

高校化学プリント (過去問類似)

物質の変化 (酸塩基・酸化還元) No.4

名前

得点

/11

問1 比熱が $0.90 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ であるアルミニウムの塊 200 g の熱容量として正しい値はどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. 180 J/K 2. 222 J/K 3. 0.0045 J/K 4. 90 J/K

問2 クロム酸イオンと二クロム酸イオンの平衡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. この反応は酸化還元反応であり、クロムの酸化数が変化する。 2. 酸性溶液中では平衡が左に偏り、クロム酸イオンが優勢になる。 3. この反応は酸塩基反応であり、クロムの酸化数は変化しない。 4. 二クロム酸イオンは塩基性溶液中で安定して存在する。

問3 合金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. 合金は単一の元素から構成される物質である。 2. 合金の組成は質量パーセント濃度を用いて表すことができる。 3. 合金を構成する金属元素の物質量は、混合前後で変化する。 4. 合金は常に一定の化学組成式で表すことができる化合物である。

問4 炭酸カルシウム CaCO_3 に十分な量の塩酸 HCl を加えたとき、発生する二酸化炭素 CO_2 の物質質量と消費される炭酸カルシウムの物質質量の関係を示すグラフにおいて、グラフが水平になる折れ曲がり点は何を意味するか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 反応物が過不足なく反応した当量点 2. 反応速度が最大となる平衡点 3. 生成物の濃度が飽和に達した点 4. 触媒が完全に消費された終点

問5 ステアリン酸 (モル質量 284 g/mol) $2.84 \times 10^{-5} \text{ g}$ を揮発性の有機溶媒に溶かして水面に展開し、溶媒を蒸発させて面積 $1.2 \times 10^2 \text{ cm}^2$ の単分子膜を形成した。アボガド定数を $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とするとき、ステアリン酸分子1個あたりの断面積 [cm^2] として最も適当な数値はどれか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 2.0×10^{-15} 2. 5.0×10^{-15} 3. 2.0×10^{-16} 4. 5.0×10^{-16}

問6 水の電気分解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. 陽極では電子を失う酸化反応が起こり、酸素が発生する。 2. 陰極では電子を失う酸化反応が起こり、水素が発生する。 3. 陽極では電子を受け取る還元反応が起こり、水素が発生する。 4. 陰極では電子を受け取る酸化反応が起こり、酸素が発生する。

問7 硫酸アンモニウムの水溶液が酸性を示す理由として、最も適切な説明はどれか。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. アンモニウムイオンが水と反応して水素イオンを生じるため 2. 硫酸イオンが水と反応して水酸化物イオンを生じるため 3. 硫酸が強酸であり、水溶液中で完全に電離して水素イオンを放出するため 4. アンモニアが弱塩基であり、水溶液中で水酸化物イオンを消費するため

問8 硫酸水素ナトリウムが正塩ではなく酸性塩に分類される理由はどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 水溶液が塩基性を示すから 2. 酸の水素原子が一部残っているから 3. 塩基のヒドロキシ基が残っているから 4. 金属イオンを含まないから

問9 塩化カルシウムと臭化カルシウムを含む水溶液に十分な量の硫酸ナトリウムを加えたところ、硫酸カルシウム二水和物 (式量 172) が 8.6 g 沈殿した。このとき、沈殿したカルシウムイオンの物質質量は何molか。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 0.025 mol 2. 0.050 mol 3. 0.100 mol 4. 0.200 mol

問10 亜鉛板と銅板をそれぞれの硫酸塩水溶液に浸したダニエル電池において、負極で起こる反応を正しく表している式はどれか。 (2016年 全国公立入試 類似)

1. $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ 2. $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ 3. $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$ 4. $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

問11 0.1 mol/L の硝酸水溶液 10 mL と、 0.1 mol/L の酢酸水溶液 10 mL をそれぞれ完全に中和するために必要な 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の体積の関係として最も適当なものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 硝酸の方が酢酸よりも多く必要である 2. 酢酸の方が硝酸よりも多く必要である 3. どちらも同じ体積が必要である 4. 酢酸は弱酸であるため中和反応が起こらない

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 1 180 J/K	物体の熱容量 C は、その物体の質量 m と比熱 c の積 ($C = mc$) で求められる。この場合、質量 200 g に比熱 0.90 J/(g・K) を乗じると、 $200 \times 0.90 = 180$ となる。単位は J/K となり、この物体は 1 K の温度上昇につき 180 J の熱量を必要とすることがわかる。
問2	答え 3 この反応は酸塩基反応であり、クロムの酸化数は変化しない。	クロム酸イオン(CrO_4^{2-})と二クロム酸イオン($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$)の相互変換は、溶液の pH に依存する平衡反応です。酸性条件下では水素イオン濃度が高まるため、平衡は二クロム酸イオンが生成する右方向へ移動します。この過程でクロム原子の酸化数は変化しないため、酸化還元反応ではなく酸塩基反応に分類されます。したがって、塩基性溶液中では逆に平衡が左に移動し、クロム酸イオンが優勢となります。
問3	答え 2 合金の組成は質量パーセント濃度を用いて表すことができる。	合金は2種類以上の金属元素が混ざり合った固体であり、純物質ではなく混合物です。そのため、一定の化学組成式で表すことはできません。合金の成分比率は、一般的に各成分の質量比である質量パーセント濃度を用いて表現されます。また、混合の過程で各成分の原子が消滅したり生成されたりすることはないため、混合前後で各元素の物質量の総和は保存されます。
問4	答え 1 反応物が過不足なく反応した当量点	化学反応式 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ に基づくと、反応物である炭酸カルシウムと塩酸は一定の比率で反応します。グラフの折れ曲がり点は、一方の反応物がすべて消費され、それ以上反応が進まなくなった状態を示しており、これを当量点と呼びます。この点以降は、反応物を追加しても生成物の量は増加しません。
問5	答え 1 2.0×10^{-15}	ステアリン酸の物質量は $2.84 \times 10^{-5} \text{ g} / 284 \text{ g/mol} = 1.00 \times 10^{-7} \text{ mol}$ である。これにアボガド数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ を掛けると、分子数は 6.0×10^{16} 個となる。分子1個あたりの断面積は、全体の面積 $1.2 \times 10^2 \text{ cm}^2$ を分子数で割ることで求められるため、 $1.2 \times 10^2 / (6.0 \times 10^{16}) = 2.0 \times 10^{-15} \text{ cm}^2$ となる。
問6	答え 1 陽極では電子を失う酸化反応が起こり、酸素が発生する。	水の電気分解は、外部から電気エネルギーを与えることで進行する酸化還元反応である。陽極（正極）では水分子が電子を放出して酸素が発生する酸化反応が起こり、陰極（負極）では水分子が電子を受け取って水素が発生する還元反応が起こる。このプロセスは宇宙ステーションなどの閉鎖環境において、供給された水から呼吸に必要な酸素を生成するために利用されている。
問7	答え 1 アンモニウムイオンが水と反応して水素イオンを生じるため	硫酸アンモニウムは弱塩基であるアンモニアと強酸である硫酸からなる塩である。水溶液中ではアンモニウムイオンが水分子と反応（加水分解）し、アンモニアと水素イオンを生じるため、溶液は酸性を示す。強酸と強塩基の塩は加水分解せず中性を示すが、弱酸や弱塩基に由来するイオンを含む塩は水と反応して液性を変化させる性質がある。
問8	答え 2 酸の水素原子が一部残っているから	酸性塩とは、多価の酸の水素原子が塩基によって完全に置換されず、一部が分子内に残っている塩を指す。硫酸水素ナトリウム (NaHSO_4) は、硫酸 (H_2SO_4) の2つの水素原子のうち1つだけがナトリウムイオンに置換された構造を持つため、酸性塩に分類される。この水素原子の存在が、酸性塩としての性質を決定づけている。
問9	答え 2 0.050 mol	硫酸カルシウム二水和物 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) の式量は172である。沈殿した質量8.6gを式量172で割ると、 $8.6 / 172 = 0.050 \text{ mol}$ となる。化学反応式 $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ に基づき、沈殿した硫酸カルシウム二水和物の物質量と、そこに含まれるカルシウムイオンの物質量は等しいため、0.050 molとなる。
問10	答え 1 $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$	イオン化傾向は亜鉛(Zn)の方が銅(Cu)よりも大きいため、亜鉛板が負極となります。負極では金属原子が電子を放出して陽イオンになる酸化反応が進行するため、Znが Zn^{2+} と2個の電子に分かれる式が適切です。銅板側（正極）では、溶液中の銅イオンが電子を受け取って銅として析出する還元反応が起こります。
問11	答え 3 どちらも同じ体積が必要である	中和反応において必要な塩基の量は、酸の価数と酸の総物質量（電離している分と電離していない分の合計）によって決まる。硝酸と酢酸はともに1価の酸であり、溶液の体積とモル濃度が等しければ、酸の総物質量も等しくなる。したがって、電離度は中和に必要な塩基の量には影響せず、どちらも同じ体積の水酸化ナトリウム水溶液で中和される。