

問1 アンモニアを原料として硝酸を製造するオストワルト法において、最終的に硝酸を得るまでの反応過程で生じる物質として誤っているものを次から選べ。(2006年 全国公立入試 類似)

1. ポリ塩化ビニル                      2. 一酸化窒素                      3. 二酸化窒素                      4. 水

問2 実験室において塩素を発生させるために、濃塩酸と組み合わせて加熱する物質として最も適切なものはどれか。(2013年 全国公立入試 類似)

1. 酸化マンガン(IV)                      2. 水酸化ナトリウム                      3. 塩化アンモニウム                      4. 亜鉛

問3 常温において、二酸化窒素が四酸化二窒素と平衡状態にあることの化学的背景として最も適切なものはどれか。(2010年 全国公立入試 類似)

1. 二酸化窒素分子同士が結合して二量体を形成する平衡が成立している。  
2. 二酸化窒素が水と反応して硝酸と一酸化窒素を生じる反応が可逆的である。  
3. 二酸化窒素が酸素と反応して四酸化二窒素を生成する酸化還元反応である。  
4. 二酸化窒素が濃硝酸と反応して分解する過程で生じる中間体である。

問4 環境中に放出された際、食物連鎖を通じて生物濃縮されやすく、人体に摂取されると神経系に深刻な健康被害をもたらす重金属化合物として、最も適切なものはどれか。(2005年 全国公立入試 類似)

1. 水銀化合物                      2. ナトリウム化合物                      3. マグネシウム化合物                      4. 鉄化合物

問5 ハロゲンの単体の酸化力に関する反応として、実際に起こる反応はどれか。(2008年 全国公立入試 類似)

1. ヨウ化カリウム水溶液に塩素を通じると、ヨウ素が遊離する。  
2. 臭化カリウム水溶液にヨウ素を加えても、臭素は遊離しない。  
3. 塩化カリウム水溶液にフッ素を通じても、塩素は遊離しない。  
4. ヨウ化カリウム水溶液に臭素を加えても、ヨウ素は遊離しない。

問6 陽子数が3であるリチウム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。(2016年 全国公立入試 類似)

1. 内殻に2個、外殻に1個の電子を持つ  
2. 内殻に1個、外殻に2個の電子を持つ  
3. 内殻に3個の電子を持ち、外殻には電子を持たない  
4. 内殻に1個、外殻に1個、さらに別の殻に1個の電子を持つ

問7 海水中に含まれる塩類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. 海水中に含まれる塩類の中で、質量パーセント濃度が最も高いのは塩化ナトリウムである。  
2. 海水中に含まれる塩類の中で、質量パーセント濃度が最も高いのは塩化マグネシウムである。  
3. 海水中に含まれる塩類の中で、質量パーセント濃度が最も高いのは塩化カルシウムである。  
4. 海水中に含まれる塩類の中で、質量パーセント濃度が最も高いのは塩化カリウムである。

問8 塩化ナトリウムおよびその関連物質の用途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。(2018年 全国公立入試 類似)

1. 塩化ナトリウムは、塩素系漂白剤の主成分として広く利用されている。  
2. 次亜塩素酸ナトリウムは、水溶液中で殺菌・漂白作用を示す物質である。  
3. アルミニウムは、塩化ナトリウムの電気分解によって工業的に製造される。  
4. 銅は、食塩水に浸すことで強力な漂白剤として機能する。

問9 富栄養化が進行した湖沼において、水質が悪化するメカニズムとして最も適切な説明はどれか。(2005年 全国公立入試 類似)

1. 藻類の死骸を分解する微生物が溶存酸素を大量に消費する  
2. 藻類が光合成を過剰に行うことで水中の二酸化炭素が枯渇する  
3. リン化合物が水中の金属イオンと反応して沈殿し水が濁る  
4. 窒素化合物が水中で気化し大気汚染を引き起こす

問10 炭素 (C) を主成分とする化石燃料を完全燃焼させたとき、炭素 1.0 mol が完全に二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) に変化する際に消費される酸素 (O<sub>2</sub>) の物質質量として正しいものはどれか。(2005年 全国公立入試 類似)

1. 0.5 mol                      2. 1.0 mol                      3. 2.0 mol                      4. 4.0 mol

問11 硫化鉄に希硫酸を加えて硫化水素を発生させる実験に関する記述として、最も適切なものはどれか。(2009年 全国公立入試 類似)

1. 発生した硫化水素は、空気より重いいため上方置換法で捕集する。  
2. 反応を促進させるために、希硫酸の代わりに濃硫酸を用いる。  
3. 硫化水素は無臭の気体であるため、ドラフト内での実験は不要である。  
4. 発生した気体は水に非常に溶けやすいため、下方置換法で捕集する。

## 答え合わせ・解説 No.6

問1	<b>答え 1</b> <b>ポリ塩化ビニル</b>	オストワルト法は、アンモニアを白金触媒存在下で酸化して一酸化窒素にし、さらに酸化して二酸化窒素とした後、水に吸収させて硝酸を得る工程です。この過程でポリ塩化ビニルは生成されません。ポリ塩化ビニルは塩化ビニルを原料とする高分子化合物であり、窒素酸化物や硝酸の製造プロセスとは無関係です。
問2	<b>答え 1</b> <b>酸化マンガン(IV)</b>	実験室で塩素を発生させるには、酸化剤である酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加え、加熱する反応を用いる。 $MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$ の反応式で表される。水酸化ナトリウムと塩化アンモニウムはアンモニアの発生、亜鉛と希塩酸は水素の発生に用いられるため、塩素の製法としては誤りである。
問3	<b>答え 1</b> <b>二酸化窒素分子同士が結合して二量体を形成する平衡が成立している。</b>	二酸化窒素は不対電子を持つ不安定な分子であるため、常温付近では分子同士が結合して、より安定な四酸化二窒素という二量体を形成する。この変化は可逆的であり、温度変化によって平衡が移動するため、気体の色調が変化する現象として観察される。
問4	<b>答え 1</b> <b>水銀化合物</b>	重金属化合物は環境中で分解されにくく、食物連鎖の上位に位置する生物ほど体内に高濃度で蓄積される生物濃縮という現象が起こります。特に水銀化合物は毒性が高く、人体に摂取されると中枢神経系に深刻な障害を引き起こすことが知られています。ナトリウム、マグネシウム、鉄の化合物は、一般的に水銀化合物のような強い神経毒性や生物濃縮による深刻な環境汚染物質としての性質とは区別されます。
問5	<b>答え 1</b> <b>ヨウ化カリウム水溶液に塩素を通じると、ヨウ素が遊離する。</b>	ハロゲンの酸化力はフッ素 > 塩素 > 臭素 > ヨウ素の順である。酸化力が強い単体は、酸化力が弱いハロゲンイオンを酸化して単体に戻すことができる。塩素( $Cl_2$ )はヨウ素( $I_2$ )よりも酸化力が強いいため、ヨウ化カリウム(KI)水溶液中のヨウ化物イオン( $I^-$ )を酸化し、ヨウ素を遊離させる。他の選択肢は、酸化力の強弱関係が逆転しているか、反応が進行しない組み合わせである。
問6	<b>答え 1</b> <b>内殻に2個、外殻に1個の電子を持つ</b>	リチウム原子は原子番号3であり、陽子数が3であるため、中性状態では電子も3個存在する。電子は内側の殻(K殻)から順に配置され、K殻には最大2個まで入る。残りの1個は外側の殻(L殻)に配置されるため、内殻に2個、外殻に1個という電子配置となる。この最外殻の1個の電子が、アルカリ金属としての化学的性質を決定づけている。
問7	<b>答え 1</b> <b>海水中に含まれる塩類の中で、質量パーセント濃度が最も高いのは塩化ナトリウムである。</b>	海水には様々な塩類が溶け込んでおり、その中で最も多く含まれているのは塩化ナトリウム( $NaCl$ )である。塩化マグネシウムや塩化カルシウムなども海水中に存在するが、塩化ナトリウムの含有量が圧倒的に多い。海水中の塩類組成は、地球上の海洋において比較的安定している。
問8	<b>答え 2</b> <b>次亜塩素酸ナトリウムは、水溶液中で殺菌・漂白作用を示す物質である。</b>	塩化ナトリウム( $NaCl$ )は食塩の主成分であり、塩素系漂白剤の主成分は次亜塩素酸ナトリウム( $NaClO$ )である。次亜塩素酸ナトリウムは、水溶液中で次亜塩素酸イオンを生じ、これが酸化作用を持つため殺菌や漂白に用いられる。一方、塩化ナトリウム自体に漂白作用はない。また、アルミニウムは融解塩電解によって製造され、銅は食塩水で漂白作用を示さないため、他の選択肢は誤りである。
問9	<b>答え 1</b> <b>藻類の死骸を分解する微生物が溶存酸素を大量に消費する</b>	富栄養化により増殖した藻類は、やがて寿命を迎えて死滅します。この死骸を好気性微生物が分解する際、水中の溶存酸素を大量に消費するため、水中の酸素濃度が著しく低下します。その結果、魚介類の死滅や悪臭の発生といった深刻な水質悪化が引き起こされます。
問10	<b>答え 2</b> <b>1.0 mol</b>	炭素の完全燃焼を表す化学反応式は $C + O_2 \rightarrow CO_2$ である。この式から、炭素1 molが反応する際に必要な酸素は1 molであることがわかる。したがって、炭素1.0 molを完全に燃焼させるために必要な酸素の物質量は1.0 molとなる。
問11	<b>答え 1</b> <b>発生した硫化水素は、空気より重いため上方置換法で捕集する。</b>	硫化鉄(II)と希硫酸の反応により、硫化水素が発生する。硫化水素は分子量が約34であり、空気の平均分子量(約29)よりも大きいため、空気より重い。また、水への溶解度は小さいため、上方置換法で捕集するのが適切である。濃硫酸を用いると酸化作用により硫黄が生成されるため不適であり、硫化水素は特有の腐卵臭を持つ毒性気体であるため、必ず換気のよい場所やドラフト内で取り扱う必要がある。

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 クロム酸イオンと二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、二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、平衡が二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. クロム酸イオンと二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、二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	<b>答え 1</b> 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	<b>答え 4</b> 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（ $\text{H}^+$ 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	<b>答え 1</b> 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	<b>答え 2</b> 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( $\text{Cu}^{2+}$ )は、酸性水溶液中で硫化水素( $\text{H}_2\text{S}$ )と反応し、硫化銅( $\text{CuS}$ )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( $\text{Zn}^{2+}$ )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	<b>答え 1</b> 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 ( $\text{N}_2$ ) 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 ( $\text{CaCN}_2$ ) において、Caは+2、Cは+4の酸化数を持つため、 $\text{CN}_2$ 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	<b>答え 1</b> 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、 $K = \frac{[\text{H}^+]^2 \cdot [\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]}$ 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、 $[\text{H}^+]^2 \cdot [\text{S}^{2-}] = \text{一定}$ 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	<b>答え 3</b> 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	<b>答え 1</b> 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	<b>答え 2</b> 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ので、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。

# 高校化学プリント (過去問類似)

## 無機物質 No.8

名前

得点

/ 11

問1 実験室において、塩化アンモニウムからアンモニアを発生させるために混合する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. 水酸化カルシウム      2. 硫酸マグネシウム      3. 硝酸カリウム      4. 塩化ナトリウム

問2 ある気体について、無色・無臭で、火のついた線香を入れると火が消え、空気より密度が大きいという性質が確認された。この気体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. アンモニア      2. 酸素      3. 窒素      4. アルゴン

問3 塩素を水に溶かした際に生じる反応と、その生成物に関する記述として正しいものを一つ選べ。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. 塩素は水と反応し、次亜塩素酸と塩酸を生成する。      2. 塩素は水と反応し、過塩素酸と水素を生成する。      3. 塩素は水と反応し、酸化塩素と水酸化物イオンを生成する。      4. 塩素は水と反応し、塩化水素と酸素を生成する。

問4 硫酸鉛(II)の水溶液に硫化水素を通じた際に生じる物質の色と化学式として、最も適切なものはどれか。 (2012年 全国公立入試 類似)

1. 白色の硫酸鉛(II)      2. 黒色の硫化鉛(II)      3. 褐色の酸化銀      4. 黄色の硫化カドミウム

問5 オゾンがヨウ化カリウム水溶液と反応する際の化学変化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. オゾンは還元剤として働き、ヨウ化カリウムを還元してヨウ素を遊離させる。      2. オゾンは酸化剤として働き、ヨウ化カリウムを酸化してヨウ素を遊離させる。      3. オゾンはヨウ化カリウムと反応して、ヨウ化カリウムデンプン紙を赤色に変色させる。      4. オゾンとヨウ化カリウムの反応では、ヨウ素は遊離せず、溶液は緑色を呈する。

問6 遷移元素の性質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。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 遷移元素の化合物には、酸化数がプラス4を超えるものも存在する。      2. 遷移元素の化合物には、水溶液中で無色を示すものも存在する。      3. 遷移元素は、周期表の3族から11族に位置する金属元素である。      4. 遷移元素はすべて典型元素に分類され、価電子数が族番号の下一桁と一致する。

問7 陽子数が3であるリチウム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。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. 内殻に2個、外殻に1個の電子を持つ      2. 内殻に1個、外殻に2個の電子を持つ      3. 内殻に3個の電子を持ち、外殻には電子を持たない      4. 内殻に1個、外殻に1個、さらに別の殻に1個の電子を持つ

問8 大気中の二酸化炭素の性質に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 二酸化炭素は単体であり、地球温暖化の原因となる温室効果ガスである。      2. 二酸化炭素は地表から放射される赤外線を吸収し、温室効果をもたらす。      3. 大気中の二酸化炭素濃度は約3%であり、地球温暖化の主因となっている。      4. 二酸化炭素の固体であるドライアイスは、二酸化炭素の同素体である。

問9 化石燃料の燃焼に伴う二酸化炭素の生成に関する説明として、最も適切なものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 化石燃料に含まれる炭素は、燃焼過程で酸素と結合し、化学エネルギーを放出する。      2. 化石燃料の燃焼は、炭素を単体として取り出すための還元反応である。      3. 化石燃料中の水素は燃焼しても二酸化炭素にはならず、すべて炭素として排出される。      4. 化石燃料の燃焼は吸熱反応であり、周囲の温度を下げる役割を果たす。

問10 周期表の第1族に属するアルカリ金属の原子において、その化学的性質を決定づける電子配置の特徴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. 最外殻電子を1個持ち、陽イオンになりやすい      2. 最外殻電子を2個持ち、安定な電子配置をとる      3. 内殻の電子がすべて満たされており、反応性が極めて低い      4. 最外殻電子が8個あり、希ガスと同じ電子配置をとる

問11 1族元素であるナトリウムやカリウム、および2族元素であるカルシウム、マグネシウム、ベリリウムの水との反応性に関する記述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. ナトリウムは常温の水と激しく反応して水素を発生するが、マグネシウムは常温の水とはほとんど反応しない。      2. カリウムは常温の水とは反応しないが、カルシウムは常温の水と激しく反応して水素を発生する。      3. ベリリウムは常温の水と速やかに反応して水素を発生するが、ナトリウムは常温の水とは反応しない。      4. マグネシウムとカルシウムはどちらも常温の水と激しく反応して水素を発生する。

## 答え合わせ・解説 No.8

問1	<b>答え 1</b> <b>水酸化カルシウム</b>	アンモニウム塩と強塩基を混合して加熱すると、弱塩基であるアンモニアが遊離する反応が起こる。水酸化カルシウムは強塩基であり、この反応に適している。一方、硫酸マグネシウムや硝酸カリウム、塩化ナトリウムは中性または反応に関与しない塩であり、アンモニアを発生させることはできない。硫酸カルシウムも同様に反応に適さない。
問2	<b>答え 4</b> <b>アルゴン</b>	アンモニアは刺激臭があるため除外される。酸素は助燃性があり火を激しく燃やす。窒素とアルゴンは不活性で火を消すが、窒素の分子量は28で空気とほぼ等しい。アルゴンは原子量約40であり、空気より密度が大きいため、与えられた条件に最も適合する。
問3	<b>答え 1</b> <b>塩素は水と反応し、次亜塩素酸と塩酸を生成する。</b>	塩素を水に溶かすと、一部が水と反応して次亜塩素酸HClOと塩酸HClを生じる。この反応は可逆反応であり、次亜塩素酸は強い酸化作用と漂白作用を持つ。この性質は、水道水の殺菌や漂白剤の原理として利用されている。他の選択肢にある過塩素酸や酸化塩素の生成は、この反応の主生成物ではない。
問4	<b>答え 2</b> <b>黒色の硫化鉛(II)</b>	硫酸鉛(II)の水溶液に硫化水素を通じると、硫化水素の硫化物イオンが鉛イオンと反応し、水に極めて溶けにくい硫化鉛(II)が黒色の沈殿として生成する。この反応は硫化物イオンの沈殿生成反応の一例であり、鉛イオンの検出に利用される。他の選択肢にある物質は、本反応の生成物とは異なる化学的性質や色を示す。
問5	<b>答え 2</b> <b>オゾンは酸化剤として働き、ヨウ化カリウムを酸化してヨウ素を遊離させる。</b>	オゾンは非常に強い酸化作用を持つ物質である。ヨウ化カリウム水溶液と反応すると、オゾン自身は還元されて酸素になり、ヨウ化物イオンを酸化してヨウ素を遊離させる。この遊離したヨウ素は、デンプンと反応してヨウ素デンプン反応を起こし、青紫色を呈する。この性質を利用して、オゾンの検出が行われる。
問6	<b>答え 4</b> <b>遷移元素はすべて典型元素に分類され、価電子数が族番号の下一桁と一致する。</b>	遷移元素は典型元素とは区別されるグループであり、価電子数が族番号の下一桁と一致するという規則は主に典型元素に適用される。遷移元素の化合物には、過マンガン酸カリウムのように高い酸化数を持つものや、亜鉛イオンのように水溶液中で無色を示すものも存在する。これらは遷移元素の多様な化学的性質を反映している。
問7	<b>答え 1</b> <b>内殻に2個、外殻に1個の電子を持つ</b>	リチウム原子は原子番号3であり、陽子数が3であるため、中性状態では電子も3個存在する。電子は内側の殻(K殻)から順に配置され、K殻には最大2個まで入る。残りの1個は外側の殻(L殻)に配置されるため、内殻に2個、外殻に1個という電子配置となる。この最外殻の1個の電子が、アルカリ金属としての化学的性質を決定づけている。
問8	<b>答え 2</b> <b>二酸化炭素は地表から放射される赤外線を吸収し、温室効果をもたらす。</b>	二酸化炭素は炭素原子と酸素原子からなる化合物であり、単体ではない。大気中の濃度は約0.04%程度であり、3%という数値は誤りである。また、ドライアイスとは二酸化炭素の固体状態であり、同素体という概念は元素の単体に対して用いられる。二酸化炭素は地表から放出される赤外線を吸収し、熱を大気中に保持する温室効果を持つため、地球温暖化の主要な要因の一つとされている。
問9	<b>答え 1</b> <b>化石燃料に含まれる炭素は、燃焼過程で酸素と結合し、化学エネルギーを放出する。</b>	化石燃料の燃焼は、燃料中の炭素や水素が酸素と激しく反応して酸化される過程であり、この際に多量の熱エネルギーを放出する発熱反応である。炭素は酸素と結合して二酸化炭素となり、水素は酸素と結合して水(H <sub>2</sub> O)となる。これは還元反応ではなく酸化反応であり、エネルギー利用の観点から重要である。
問10	<b>答え 1</b> <b>最外殻電子を1個持ち、陽イオンになりやすい</b>	アルカリ金属は周期表の第1族に属し、最外殻電子を1個持つことが特徴である。この電子を放出して1価の陽イオンになることで、希ガスと同じ安定な電子配置をとろうとする性質がある。そのため、反応性が高く、水やハロゲンと激しく反応する。最外殻電子が2個の場合はアルカリ土類金属の性質であり、8個の場合は希ガスの性質であるため、本問の記述はアルカリ金属の定義に合致する。
問11	<b>答え 1</b> <b>ナトリウムは常温の水と激しく反応して水素を発生するが、マグネシウムは常温の水とはほとんど反応しない。</b>	1族元素のナトリウムやカリウムは非常に反応性が高く、常温の水と激しく反応して水素を発生する。一方、2族元素は反応性に差があり、カルシウムは常温の水と反応するが、マグネシウムやベリリウムは常温の水とはほとんど反応しない。マグネシウムは熱水とは反応して水素を発生する性質を持つ。

問1 オゾン層の役割と、光が関与する化学現象に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. オゾン層は太陽光線中の紫外線を吸収し、地上の生物を保護する役割を担っている。 2. 植物の光合成は、二酸化炭素と水からグルコースと酸素を生成する発熱反応である。 3. 塩素と水素の混合気体に光を照射しても、化学反応は一切進行しない。 4. 酸化チタンに光を照射しても、その表面で化学反応が促進されることはない。

問2 高温の水蒸気と反応して水素を発生させる金属の組み合わせとして、最も適切なものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. アルミニウムとマグネシウム 2. 白金とアルミニウム 3. マグネシウムと白金 4. 白金と金

問3 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。

問4 リン酸水素二アンモニウム (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> を加熱してリン酸二水素アンモニウム NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> に変化させる過程において、肥料成分の変化に関する記述として正しいものはどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 窒素の含有率は減少し、リンの含有率は増加する。 2. 窒素とリンの含有率はともに変化しない。 3. 窒素の含有率は増加し、リンの含有率は減少する。 4. 窒素とリンの含有率はともに減少する。

問5 ハロゲン単体の性質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。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. フッ素は水と激しく反応して酸素を発生させる。 2. 塩素は常温で赤褐色の液体として存在する。 3. ヨウ素は水に非常によく溶け、無色の水溶液となる。 4. 臭素を塩化カリウム水溶液に加えると、塩素が遊離する。

問6 アルミニウムの工業的製法であるホール・エルー法において、酸化アルミニウムを融解させるために用いられる物質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. 氷晶石 2. 水酸化ナトリウム 3. 塩化カルシウム 4. 硫酸アルミニウム

問7 第3周期元素の酸化物とその水溶液の性質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. 14族元素の酸化物である二酸化ケイ素は、水にほとんど溶けない。 2. 16族元素の酸化物である三酸化硫黄を水に溶かすと、強酸性を示す。 3. 1族元素の酸化物を水に溶かすと、中性を示す。 4. 15族元素の酸化物である五酸化二リンを水に溶かすと、酸性を示す。

問8 アルミニウムの化学的性質に関する記述として、誤っているものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. アルミニウムは濃硝酸に浸すと表面に緻密な酸化被膜が生じ、内部が保護される不動態となる。 2. 酸化アルミニウムにおいて、アルミニウムの酸化数はプラス3である。 3. アルミニウムはイオン化傾向が大きいので、天然には単体として存在せず、主に酸化物として存在する。 4. アルミニウムは希塩酸や希硫酸とは反応しないが、強塩基の水溶液には溶けて水素を発生する。

問9 金が濃硝酸と濃塩酸の混合物である王水に溶ける理由として、最も適切な記述はどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 濃硝酸が強い酸化剤として働き、濃塩酸中の塩化物イオンが金イオンと錯イオンを形成して反応を促進するから 2. 濃塩酸が強い還元剤として働き、濃硝酸によって生じた金イオンを金属に戻すことで溶解を助けるから 3. 王水中で金が水素イオンと反応し、水素ガスを発生させながら塩化金として溶解するから 4. 濃硝酸と濃塩酸が反応して生じる塩素分子が、金と直接反応して金原子を気化させるから

問10 硫酸銅(II)五水和物を水に溶かした際に生じる錯イオンの構造と配位子に関する説明として、誤っているものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 水溶液中で銅(II)イオンは水分子と配位結合を形成し、ヘキサアqua銅(II)イオンとして存在する。 2. テトラアンミン銅(II)イオンは、硫酸銅(II)水溶液に過剰のアンモニア水を加えることで生成する。 3. テトラアンミン銅(II)イオンにおいて、銅(II)イオンに対するアンモニア分子の配位数は6である。 4. 錯イオンの形成は、中心金属イオンの空の軌道に配位子の非共有電子対が提供されることで起こる。

## 答え合わせ・解説 No.9

問1	<b>答え 1</b> オゾン層は太陽光線中の紫外線を吸収し、地上の生物を保護する役割を担っている。	オゾン層は成層圏に存在し、太陽からの有害な紫外線を吸収することで地上の生物を保護しています。一方、植物の光合成は光エネルギーを化学エネルギーに変換する吸熱反応であり、発熱反応ではありません。また、塩素と水素の混合気体に光を照射すると爆発的に反応が進み、塩化水素が生成されます。酸化チタンは光触媒として機能し、光照射によって表面で酸化還元反応を促進する性質を持っています。
問2	<b>答え 1</b> アルミニウムとマグネシウム	アルミニウムやマグネシウムはイオン化傾向が比較的大きく、高温状態では水蒸気と反応して酸化物となり、水素を発生させる性質を持つ。一方、白金や金はイオン化傾向が極めて小さく、高温の水蒸気に対しても安定であり反応しない。したがって、高温の水蒸気と反応して水素を発生させる金属の組み合わせはアルミニウムとマグネシウムである。
問3	<b>答え 2</b> 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ので、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、アスタチン化合物イオンについても同様の判断が可能である。
問4	<b>答え 1</b> 窒素の含有率は減少し、リンの含有率は増加する。	リン酸水素二アンモニウムからアンモニアが放出されると、分子全体の質量が減少します。窒素原子は放出されるアンモニアに含まれるため、物質中の窒素の割合は低下します。一方で、リン原子は系内に留まるため、分子量全体が減少した分、質量パーセント濃度としてのリンの含有率は相対的に増加することになります。
問5	<b>答え 1</b> フッ素は水と激しく反応して酸素を発生させる。	フッ素はハロゲンの中で最も酸化力が強く、水と激しく反応して酸素を発生させる。塩素は常温で黄緑色の気体であり、臭素は赤褐色の液体である。ヨウ素は黒紫色の固体で水には溶けにくいですが、ヨウ化カリウム水溶液にはヨウ素分子がヨウ化物イオンと反応して三ヨウ化物イオンを形成するためよく溶ける。臭素は塩素よりも酸化力が弱いので、塩化カリウム水溶液中の塩化物イオンを酸化して塩素を遊離させることはできない。
問6	<b>答え 1</b> 氷晶石	酸化アルミニウム（アルミナ）は融点が約2050度と非常に高く、そのままでは融解塩電解を行うためのエネルギー消費が膨大になります。そこで、融点が約1000度と低い氷晶石（ $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ）を溶媒として加えることで、より低い温度で混合物を融解させ、効率的に電気分解を行うことが可能となります。
問7	<b>答え 3</b> 1族元素の酸化物を水に溶かすと、中性を示す。	1族元素（アルカリ金属）の酸化物は、水と反応して水酸化物（強塩基）を生じるため、その水溶液は強い塩基性を示す。したがって、中性を示すという記述は誤りである。二酸化ケイ素は共有結合結晶であり水に溶けにくく、五酸化二リンや三酸化硫黄は水と反応してそれぞれリン酸や硫酸といった酸を生じるため、酸性を示す。
問8	<b>答え 4</b> アルミニウムは希塩酸や希硫酸とは反応しないが、強塩基の水溶液には溶けて水素を発生する。	アルミニウムは両性金属であり、強塩基だけでなく、希塩酸や希硫酸などの酸とも反応して水素を発生する。選択肢の記述は「酸とは反応しない」という点が誤りである。不動態の形成や酸化数の値、天然での存在状態に関する記述はすべて正しい。
問9	<b>答え 1</b> 濃硝酸が強い酸化剤として働き、濃塩酸中の塩化物イオンが金イオンと錯イオンを形成して反応を促進するから	金はイオン化傾向が極めて小さく、単独の酸には溶けにくい金属である。王水では、濃硝酸の強力な酸化作用によって金が酸化され、生じた金イオンが濃塩酸中の塩化物イオンと反応して安定なテトラクロリド金(III)酸イオンなどの錯イオンを形成する。この錯形成による平衡の移動が、金の溶解を大きく促進させる。
問10	<b>答え 3</b> テトラアンミン銅(II)イオンにおいて、銅(II)イオンに対するアンモニア分子の配位数は6である。	テトラアンミン銅(II)イオンの名称が示す通り、アンモニア分子の配位数は4である。銅(II)イオンが水溶液中で水分子と形成するヘキサアクア銅(II)イオンの配位数は6であるが、アンモニアが配位した場合は配位数が4となる。錯イオンの形成原理は、配位子から中心金属イオンの空軌道への電子対の供与である。



## 答え合わせ・解説 No.10

問1	<b>答え 1</b> NaCl	炎色反応で黄色を示すことは、その物質がナトリウムイオンを含むことを示唆している。また、硝酸銀水溶液を加えて白色沈殿が生じることは、塩化物イオンの存在を示している。したがって、ナトリウムイオンと塩化物イオンから構成される塩化ナトリウム (NaCl) が妥当である。KClは炎色反応で紫色を示すため、この結果とは矛盾する。
問2	<b>答え 1</b> ヘリウムは沸点が極めて低いため、超伝導磁石などの冷却剤として利用される。	ヘリウムは単原子分子であり、分子間力が極めて弱いため、全ての物質の中で最も沸点が低い。この性質を利用して、液体ヘリウムは超伝導状態を維持するための極低温冷却剤として不可欠である。ネオンは放電管に用いられ、アルゴンは溶接時の不活性雰囲気を作るために用いられるが、ヘリウムの冷却剤としての用途とは異なる。また、ヘリウムは希ガスであり、濃硫酸などの酸化剤とも反応しない。
問3	<b>答え 2</b> 鉛	銀はイオン化傾向が小さく希硫酸には溶けません。一方、鉛はイオン化傾向が水素より大きく、希硫酸と反応します。また、塩化物の溶解性において、塩化鉛(II)は冷水には溶けにくい熱水には溶けるという特徴的な性質を持ちます。スズや亜鉛は希硫酸に溶けますが、塩化物の溶解性や化学的性質の組み合わせから、本問の条件を満たすのは鉛です。
問4	<b>答え 3</b> 塩素	常温・常圧において、リチウムやベリリウムは金属であり固体として存在する。ヨウ素はハロゲン元素であるが、常温では固体であり、加熱すると昇華して紫色の蒸気になる性質を持つ。一方、塩素は常温・常圧で黄緑色の気体として存在する単体である。したがって、気体として存在する単体は塩素である。
問5	<b>答え 1</b> リチウム	アルカリ金属は周期表の第1族元素（水素を除く）を指します。リチウムは第1族に属し、最外殻電子を1個持つ典型的なアルカリ金属です。ベリリウムは第2族、フッ素は第17族、ネオンは第18族の元素であり、それぞれ性質が異なります。
問6	<b>答え 1</b> 表面に緻密な酸化被膜が形成され、不動態となるため	ステンレス鋼は鉄にクロムやニッケルを添加した合金である。クロムが空気中の酸素と反応して、表面に極めて薄く緻密な酸化被膜を形成する。この被膜が内部への酸素や水分の浸入を遮断するため、金属がそれ以上腐食しない不動態という状態になり、優れた耐食性を示す。アルマイトはアルミニウムの表面処理であり、硫化物は金属の腐食の一因となるため誤りである。
問7	<b>答え 2</b> 硝酸銀水溶液	塩化カリウム (KCl) は水溶液中で塩化物イオン (Cl-) を放出する。これに硝酸銀 (AgNO <sub>3</sub> ) 水溶液を加えると、銀イオン (Ag <sup>+</sup> ) と反応して塩化銀 (AgCl) の白色沈殿が生じる。一方、硝酸カリウム (KNO <sub>3</sub> ) は塩化物イオンを含まないため、硝酸銀を加えても沈殿は生じない。この反応を利用することで、両者を明確に識別することができる。
問8	<b>答え 1</b> ナトリウム、カリウム、カルシウム	炎色反応は、特定の金属元素やその化合物が炎の中に入れられた際に、特有の色の光を放出する現象である。ナトリウムは黄色、カリウムは淡紫色、カルシウムは橙赤色を呈する。一方、マグネシウムは炎色反応を示さない。したがって、これら3元素のみを正しく含んでいる組み合わせが正解となる。
問9	<b>答え 3</b> +7	過マンガン酸カリウム (KMnO <sub>4</sub> ) において、カリウム (K) の酸化数は +1、酸素 (O) の酸化数は -2 である。化合物全体の酸化数の総和は 0 になるため、Mn の酸化数を x とすると、 $(+1) + x + 4 \times (-2) = 0$ という式が成り立ちます。これを解くと、 $x = +7$ となります。遷移元素はこのような高い酸化数から低い酸化数まで、環境に応じて多様な状態をとることが可能です。
問10	<b>答え 1</b> 沈殿を強熱することで、水酸化鉄(III)は酸化鉄(III)と水に分解される。	水酸化鉄(III) Fe(OH) <sub>3</sub> を強熱すると、脱水反応が進行して酸化鉄(III) Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> と水 H <sub>2</sub> Oが生成する。この反応は、金属水酸化物を加熱して対応する金属酸化物を得る典型的な熱分解反応である。他の選択肢は化学反応の性質として誤りである。
問11	<b>答え 1</b> アルミニウムは両性金属であり、希塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の両方に溶けて水素を発生する。	アルミニウムは両性金属であり、酸（希塩酸）だけでなく強塩基（水酸化ナトリウム水溶液）とも反応して水素を発生する。アンモニア水による沈殿の溶解は亜鉛イオン等で見られるが、アルミニウムイオンの場合は過剰のアンモニア水を加えても水酸化アルミニウムの沈殿は溶解しない。また、高温の水蒸気と反応して水素を発生するのはマグネシウムや鉄の性質である。