

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

/10

問1 宇宙ステーションの空気制御システムにおいて、サバティエ反応 ($\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) を利用して二酸化炭素の除去と水の回収を行っている。10 molの二酸化炭素と30 molの水素を密閉容器に入れて反応させたとき、生成する水の物質量は最大で何molか。ただし、反応は完全に進行するものとする。 (2024年 全国公立入試 類似)

1. 15 mol 2. 20 mol 3. 30 mol 4. 7.5 mol

問2 酢酸ナトリウム水溶液において、加水分解反応によって水溶液中の濃度が上昇するイオンはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. 水素イオン 2. 水酸化物イオン 3. 硫酸イオン 4. バリウムイオン

問3 放電した鉛蓄電池を充電する際、外部電源の負極に接続した電極（鉛蓄電池の負極）で起こる化学反応として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. $\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$ 2. $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$ 3. $\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^-$ 4. $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

問4 次の反応のうち、酸化還元反応に該当するものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

1. $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$ 2. $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$ 3. $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 4. $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$

問5 過マンガン酸カリウムを用いた酸化還元滴定において、酸性条件下で過酸化水素と反応する際の過マンガン酸イオン MnO_4^- の半反応式として正しいものはどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 2. $\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 3. $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$ 4. $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

問6 ブレンステッド・ローリーの定義に基づいたとき、酸として働く物質の記述として最も適当なものはどれか。 (2015年 全国公立入試 類似)

1. 相手の物質に水素イオンを与え、相手から水素イオンを受け取る分子やイオンのことである。 2. 相手の物質から水素イオンを受け取る分子やイオンのことである。 3. 水溶液中で電離して水酸化物イオンを生じる物質のことである。 4. 水溶液中で電離して電子を放出する分子やイオンのことである。

問7 鉛蓄電池の放電時における負極の反応として、正しいものはどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$ 2. $\text{PbO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 3. $\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$ 4. $\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

問8 光照射によって生成した二価の鉄イオンを検出するために用いる試薬として、最も適切なものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウム水溶液 2. 硫化水素水溶液 3. サリチル酸水溶液 4. チオシアン酸カリウム水溶液

問9 化合物中の窒素含有率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. 窒素含有率は、化合物のモル質量に関わらず、分子内の窒素原子数のみで決定される。 2. 窒素含有率が高い化合物ほど、同じ質量あたりの窒素供給源としての効率が高い。 3. 窒素含有率は、化合物のモル質量が大きくなるほど必ず高くなる。 4. 窒素含有率は、化合物の状態が固体か液体かによって変化する値である。

問10 ファラデーの法則に基づき、電気分解において流れた電気量と反応した物質の物質量の関係を説明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. 流れた電気量は、反応した物質の物質量と電子の物質量の比に比例し、ファラデー定数を用いて算出される。 2. 流れた電気量は、反応した物質の質量にのみ依存し、電子の物質量とは無関係である。 3. 反応した物質の物質量は、流れた電気量に反比例し、ファラデー定数には依存しない。 4. 電子の物質量は、流れた電気量とは無関係に、反応した物質のモル質量のみによって決定される。

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 1 15 mol	化学反応式 $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ において、反応する物質量の比は $\text{CO}_2 : \text{H}_2 = 1 : 4$ である。10 molの CO_2 をすべて反応させるには40 molの H_2 が必要だが、今回は30 molしか存在しないため、 H_2 がすべて消費されて反応が停止する。消費される H_2 が30 molのとき、生成する H_2O の物質量は、反応式の係数比 ($\text{H}_2 : \text{H}_2\text{O} = 4 : 2$) より、 $30 \text{ mol} * (2/4) = 15 \text{ mol}$ となる。
問2	答え 2 水酸化物イオン	酢酸ナトリウムは水中で酢酸イオンとナトリウムイオンに電離する。このうち、酢酸イオンは水分子から水素イオンを引き抜き、酢酸と水酸化物イオンを生じる加水分解反応を起こす。この結果、水溶液中の水酸化物イオン濃度が高まり、塩基性を示すようになる。他のイオンは加水分解の主生成物ではない。
問3	答え 1 $\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	鉛蓄電池の充電は、放電時の逆反応を起こす操作である。放電時に負極では $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$ の酸化反応が起こるため、充電時にはその逆反応である $\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$ の還元反応が起こる。これにより、負極に析出していた硫酸鉛が単体の鉛へと戻る。
問4	答え 1 $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$	$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$ の反応では、炭素の酸化数が+2から+4へ、酸素の酸化数が0から-2へと変化しており、酸化還元反応である。他の選択肢である酢酸ナトリウムと塩酸の反応、水酸化銅と硫酸の反応、アンモニアと硝酸の反応は、いずれも酸塩基反応であり、反応前後で各原子の酸化数は変化しない。
問5	答え 1 $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	過マンガン酸カリウムは酸性溶液中で強力な酸化剤として働き、過マンガン酸イオン MnO_4^- は5個の電子を受け取ってマンガン(II)イオン Mn^{2+} に還元される。このとき、電荷のバランスを合わせるために8個の水素イオン H^+ が必要となり、生成物として4分子の水 H_2O が生じる。この半反応式と、過酸化水素が還元剤として働く半反応式を組み合わせることで、酸化還元滴定の化学反応式が導かれる。
問6	答え 1 相手の物質に水素イオンを与える分子やイオンのことである。	ブレンステッド・ローリーの定義では、水素イオン (H^+) を相手に与える物質を酸、相手から受け取る物質を塩基と呼ぶ。アレニウスの定義が水溶液中の電離に限定されるのに対し、この定義は水溶液以外や、水酸化物イオンを含まないアンモニアのような物質にも適用できる点が特徴である。
問7	答え 1 $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$	鉛蓄電池の放電は、負極で鉛(Pb)が硫酸イオン(SO_4^{2-})と反応して硫酸鉛(PbSO_4)となり、電子(e^-)を放出する酸化反応である。一方、正極では酸化鉛(PbO_2)が還元されて硫酸鉛となる。選択肢の他の反応式は、正極の反応や充電時の反応を示しているため誤りである。
問8	答え 1 ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウム水溶液	二価の鉄イオンの検出には、ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウム(赤血塩)が用いられます。これらを混合すると、濃青色の沈殿であるターンブルブルーが生成します。一方、チオシアン酸カリウムは三価の鉄イオンと反応して血赤色を呈する試薬であり、硫化水素やサリチル酸は本実験における二価鉄の特異的な検出には適していません。
問9	答え 2 窒素含有率が高い化合物ほど、同じ質量あたりの窒素供給源としての効率が高い。	窒素含有率は、化合物のモル質量に対する窒素原子の合計質量の割合である。そのため、同じ質量を摂取または散布した場合、窒素含有率が高い化合物ほど、より多くの窒素原子を供給できることになる。これは肥料の成分表示などにおいて重要な指標であり、分子量や窒素原子数、他の構成元素の質量によってその値は一意に定まる。
問10	答え 1 流れた電気量は、反応した物質の物質量と電子の物質量の比に比例し、ファラデー定数を用いて算出される。	ファラデーの法則は、電気分解や電池反応において、流れた電気量 (Q) が電子の物質量 (n) とファラデー定数 (F) の積 ($Q = nF$) で表されることを示す。反応式から物質量と電子の物質量の比を求め、ファラデー定数を乗じることで、反応量に応じた電気量を正確に算出できる。