

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.2

名前

得点

/10

問1 ファラデーの法則に基づき、直列に接続された電解槽で、硫酸銅(II)水溶液から析出する銅(原子量64)と、硝酸銀水溶液から析出する銀(原子量108)の質量比について、銅の析出量を横軸、銀の析出量を縦軸にとったグラフの傾き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. 0.59 2. 1.69 3. 3.38 4. 6.75

問2 次の化学反応式のうち、水分子がブレンステッド・ローリーの酸として働いているものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 炭酸イオン + 水 → 炭酸水素イオン + 水酸化物イオン 2. 酢酸イオン + 水 → 酢酸 + 水酸化物イオン 3. 硫酸水素イオン + 水 → 硫酸イオン + オキシニウムイオン 4. アンモニア + 水 → アンモニウムイオン + 水酸化物イオン

問3 ブレンステッド・ローリーの定義における「酸」の性質として最も適切な記述はどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. 相手に水素イオンを与える物質のことであり 2. 相手から水素イオンを受け取る物質のことであり 3. 水溶液中で水酸化物イオンを生じる物質のことであり 4. 電子対を相手に供与する物質のことであり

問4 炭酸水素ナトリウム水溶液の滴定において、中和点付近でpHが急激に低下す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. 中和点付近では少量の塩酸の添加によって水素イオン濃度が大きく変化するため 2. 中和点付近で炭酸水素ナトリウムが完全に電離して水酸化物イオンが急増するため 3. 中和点付近で生成した二酸化炭素が水に溶けて強酸性の炭酸を形成するため 4. 中和点付近で塩化ナトリウムが加水分解を起こしてpHを低下させるため

問5 酸化還元反応式において、両辺の原子数と電荷の総和を一致させる係数合わせを行う際、最も重要な原理はどれか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 反応前後で各原子の酸化数が変化しないこと 2. 反応に関与する電子の授受の総数が等しいこと 3. 反応前後で物質の総質量が変化すること 4. 反応式の両辺で分子の総数が一致すること

問6 化学電池に関する記述として、最も適切なものを選び。 (2024年 全国公立入試 類似)

1. 二次電池は、外部から電気エネルギーを供給して充電を行うことで、繰り返し使用することができる。 2. 燃料電池は、電極内で燃料を燃焼させることで熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換する装置である。 3. 鉛蓄電池の放電時には、電解液である希硫酸の濃度が上昇し、電気伝導性が高まる。 4. 電池の正極では常に酸化反応が起こり、負極では常に還元反応が起こることで電流が流れる。

問7 アンモニア合成反応 ($N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + \text{熱}$) において、温度を上げた際の反応速度と平衡状態の変化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. 反応速度は大きくなり、平衡に達するまでの時間は短縮され、平衡時のアンモニア体積百分率は低下する 2. 反応速度は大きくなり、平衡に達するまでの時間は短縮され、平衡時のアンモニア体積百分率は上昇する 3. 反応速度は小さくなり、平衡に達するまでの時間は延長され、平衡時のアンモニア体積百分率は低下する 4. 反応速度は小さくなり、平衡に達するまでの時間は延長され、平衡時のアンモニア体積百分率は上昇する

問8 燃料電池において、水素分子0.50 molが完全に酸化反応したとき、外部回路を流れた電気量は何Cか。ただし、ファラデー定数を $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. $4.83 \times 10^4 \text{ C}$ 2. $9.65 \times 10^4 \text{ C}$ 3. $1.93 \times 10^5 \text{ C}$ 4. $3.86 \times 10^5 \text{ C}$

問9 硝酸銀水溶液と塩化ナトリウム水溶液をそれぞれ用いて電気分解を行う際、電極反応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. 硝酸銀水溶液の陰極では、銀イオンが還元されて銀が析出する。 2. 塩化ナトリウム水溶液の陰極では、ナトリウムイオンが還元されてナトリウムが析出する。 3. 硝酸銀水溶液の陽極では、硝酸イオンが酸化されて窒素が発生する。 4. 塩化ナトリウム水溶液の陽極では、水が酸化されて酸素が発生する。

問10 中和滴定において、滴定の終点を判定するために指示薬を用いる理由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. 中和反応によって生じる塩の沈殿を確認するため 2. 溶液のpHの変化に伴う指示薬の変色を利用するため 3. 酸と塩基の反応速度を加速させる触媒として機能するため 4. 滴定中の溶液の温度変化を視覚的に捉えるため

答え合わせ・解説 No.2

問1	答え 3 3.38	ファラデーの法則により、直列回路では各電極を流れる電気量が等しい。銅は2価のイオンとして析出し、銀は1価のイオンとして析出する。同じ電気量で析出する物質量は、銅が1/2モル、銀が1モルとなる。したがって、析出する質量の比は $(64/2) : (108/1) = 32 : 108$ となる。銀の質量を銅の質量で割ると $108 / 32 = 3.375$ となり、約3.38が導かれる。
問2	答え 3 硫酸水素イオン + 水 → 硫酸イオン + オキシニウムイオン	水(H ₂ O)が酸として働く場合、H ₂ Oは水素イオン(H ⁺)を放出して水酸化物イオン(OH ⁻)になる。一方、水が塩基として働く場合は、H ⁺ を受け取ってオキシニウムイオン(H ₃ O ⁺)になる。選択肢のうち、硫酸水素イオンと反応してオキシニウムイオンを生じる反応では、水がH ⁺ を受け取っているため塩基として働いている。逆に、炭酸イオンや酢酸イオン、アンモニアと反応して水酸化物イオンを生じる反応では、水がH ⁺ を放出しているため酸として働いている。
問3	答え 1 相手に水素イオンを与える物質のことである	ブレンステッド・ローリーの定義は、酸と塩基を水素イオン(H ⁺)の授受によって定義するものである。酸はH ⁺ を放出する(与える)物質、塩基はH ⁺ を受け取る物質と定義される。水酸化物イオンを生じる定義はアレニウスの定義であり、電子対の供与による定義はルイスの定義である。これらは定義の範囲が異なるため混同しないよう注意が必要である。
問4	答え 1 中和点付近では少量の塩酸の添加によって水素イオン濃度が大きく変化するため	滴定曲線において中和点付近でpHが急激に変化するのは、緩衝作用が弱まり、わずかな酸や塩基の添加が水素イオン濃度を大きく変動させるためである。炭酸水素ナトリウムの滴定では、中和点において過剰な塩酸が加わる直前でこの急激な変化が生じる。
問5	答え 2 反応に関与する電子の授受の総数が等しいこと	酸化還元反応は、酸化剤が受け取る電子の数と、還元剤が放出する電子の数が等しくなることで成立する。この電子の授受のバランスを合わせるために係数を決定する。原子数や電荷の保存は結果として満たされる条件であり、酸化還元反応の本質は電子の移動にある。
問6	答え 1 二次電池は、外部から電気エネルギーを供給して充電を行うことで、繰り返し使用することができる。	二次電池は、外部から電気エネルギーを与えて逆反応を起こさせる「充電」が可能であり、繰り返し利用できる電池である。燃料電池は燃料の酸化反応を利用して電気を取り出す装置であり、燃焼させるわけではない。鉛蓄電池は放電に伴い希硫酸が消費されるため濃度は低下する。また、電池の正極では還元反応、負極では酸化反応が起こるのが基本である。
問7	答え 1 反応速度は大きくなり、平衡に達するまでの時間は短縮され、平衡時のアンモニア体積百分率は低下する	温度上昇は反応速度定数を大きくするため、平衡に達するまでの時間は短縮されます。一方、アンモニア合成は発熱反応であるため、ルシャトリエの原理により温度を上げると平衡は左(原料側)に移動し、平衡時のアンモニア体積百分率は低下します。したがって、速度論的な加速と熱力学的な平衡移動の両面を考慮する必要があります。
問8	答え 2 $9.65 \times 10^4 \text{ C}$	水素の酸化反応式は $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ であり、水素分子1 molあたり2 molの電子が放出される。したがって、水素分子0.50 molが反応すると、放出される電子の物質量は $0.50 \text{ mol} \times 2 = 1.0 \text{ mol}$ となる。流れた電気量は $1.0 \text{ mol} \times 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol} = 9.65 \times 10^4 \text{ C}$ となる。
問9	答え 1 硝酸銀水溶液の陰極では、銀イオンが還元されて銀が析出する。	電気分解において、水溶液中のイオンの放電しやすさはイオン化傾向に依存する。硝酸銀水溶液の陰極では、銀イオンが水素イオンよりも還元されやすいため、銀が析出する。一方、塩化ナトリウム水溶液の陰極では、ナトリウムイオンよりも水分子の方が還元されやすいため、水素が発生する。また、塩化ナトリウム水溶液の陽極では、塩化物イオンが酸化されて塩素が発生する。
問10	答え 2 溶液のpHの変化に伴う指示薬の変色を利用するため	中和滴定では、中和点付近で溶液のpHが急激に変化する性質を利用する。指示薬は特定のpH範囲で構造が変化し、色が変わる有機色素である。この変色を観察することで、酸と塩基が過不足なく反応した中和点を判断することができる。