

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、存在しないとする記述は誤りである。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。