

問1 メタンと二酸化炭素の性質に関する記述として、最も適当なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 両者とも地球温暖化の原因物質である。
2. 両者とも石灰水に通すと白濁する。
3. 両者とも空気より密度が小さく、上方置換法で捕集する。
4. 両者とも大気中で雨水に溶け、酸性雨の主原因となる。

問2 クロム酸イオンとニクロム酸イオンの平衡および沈殿生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. クロム酸イオンを含む水溶液に塩基を加えると、ニクロム酸イオンとの平衡がクロム酸イオン側に移動する。
2. ニクロム酸イオンを含む水溶液に酸を加えると、平衡がニクロム酸イオン側に移動し、溶液の色が変化する。
3. クロム酸イオンを含む水溶液に鉛イオンを加えると、黄色沈殿であるクロム酸鉛が生成する。
4. クロム酸イオンとニクロム酸イオンの平衡において、酸性条件下ではクロム酸イオンが優勢となり、ニクロム酸イオンはほとんど存在しない。

問3 水溶液に硝酸銀水溶液を加えた際に白色沈殿を生じ、かつ炎色反応で黄色を示す物質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. 塩化ナトリウム
2. 硝酸カリウム
3. 炭酸カルシウム
4. 硫酸バリウム

問4 銅イオンを含む酸性水溶液に硫化水素を通じた際に生じる沈殿の色と、その化学反応の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. 白色沈殿が生じ、これは塩基性条件下でのみ生成される
2. 黒色沈殿が生じ、これは酸性条件下でも生成される
3. 黄色沈殿が生じ、これは亜鉛イオンと共通の反応である
4. 赤褐色沈殿が生じ、これは酸化還元反応ではなく中和反応である

問5 石灰窒素の合成過程における化学反応式「 $\text{CaC}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{CaCN}_2 + \text{C}$ 」において、酸化数の変化について述べたものとして正しいものはどれか。（2026年 全国公立入試 類似）

1. 窒素原子の酸化数は0から-3に変化し、還元されている
2. 炭素原子の酸化数は+1から0に変化し、酸化されている
3. カルシウム原子の酸化数は+2から+4に変化し、酸化されている
4. 窒素原子の酸化数は0から+3に変化し、酸化されている

問6 十分な量の硫化水素を水に溶かした飽和硫化水素水溶液において、水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ と硫化物イオン濃度 $[\text{S}^{2-}]$ の関係を表す記述として最も適当なものを次のうちから選べ。ただし、飽和溶液中の硫化水素分子の濃度 $[\text{H}_2\text{S}]$ は一定に保たれているものとする。（2026年 全国公立入試 類似）

1. 硫化物イオン濃度は、水素イオン濃度の二乗に反比例する。
2. 硫化物イオン濃度は、水素イオン濃度に反比例する。
3. 硫化物イオン濃度は、水素イオン濃度の二乗に比例する。
4. 硫化物イオン濃度は、水素イオン濃度に比例する。

問7 金属イオンを含む水溶液から、操作I（塩酸添加）で沈殿a、操作II（硫化水素通気）で沈殿b、操作III（煮沸、希硝酸添加、加熱、アンモニア水添加）で沈殿cを分離する過程において、沈殿cとして得られる物質はどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 塩化銀
2. 硫化鉛(II)
3. 水酸化鉄(III)
4. 硫化銅(II)

問8 気体の洗浄操作において、塩化水素と硫化水素の混合気体から硫化水素を除去する際に、硝酸銀水溶液を用いることが不適切である理由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. 硝酸銀水溶液は塩化水素とも反応して塩化銀の沈殿を生じ、目的の気体まで除去してしまうため
2. 硝酸銀水溶液は硫化水素と反応せず、気体を精製することができないため
3. 硝酸銀水溶液は酸性度が高く、混合気体中の全ての成分を吸収してしまうため
4. 硝酸銀水溶液は気体と反応して有害な塩素ガスを発生させるため

問9 ハロゲン元素の酸化還元反応に関する記述として、誤っているものを次のうちから一つ選べ。（2024年 全国公立入試 類似）

1. フッ素は他のハロゲン単体を酸化して、それぞれのハロゲン化物イオンに変化させることができる。
2. ヨウ素は臭化物イオンを酸化して臭素を生成することができる。
3. 臭素水はアスタチン化物イオンを酸化してアスタチン単体を生成することはできない。
4. ハロゲンの単体の酸化力は、原子番号が大きくなるほど弱くなる傾向がある。

答え合わせ・解説 No.7

問1	答え 1 両者とも地球温暖化の原因物質である。	メタンと二酸化炭素は、いずれも温室効果ガスであり、地球温暖化の原因物質として知られている。石灰水の白濁は二酸化炭素特有の反応であり、メタンでは起こらない。また、メタンは空気より軽い二酸化炭素は重く、酸性雨の主な原因は硫黄酸化物や窒素酸化物であるため、他の選択肢は不適切である。
問2	答え 4 クロム酸イオンとニクロム酸イオンの平衡において、酸性条件下ではクロム酸イオンが優勢となり、ニクロム酸イオンはほとんど存在しない。	水溶液中での平衡において、 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ という反応式が成立する。ルシャトリエの原理により、酸性（ H^+ 濃度が高い）条件下では平衡は右側のニクロム酸イオン側に移動するため、ニクロム酸イオンが優勢となる。したがって、酸性条件下でクロム酸イオンが優勢であるという記述は誤りである。他の選択肢は、液性と平衡移動の関係および沈殿生成の性質として正しい。
問3	答え 1 塩化ナトリウム	塩化ナトリウムは水に溶けやすく、水溶液中でナトリウムイオンと塩化物イオンに電離する。ナトリウムイオンは炎色反応で黄色を示し、塩化物イオンは銀イオンと反応して塩化銀の白色沈殿を生じる。他の選択肢のうち、硝酸カリウムは沈殿を生じず、炭酸カルシウムや硫酸バリウムは水にほとんど溶けないため、この性質をすべて満たすのは塩化ナトリウムである。
問4	答え 2 黒色沈殿が生じ、これは酸性条件下でも生成される	銅イオン(Cu^{2+})は、酸性水溶液中で硫化水素(H_2S)と反応し、硫化銅(CuS)の黒色沈殿を生じる。この反応は硫化物イオンを用いた金属イオンの系統的分析において重要であり、酸性条件下でも沈殿を形成する性質を利用して、亜鉛イオン(Zn^{2+})などの他の金属イオンと分離することが可能である。亜鉛イオンは酸性条件下では硫化水素と反応して沈殿を生じないため、この反応は銅の検出に特異的である。
問5	答え 1 窒素原子の酸化数は0から-3に変化し、還元されている	反応式 $\text{CaC}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{CaCN}_2 + \text{C}$ において、単体である窒素分子 (N_2) 中の窒素の酸化数は0である。生成物であるシアノミドカルシウム (CaCN_2) において、 Ca は+2、 C は+4の酸化数を持つため、 CN_2 の合計酸化数は-2となり、窒素原子1つあたりの酸化数は-3となる。したがって、窒素は0から-3へと酸化数が減少し、還元されていることがわかる。
問6	答え 1 硫化物イオン濃度は、水素イオン濃度の二乗に反比例する。	硫化水素の2段階の電離平衡をまとめると、 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ と表される。この電離定数の積を K とすると、 $K = ([\text{H}^+]^2 * [\text{S}^{2-}]) / [\text{H}_2\text{S}]$ となる。飽和硫化水素水溶液では $[\text{H}_2\text{S}]$ は一定であるため、 $[\text{H}^+]^2 * [\text{S}^{2-}] = \text{一定}$ となり、硫化物イオン濃度 $[\text{S}^{2-}]$ は水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ の二乗に反比例する。
問7	答え 3 水酸化鉄(III)	操作Iで銀イオンが塩化銀として沈殿し、操作IIで鉛(II)イオンが硫化鉛(II)として沈殿する。操作IIIでは、煮沸により硫化水素を追い出し、希硝酸を加えて鉄(II)イオンを鉄(III)イオンに酸化した後、アンモニア水を加えることで、水酸化鉄(III)の赤褐色の沈殿が得られる。
問8	答え 1 硝酸銀水溶液は塩化水素とも反応して塩化銀の沈殿を生じ、目的の気体まで除去してしまうため	気体の精製においては、不純物のみを選択的に除去することが重要である。硝酸銀水溶液は硫化水素と反応して硫化銀の沈殿を生じるが、同時に塩化水素とも反応して塩化銀の沈殿を生じる。そのため、この試薬を用いると混合気体中の両方の成分が除去されてしまい、目的の気体を得ることができない。
問9	答え 2 ヨウ素は臭化物イオンを酸化して臭素を生成することができる。	ハロゲンの酸化力はフッ素が最も強く、原子番号が大きくなるにつれて弱くなる。したがって、酸化力の強いハロゲン単体は、より酸化力の弱いハロゲンのイオンを酸化できる。ヨウ素は臭素よりも酸化力が弱いため、ヨウ素単体で臭化物イオンを酸化して臭素を生成することはできない。この周期的な性質に基づき、アスタチン化物イオンについても同様の判断が可能である。