がほぼ同一となり、化学的性質は極めて似通っている。すべての同位体が放射線を出すわけではなく、放射性同位体と呼ばれる特定の核種のみが放射線を放出して崩壊する。したがって、定義を正確に述べている選択肢が適切である。
問3	答え 4 39	質量数は原子核を構成する陽子の数と中性子の数の和で定義される。カリウムの原子番号は19であり、これは陽子数と等しい。したがって、陽子数19と中性子数20を足し合わせた39がこの原子の質量数となる。
問4	答え 1 固体ではイオンが静電的引力で固定されているが、融解すると自由に移動できるため	イオン結晶は、陽イオンと陰イオンが静電的引力によって結晶格子内に固定されているため、固体状態では電荷を運ぶキャリアが自由に動けず電気を通さない。しかし、加熱して融解させると、イオンが結晶格子から解放されて自由に移動できるようになるため、電気伝導性を示すようになる。これはイオン結晶の物理的性質を理解する上で重要な原理である。
問5	答え 3 価電子の数	陽子の数は原子番号と一致するため、原子番号の増加とともに必ず増加する。中性子の数も原子番号の増加に伴い概ね増加する傾向にある。一方、価電子の数は電子殻の構造に基づき、原子番号の増加に伴って周期的に増減する性質を持つ。この周期性は周期表の族と密接に関連しており、元素の化学的性質が周期的に変化する要因となっている。
問6	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 ₂ O）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、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7	答え 2 79.9	原子量は、各同位体の相対質量にその存在比を乗じた値の総和として求められる。計算式は、 $78.9 \times 0.51 + 80.9 \times 0.49$ となる。これを計算すると、 $40.239 + 39.641 = 79.88$ となり、有効数字を考慮すると約79.9となる。この値は、各同位体の存在比を反映した平均的な質量を示している。
問8	答え 1 炭素12と炭素14は、陽子の数は同じだが中性子の数が異なる。	炭素の原子番号は6であり、炭素12は中性子を6個、炭素14は中性子を8個持つ。原子番号が同じであるため、周期表では同じ位置に存在し、化学的性質もほぼ同じである。炭素14は放射性同位体として知られるが、炭素12は安定同位体であり、放射線を放出しない。このため、陽子の数が同じで中性子の数が異なるという記述が正しい。
問9	答え 1 79.88	原子量は、各同位体の相対質量にその存在比を乗じて合計した加重平均値として求められる。計算式は $78.9 \times 0.51 + 80.9 \times 0.49$ となり、これを計算すると $40.239 + 39.641 = 79.88$ となる。同位体は中性子の数が異なるために質量数が異なるが、電子配置が同一であるため化学的性質はほぼ等しいという特徴を持つ。
問10	答え 2 原子から電子を1個取り去り、1価の陽イオンにするために必要な最小のエネルギーを指す。	イオン化エネルギーは、気体状態の原子から電子を1個取り除いて陽イオンにするために必要な最小のエネルギーである。この値が大きいかほど電子を放出しにくい、陽イオンになりにくい。周期表では、一般に右上の元素ほどこの値が大きく、左下の元素ほど小さい。電気陰性度は共有結合における電子の引きつけやすさを示す指標であり、イオン化エネルギーとは定義が異なる。
問11	答え 1 水分子 (H ₂ O)	水分子は、中心の酸素原子が2つの水素原子とそれぞれ1組ずつの共有電子対を形成しており、合計で2組の共有電子対を持つ。一方、アンモニアは3組、塩化水素は1組、アンモニウムイオンは4組の共有電子対を持つ。したがって、条件を満たすのは水分子である。

高校化学プリント（過去問類似）

物質の構成と化学結合 No.4

名前

得点

/10

問1 エタノール水溶液を加熱し、発生した気体を冷却して回収する操作である蒸留について、その原理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. エタノールは水よりも沸点が低い
ため、加熱によりエタノールが優先的に気化し、回収される蒸留液のエタノール濃度は元の溶液より高くなる。
2. エタノールは水よりも沸点が高いため、加熱により水が優先的に気化し、回収される蒸留液のエタノール濃度は元の溶液より低くなる。
3. 蒸留を繰り返しても、気体と液体の平衡状態が一定であるため、回収される蒸留液のエタノール濃度は変化しない。
4. 蒸留は物質の溶解度の差を利用した分離手法であり、加熱による気化の過程ではエタノール濃度は変化しない。

問2 アルミニウムイオンとアルゴン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。（2026年 全国公立入試 類似）

1. アルミニウムイオンは電子を10個持ち、アルゴン原子は電子を18個持つため、電子配置は異なる。
2. アルミニウムイオンとアルゴン原子は、いずれも最外殻電子数が8個であるため、電子配置は同じである。
3. アルミニウムイオンは電子を13個持ち、アルゴン原子は電子を18個持つため、電子配置は同じである。
4. アルミニウムイオンは電子を10個持ち、アルゴン原子も電子を10個持つため、電子配置は同じである。

問3 同位体に関する記述として、化学的性質の観点から最も適切なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 同位体は中性子数が異なるため、化学反応の速度が著しく異なる。
2. 同位体は電子配置が同一であるため、化学的な反応性はほとんど変わらない。
3. 同位体は原子番号が異なるため、周期表上の異なる位置に分類される。
4. 同位体は質量数が異なるため、結合する原子の数が大きく変化する。

問4 ヨウ素と砂の混合物から、ヨウ素の性質を利用して加熱により気体として取り出し、再び固体として回収する分離操作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. 抽出
2. 昇華法
3. 再結晶
4. ろ過

問5 ある原子の質量数が39で、中性子の数が20であるとき、この原子の原子番号と価電子の数として正しい組み合わせはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 原子番号19、価電子1
2. 原子番号19、価電子2
3. 原子番号20、価電子1
4. 原子番号20、価電子2

問6 原子番号11のナトリウム原子において、陽子の数、中性子の数（質量数23とする）、および価電子の数の組み合わせとして正しいものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 陽子11、中性子12、価電子1
2. 陽子11、中性子11、価電子1
3. 陽子12、中性子11、価電子2
4. 陽子11、中性子12、価電子2

問7 次の分子のうち、分子内の結合に極性が存在するにもかかわらず、分子全体としては無極性分子であるものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 塩化水素 (HCl)
2. 水 (H₂O)
3. 二酸化炭素 (CO₂)
4. アンモニア (NH₃)

問8 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9 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10 同位体の定義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. 原子番号が等しく、中性子数が異なるため質量数が異なる原子同士の関係である。
2. 原子番号が異なり、中性子数が等しいため質量数が異なる原子同士の関係である。
3. 電子数が異なり、陽子数が等しいため化学的性質が大きく異なる原子同士の関係である。
4. 質量数が等しく、陽子数と中性子数の和が異なる原子同士の関係である。

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 1 エタノールは水よりも沸点が低いため、加熱によりエタノールが優先的に気化し、回収される蒸留液のエタノール濃度は元の溶液より高くなる。	エタノールと水の混合物を加熱すると、沸点の低いエタノールが水よりも優先的に気化します。この気体を冷却して液体として回収すると、気相中のエタノール比率が高いため、元の溶液よりもエタノール濃度が高い蒸留液が得られます。この操作を繰り返すことで、さらにエタノール濃度を高めることが可能です。これは物質の沸点の違いを利用した分離・精製方法です。
問2	答え 1 アルミニウムイオンは電子を10個持ち、アルゴン原子は電子を18個持つため、電子配置は異なる。	電子配置は原子やイオンが持つ電子の総数によって決定される。アルミニウムイオンはアルミニウム原子（電子13個）から3個の電子が失われた状態であるため、電子数は10個となりネオンと同じ配置をとる。対してアルゴン原子は原子番号18であり、電子を18個持つため、アルミニウムイオンとは電子配置が根本的に異なる。
問3	答え 2 同位体は電子配置が同一であるため、化学的な反応性はほとんど変わらない。	同位体は同じ元素の原子であり、原子番号（陽子の数）が等しいため、中性原子であれば電子の数も等しく、電子配置も同一です。化学結合や化学反応は主に電子の授受や共有によって起こるため、電子配置が同じである同位体同士は、化学的性質がほとんど同じになります。質量数の違いは物理的な性質（密度や拡散速度など）には影響しますが、化学的性質を大きく変えることはありません。
問4	答え 2 昇華法	昇華法は、固体が液体を経ずに直接気体になる性質を利用した分離法である。ヨウ素は常圧下で加熱すると昇華しやすいため、この性質を利用して砂などの不純物から分離・精製することができる。一方、抽出は溶媒への溶解度の差、再結晶は温度による溶解度の差、ろ過は粒径の差を利用する操作である。
問5	答え 1 原子番号19、価電子1	原子番号は陽子の数に等しく、質量数は陽子の数と中性子の数の和である。質量数39から中性子の数20を引くと、陽子の数すなわち原子番号は19となる。原子番号19の元素はカリウムであり、電子配置はK殻に2個、L殻に8個、M殻に8個、N殻に1個の電子を持つ。最外殻であるN殻に1個の電子が存在するため、価電子の数は1となる。
問6	答え 1 陽子11、中性子12、価電子1	原子番号は陽子の数と一致するため、ナトリウム（原子番号11）の陽子数は11である。質量数は陽子数と中性子数の和であり、 $23 = 11 + \text{中性子数}$ より、中性子数は12となる。価電子数は最外殻電子数に対応し、ナトリウムは第1族元素であるため、価電子数は1である。これらを整理すると、陽子11、中性子12、価電子1という構成が導かれる。
問7	答え 3 二酸化炭素 (CO ₂)	二酸化炭素は炭素原子を中心に酸素原子が直線状に配置された対称的な構造を持つ。炭素と酸素の電気陰性度の差により結合には極性があるが、左右の極性が打ち消し合うため、分子全体としては無極性分子となる。一方、水やアンモニアは折れ線形や三角錐形であり、対称性が低いため極性分子となる。
問8	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9	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10	答え 1 原子番号が等しく、中性子数が異なるため質量数が異なる原子同士の関係である。	同位体（アイソトープ）は、同じ元素の原子であり、原子核に含まれる陽子の数（原子番号）は等しいが、中性子の数が異なるために質量数が異なる原子を指す。陽子数が同じであるため電子数も等しく、化学的性質はほぼ同じである。元素記号は同一のものが用いられる。

高校化学プリント（過去問類似）

物質の構成と化学結合 No.5

名前

得点

/10

問1 塩化ナトリウムの結晶構造において、ナトリウムイオンと塩化物イオンを互いに結びつけている結合の主な要因は何か。 (2016

年 全国公立入試 類似)

1. 静電的引力 2. 共有結合による電子対の共有 3. 金属結合による自由電子の共有 4. 分子間力による引き合い

問2 化学結合の性質に関する記述として、誤っているものはどれか。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. 配位結合は、一方の原子から電子対が提供されることで形成される共有結合の一種である。 2. オキシニウムイオンの形成において、酸素原子は電子対の供与体として働く。 3. 配位結合によって形成された結合は、一度形成されると通常の共有結合と区別することはできない。 4. 金属の展性は、金属原子が共有結合によって強固に結びついているために生じる性質である。

問3 同位体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. 同位体は中性子の数が異なるため、化学的性質が大きく異なる。 2. 同位体は陽子の数が異なるため、元素としての種類が異なる。 3. 同位体は電子配置が同一であるため、化学的性質はほぼ同一である。 4. 同位体は質量数が同一であるため、物理的性質も完全に一致する。

問4 共有結合に関する説明として、誤っているものはどれか。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. 共有結合は、主に非金属元素の原子同士で形成される。 2. 共有結合によって形成される結晶には、ダイヤモンドや二酸化ケイ素がある。 3. 共有結合で結ばれた分子は、必ず無極性分子となる。 4. 共有結合は、原子が価電子を共有することで安定化する結合である。

問5 原子の電子配置と価電子に関する説明として誤っているものはどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. ケイ素原子の価電子数は4であり、最外殻電子数と一致する。 2. 原子の電子配置において、内側の殻から順に電子が収容される。 3. 価電子は原子の化学的性質を決定する重要な役割を担う。 4. M殻は最大で18個の電子を収容できるが、原子番号20までの元素ではM殻に9個以上の電子が入ることはない。

問6 陽子数が12であるマグネシウム原子が、電子を2個放出して安定なイオンになるとき、形成されるイオンの価数と電子配置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. 1価の陽イオンとなり、ネオンと同じ電子配置をとる 2. 2価の陽イオンとなり、ネオンと同じ電子配置をとる 3. 2価の陽イオンとなり、アルゴンと同じ電子配置をとる 4. 2価の陰イオンとなり、アルゴンと同じ電子配置をとる

問7 原子が電子を1個受け取って1価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーとして定義される用語はどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. 電子親和力 2. イオン化エネルギー 3. 電気陰性度 4. 格子エネルギー

問8 同位体に関する記述として、化学的性質の観点から最も適切なものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 同位体は中性子数が異なるため、化学反応の速度が著しく異なる。 2. 同位体は電子配置が同一であるため、化学的な反応性はほとんど変わらない。 3. 同位体は原子番号が異なるため、周期表上の異なる位置に分類される。 4. 同位体は質量数が異なるため、結合する原子の数が大きく変化する。

問9 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10 分子またはイオンのうち、共有電子対を合計で2組だけ持つものはどれか。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. 水分子 (H₂O) 2. アンモニア (NH₃) 3. 塩化水素 (HCl) 4. アンモニウムイオン (NH₄⁺)

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 1 静電氣的引力	塩化ナトリウムの結晶は、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、静電氣的な引力（クーロン力）によって互いに引き合い、規則正しく配列して形成されている。この結合はイオン結合と呼ばれ、結晶全体として安定な構造を保っている。共有結合は原子間で電子を共有する結合であり、金属結合は自由電子を介した結合であるため、これらはイオン結晶の定義とは異なる。
問2	答え 4 金属の展性は、金属原子が共有結合によって強固に結びついているために生じる性質である。	金属の展性や延性は、金属結晶中の自由電子が金属陽イオンの間を自由に移動し、結合の方向性が特定されないために生じる性質です。一方、配位結合は共有結合の一種であり、オキソニウムイオンの生成過程で見られるように、一方の原子から電子対が提供されることで結合が形成されます。一度形成された配位結合は、他の共有結合と化学的な性質において区別されません。
問3	答え 3 同位体は電子配置が同一であるため、化学的性質はほぼ同一である。	同位体は原子番号（陽子の数）が同じで中性子の数が異なる原子同士を指す。化学的性質は主に最外殻電子の配置によって決定されるため、同位体間では電子配置が同一であり、化学的性質はほぼ同一となる。一方で、質量数が異なるため、密度や拡散速度などの物理的性質にはわずかな差異が生じることがある。
問4	答え 3 共有結合で結ばれた分子は、必ず無極性分子となる。	共有結合によって形成される分子には、無極性分子だけでなく、極性分子も存在する。例えば、塩化水素(HCl)は共有結合で結ばれているが、電気陰性度の差により極性を持つ。共有結合結晶（ダイヤモンドや二酸化ケイ素など）は、原子が共有結合で網目状に連なった構造を持ち、非常に高い融点を示すことが特徴である。
問5	答え 4 M殻は最大で18個の電子を収容できるが、原子番号20までの元素ではM殻に9個以上の電子が入ることはない。	原子番号19のカリウムや20のカルシウムでは、M殻が満たされる前にN殻に電子が入るため、M殻の電子数は8個で留まる。しかし、M殻に9個以上の電子が入らないという記述は誤りである。原子番号21のスカンジウム以降では、M殻に電子が順次補充され、最大18個まで収容可能となるため、この記述は原子番号20までの制限を超えた一般論として不適切である。
問6	答え 2 2価の陽イオンとなり、ネオンと同じ電子配置をとる	マグネシウム原子（原子番号12）は、最外殻に2個の電子を持つ。この2個の電子を放出して2価の陽イオン(Mg ²⁺)になると、電子数は10個となり、希ガスであるネオン（原子番号10）と同じ電子配置をとることで安定化する。アルカリ金属は1価の陽イオンになりやすく、本問のマグネシウムは第2族元素であるため、電子を2個失う性質が特徴である。
問7	答え 1 電子親和力	電子親和力は、気体状態の原子が電子を1個受け取って1価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーのことである。これに対し、イオン化エネルギーは原子から電子を1個取り去って1価の陽イオンにするために必要なエネルギーを指す。電気陰性度は共有結合における電子の引きつけやすさの尺度であり、格子エネルギーはイオン結晶が構成イオンに分かれる際のエネルギー変化に関連する。
問8	答え 2 同位体は電子配置が同一であるため、化学的性質はほとんど変わらない。	同位体は同じ元素の原子であり、原子番号（陽子の数）が等しいため、中性原子であれば電子の数も等しく、電子配置も同一です。化学結合や化学反応は主に電子の授受や共有によって起こるため、電子配置が同じである同位体同士は、化学的性質がほとんど同じになります。質量数の違いは物理的な性質（密度や拡散速度など）には影響しますが、化学的性質を大きく変えることはありません。
問9	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10	答え 1 水分子 (H ₂ O)	水分子は、中心の酸素原子が2つの水素原子とそれぞれ1組ずつの共有電子対を形成しており、合計で2組の共有電子対を持つ。一方、アンモニアは3組、塩化水素は1組、アンモニウムイオンは4組の共有電子対を持つ。したがって、条件を満たすのは水分子である。