

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.6

名前

得点

/10

問1 鉛蓄電池を一定時間放電させたところ、負極の質量が9.6 g増加した。この放電における正極の質量変化として最も適当なものはどれか。ただし、原子量は $O = 16$, $S = 32$, $Pb = 207$ とする。 (2007年 全国公立入試 類似)

1. 6.4 g 増加 2. 6.4 g 減少 3. 9.6 g 増加 4. 14.4 g 増加

問2 次の物質のうち、水溶液にした際に酸性を示す塩として正しいものはどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. 塩化アンモニウム 2. 酢酸ナトリウム 3. 塩化ナトリウム 4. 炭酸ナトリウム

問3 酸化還元反応において、酸化剤として働く物質の説明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. 相手の物質から電子を奪い、自身は還元される物質 2. 相手の物質に電子を与え、自身は酸化される物質 3. 反応前後で自身の酸化数が変化しない物質 4. 反応前後で自身の酸化数が増加する物質

問4 0.010モル毎リットルの水酸化ナトリウム水溶液15ミリリットルを、ある濃度の塩酸で中和滴定したところ、中和点に達するまでに15ミリリットルの塩酸を要した。この塩酸のモル濃度として正しい値はどれか。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 0.010モル毎リットル 2. 0.020モル毎リットル 3. 0.050モル毎リットル 4. 0.100モル毎リットル

問5 酸化還元反応に関する記述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. 酸化還元反応とは、反応前後で原子の酸化数が変化する反応のことである。 2. ある原子の酸化数が増加する反応を還元といい、減少する反応を酸化という。 3. 単体中の原子の酸化数は、その原子の種類にかかわらず常に+1である。 4. 化合物中の水素原子の酸化数は、常に-1である。

問6 国際宇宙ステーションの空気制御システムで用いられるサバティエ反応 ($CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$) において、反応前後の原子の酸化数の変化に関する記述として最も適当なものはどれか。 (2024年 全国公立入試 類似)

1. 炭素原子は還元され、酸素原子は酸化も還元もされない。 2. 炭素原子は酸化され、酸素原子は還元される。 3. 炭素原子は酸化も還元もされず、酸素原子は酸化される。 4. 炭素原子は還元され、酸素原子は酸化される。

問7 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8 ヘスの法則が熱化学において重要視される理由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. 直接測定することが困難な反応熱を、他の反応熱を組み合わせることで間接的に求めることができるから。 2. すべての化学反応において、反応熱は常に正の値をとることを証明できるから。 3. 反応熱を計算することで、反応の進行速度を正確に予測することができるから。 4. 反応熱が反応の経路に依存することを証明し、触媒の役割を解明できるから。

問9 0.020 mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液10.0 mLを用いて、過酸化水素水10.0 mLを滴定したところ、終点までに過マンガン酸カリウム水溶液が10.0 mL必要であった。この過酸化水素水のモル濃度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. 0.025 mol/L 2. 0.050 mol/L 3. 0.100 mol/L 4. 0.200 mol/L

問10 農業において肥料の成分や土壌改良剤として用いられる物質のうち、酸・塩基の強弱の分類として正しい組み合わせはどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 硝酸は強酸、酢酸は弱酸、水酸化カリウムは強塩基、アンモニアは弱塩基である。 2. 硝酸は弱酸、酢酸は強酸、水酸化カリウムは強塩基、アンモニアは弱塩基である。 3. 硝酸は強酸、酢酸は弱酸、水酸化カリウムは弱塩基、アンモニアは強塩基である。 4. 硝酸は弱酸、酢酸は強酸、水酸化カリウムは弱塩基、アンモニアは強塩基である。

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 1 6.4 g 増加	放電時に電子2 molが流れると、負極ではPbがPbSO ₄ に変化するためSO ₄ の分(96 g)だけ質量が増加する。正極ではPbO ₂ がPbSO ₄ に変化するため、SO ₄ からO ₂ を引いた分(64 g)だけ質量が増加する。負極と正極の質量増加量の比は96:64 = 3:2となるため、負極の質量が9.6 g増加したとき、正極の質量増加量は9.6 g * (2 / 3) = 6.4 gとなる。
問2	答え 1 塩化アンモニウム	塩の液性は、その塩を構成する酸と塩基の強弱によって決まります。塩化アンモニウムは弱塩基であるアンモニアと強酸である塩化水素からなるため、水溶液中で加水分解を起こして酸性を示します。酢酸ナトリウムは弱酸と強塩基からなるため塩基性、塩化ナトリウムは強酸と強塩基からなるため中性、炭酸ナトリウムは弱酸と強塩基からなるため塩基性を示します。
問3	答え 1 相手の物質から電子を奪い、自身は還元される物質	酸化剤とは、相手の物質を酸化させるために自身が電子を受け取り、その結果として自身の酸化数が減少する(還元される)物質のことである。対照的に、相手に電子を与えて自身が酸化される物質は還元剤と呼ばれる。酸化還元反応では、電子の授受が必ず同時に起こるため、酸化剤と還元剤は常にペアで存在する。
問4	答え 1 0.010モル毎リットル	中和反応の量的関係は、酸の価数×酸のモル濃度×酸の体積 = 塩基の価数×塩基のモル濃度×塩基の体積で表される。塩酸は1価の酸、水酸化ナトリウムは1価の塩基である。与えられた条件を式に代入すると、1×酸の濃度×15ミリリットル = 1×0.010モル毎リットル×15ミリリットルとなり、酸の濃度は0.010モル毎リットルと求められる。
問5	答え 1 酸化還元反応とは、反応前後で原子の酸化数が変化する反応のことである。	酸化還元反応は、電子の授受を伴う反応であり、結果として原子の酸化数が変化する。酸化数の増加は酸化、減少は還元と定義される。単体の酸化数は常に0であり、化合物中の水素原子の酸化数は原則として+1である(金属水素化物などの例外を除く)。したがって、酸化数の定義に基づいた最初の選択肢が正しい。
問6	答え 1 炭素原子は還元され、酸素原子は酸化も還元もされない。	二酸化炭素(CO ₂)中の炭素原子の酸化数は+4であり、生成物であるメタン(CH ₄)中の炭素原子の酸化数は-4である。酸化数が減少しているため、炭素原子は還元されている。一方、二酸化炭素中の酸素原子の酸化数は-2であり、生成物である水(H ₂ O)中の酸素原子の酸化数も-2である。酸化数に変化がないため、酸素原子は酸化も還元もされていない。
問7	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8	答え 1 直接測定することが困難な反応熱を、他の反応熱を組み合わせることで間接的に求めることができるから。	多くの化学反応では、副反応が同時に進行したり、反応が非常に遅かったりして、反応熱を直接測定することが難しい場合がある。ヘスの法則を用いると、熱化学方程式を代数的に加減算することで、目的の反応熱を理論的に導き出すことができるため、熱化学における極めて強力な計算ツールとなっている。
問9	答え 2 0.050 mol/L	反応式は $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ であり、MnO ₄ ⁻ とH ₂ O ₂ の物質質量比は2:5である。消費されたMnO ₄ ⁻ は0.020 mol/L × 0.010 L = 2.0 × 10 ⁻⁴ mol。これと反応するH ₂ O ₂ は2.0 × 10 ⁻⁴ mol × (5/2) = 5.0 × 10 ⁻⁴ mol。過酸化水素水の濃度は5.0 × 10 ⁻⁴ mol / 0.010 L = 0.050 mol/Lとなる。
問10	答え 1 硝酸は強酸、酢酸は弱酸、水酸化カリウムは強塩基、アンモニアは弱塩基である。	酸や塩基の強弱は、水溶液中での電離度によって決まります。硝酸(HNO ₃)は水溶液中でほぼ完全に電離するため強酸に分類されます。一方、酢酸(CH ₃ COOH)は電離度が小さく弱酸です。塩基については、水酸化カリウム(KOH)は強塩基であり、アンモニア(NH ₃)は水溶液中で一部が電離して水酸化物イオンを生じる弱塩基として分類されます。

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.7

名前

得点

/9

問1 酸化還元反応において、酸化数が+4から変化する物質として、二酸化マンガン(MnO_2)が塩酸と反応する場合がある。このとき、マンガンの酸化数はどのように変化するか。 (2024年 全国公立入試 類似)

1. +4から+2に減少する 2. +4から+6に増加する 3. +4から0に減少する 4. +4から+7に増加する

問2 あるジャガイモ1.00gを完全に燃焼させたところ、生成した水の質量は0.89gであった。ジャガイモに含まれる炭水化物($C_6H_{10}O_5$) n が燃焼して水が生成する反応式は、 $C_6H_{10}O_5 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 5H_2O$ と表される。このジャガイモに含まれていた本来の水の質量として最も近いものを次の中から選べ。ただし、炭水化物162gから水90gが生成するものとする。また、ジャガイモ中の炭水化物の含有量を0.50gとする。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. 0.61g 2. 0.89g 3. 0.28g 4. 0.50g

問3 化学反応式において、両辺の各原子の数を等しくするために係数を決定する際、最も優先して考えるべき化学の基本法則はどれか。 (2008年 全国公立入試 類似)

1. 質量保存の法則 2. 定比例の法則 3. 倍数比例の法則 4. 気体反応の法則

問4 塩化カルシウムと臭化カルシウムを含む水溶液において、臭化物イオンが0.024 mol存在し、硫酸ナトリウムを加えて得られた硫酸カルシウム二水和物の沈殿が8.6gであった。この水溶液に含まれていた塩化カルシウムの物質量は何molか。 (2020年 全国公立入試 類似)

1. 0.012 mol 2. 0.026 mol 3. 0.038 mol 4. 0.050 mol

問5 酸化還元反応に関する記述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. 酸化還元反応とは、反応前後で原子の酸化数が変化する反応のことである。 2. ある原子の酸化数が増加する反応を還元といい、減少する反応を酸化という。 3. 単体中の原子の酸化数は、その原子の種類にかかわらず常に+1である。 4. 化合物中の水素原子の酸化数は、常に-1である。

問6 硫酸銅(II)水溶液を用いた電気分解において、一定の電流Iを時間tだけ流したときに陰極に析出した銅の質量がmであった。同じ水溶液を用いて、電流を2Iとし、流す時間を3tにした場合、析出する銅の質量として正しいものはどれか。 (2009年 全国公立入試 類似)

1. 6m 2. 3m 3. 2m 4. 1.5m

問7 宇宙ステーションの空気制御システムで用いられるサバティエ反応 ($CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$) の量的関係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. 二酸化炭素1 molと水素4 molが過不足なく反応すると、メタン1 molと水2 molが生成する。 2. 反応物である二酸化炭素と水素の総物質量は、生成物であるメタンと水の総物質量と常に等しい。 3. 密閉容器内で反応が進行するにつれて、容器内の全物質量は増加する。 4. 二酸化炭素が十分に存在するならば、水素の供給量を2倍にしても生成する水の量は変化しない。

問8 EDTAを用いたキレート滴定の原理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. EDTAは金属イオンと多座配位子として結合し、安定な錯体を形成する。 2. EDTAは酸塩基滴定における指示薬としてのみ利用される。 3. オキシドバナジウムイオンとEDTAの反応比は、溶液のpHに関わらず常に1対2である。 4. キレート滴定では、金属イオンとEDTAの反応速度が非常に遅いため、加熱による反応促進が必須である。

問9 弱塩基と強酸からなる塩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。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. 塩を構成する陽イオンが水と反応し、水素イオンを生じる加水分解が起こるため 2. 塩を構成する陰イオンが水と反応し、水酸化物イオンを生じる加水分解が起こるため 3. 塩が水中で完全に電離し、強酸由来の水素イオンがそのまま水溶液中に放出されるため 4. 塩が水中で完全に電離し、弱塩基由来のアンモニウムイオンが水分子と結合するため

答え合わせ・解説 No.7

問1	答え 1 +4から+2に減少する	二酸化マンガン(MnO ₂)は強力な酸化剤として働き、濃塩酸と加熱すると塩化マンガン(II)を生成します。この反応において、マンガンはMnO ₂ 中の+4からMnCl ₂ 中の+2へと酸化数が減少するため、自身は還元されます。酸化数の減少は電子を受け取ることを意味し、この反応では塩化物イオンが電子を放出して塩素分子へと酸化される過程で、マンガンが電子を受け取っています。
問2	答え 1 0.61g	炭水化物162gから水90gが生成するため、炭水化物0.50gからは、 $0.50 \times (90 / 162) \approx 0.277g$ の水が生成する。生成した水の総質量0.89gから、炭水化物の燃焼によって生じた水0.28gを差し引くと、ジャガイモに元々含まれていた水の質量は $0.89 - 0.28 = 0.61g$ となる。
問3	答え 1 質量保存の法則	化学反応式の係数合わせは、化学反応の前後で原子の種類と数が増減しないという質量保存の法則に基づいています。反応物に含まれる原子は、生成物の中に必ず同じ数だけ存在しなければなりません。この原則に従い、各原子の数を両辺で一致させるように係数を調整することで、反応の量的関係を正しく記述することができます。
問4	答え 3 0.038 mol	沈殿した硫酸カルシウム二水和物8.6gから、カルシウムイオンの総量は0.050 molと求められる。一方、臭化カルシウム (CaBr ₂) は水溶液中でCa ²⁺ と2Br ⁻ に電離する。臭化物イオンが0.024 mol存在するため、臭化カルシウム由来のカルシウムイオンは0.012 molである。全カルシウムイオン0.050 molから臭化カルシウム由来の0.012 molを引いた0.038 molが、塩化カルシウム由来となる。
問5	答え 1 酸化還元反応とは、反応前後で原子の酸化数が変化する反応のことである。	酸化還元反応は、電子の授受を伴う反応であり、結果として原子の酸化数が変化する。酸化数の増加は酸化、減少は還元と定義される。単体の酸化数は常に0であり、化合物中の水素原子の酸化数は原則として+1である（金属水素化物などの例外を除く）。したがって、酸化数の定義に基づいた最初の選択肢が正しい。
問6	答え 1 6m	ファラデーの電気分解の法則により、析出する物質の質量は流れた電気量（電流×時間）に比例する。最初の実験で流れた電気量は $I \times t$ であり、その時の析出量が m である。次に流れる電気量は $2I \times 3t = 6It$ となるため、電気量が6倍になれば析出する銅の質量も6倍の $6m$ となる。
問7	答え 1 二酸化炭素1 molと水素4 molが過不足なく反応すると、メタン1 molと水2 molが生成する。	化学反応式の係数は、反応に関与する各物質の物質量の比を表している。 $CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$ の係数比は 1 : 4 : 1 : 2 であるため、CO ₂ 1 molとH ₂ 4 molが過不足なく反応してCH ₄ 1 molとH ₂ O 2 molが生成する。反応前後で総物質量は5 molから3 molへと減少するため、全物質量は減少する。また、CO ₂ が十分に存在するならば、制限反応物であるH ₂ の供給量を2倍にすると生成するH ₂ Oの量も2倍になる。
問8	答え 1 EDTAは金属イオンと多座配位子として結合し、安定な錯体を形成する。	EDTA（エチレンジアミン四酢酸）は、複数の配位原子を持つ多座配位子であり、金属イオンと安定なキレート錯体を形成する性質がある。この錯形成反応を利用して金属イオンの濃度を定量するのがキレート滴定である。オキシドバナジウムイオンとの反応比は通常1対1であり、反応速度やpH条件は金属種や目的によって最適化される。
問9	答え 1 塩を構成する陽イオンが水と反応し、水素イオンを生じる加水分解が起こるため	弱塩基と強酸からなる塩（例：塩化アンモニウム）は、水中で電離して生じた弱塩基由来の陽イオン（例：NH ₄ ⁺ ）が水分子と反応し、水素イオン（H ⁺ ）を生じる加水分解反応を起こします。この結果、水溶液中の水素イオン濃度が高まり、酸性を示します。一方、弱酸と強塩基からなる塩では、陰イオンが加水分解して水酸化物イオンを生じるため塩基性を示します。

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.8

名前

得点

/10

問1 ニッケルカドミウム電池の放電時における負極の反応に関する記述として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。（2025年

全国公立入試 類似）

1. カドミウムが水酸化物イオンと反応して水酸化カドミウムとなり、電子を放出する。
2. 水酸化カドミウムが電子を受け取り、カドミウムと水酸化物イオンに変化する。
3. オキシ水酸化ニッケルが水酸化物イオンと反応して水酸化ニッケルとなり、電子を放出する。
4. 水酸化ニッケルが電子を受け取り、オキシ水酸化ニッケルと水酸化物イオンに変化する。

問2 次の物質のうち、酸化剤として働く性質を持つもの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. 臭素 (Br₂)
2. 一酸化炭素 (CO)
3. 塩化アンモニウム (NH₄Cl)
4. 炭酸ナトリウム (Na₂CO₃)

問3 沈殿滴定において、塩化物イオンがすべて消費された後にさらに硝酸銀水溶液を滴下し続けた場合、沈殿の質量はどうか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. 沈殿の質量は変化せず一定となる
2. 沈殿の質量はさらに直線的に増加する
3. 生成した塩化銀が再溶解し質量が減少する
4. 沈殿が急激に分解し質量がゼロになる

問4 0.1 mol/Lの塩酸10 mLを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. 5 mL
2. 10 mL
3. 20 mL
4. 100 mL

問5 硝酸銀水溶液と硝酸鉛(II)水溶液のそれぞれに電流を流して電気分解を行った。一方の電解槽で銀が 108 mg 析出し、もう一方の電解槽で鉛が 207 mg 析出した。このとき、鉛が析出した電解槽に流れた電気量は何Cか。最も適当な数値を、次のうちから一つ選べ。ただし、銀の原子量を 108、鉛の原子量を 207、ファラデー定数を 9.65×10^4 C/mol とし、各金属イオンは Ag⁺ および Pb²⁺ として存在するものとする。（2026年 全国公立入試 類似）

1. 96.5 C
2. 193 C
3. 290 C
4. 386 C

問6 ヘスの法則が熱化学において重要視される理由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. 直接測定することが困難な反応熱を、他の反応熱を組み合わせることで間接的に求めることができるから。
2. すべての化学反応において、反応熱は常に正の値をとることを証明できるから。
3. 反応熱を計算することで、反応の進行速度を正確に予測することができるから。
4. 反応熱が反応の経路に依存することを証明し、触媒の役割を解明できるから。

問7 炭酸水素ナトリウムと塩酸の反応において、横軸に加えた炭酸水素ナトリウムの質量(g)、縦軸に発生した二酸化炭素の質量(g)をとったグラフが、ある質量で折れ曲がり水平になる理由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. 加えた炭酸水素ナトリウムがすべて反応し、塩酸が不足したため。
2. 反応容器内の温度が上昇し、二酸化炭素が気体として発生しなくなったため。
3. 加えた炭酸水素ナトリウムが塩酸と反応しきれず、未反応のまま残ったため。
4. 塩酸の濃度が反応の進行とともに高まり、反応速度が低下したため。

問8 VO₂⁺（ジオキシバナジウム(V)イオン）におけるバナジウムの酸化数として正しいものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. プラス1
2. プラス3
3. プラス5
4. プラス7

問9 酸化銅(II) CuO、酸化鉄(III) Fe₂O₃、四酸化三鉄 Fe₃O₄ をそれぞれ水素 H₂ で完全に還元して、金属単体 1 mol を得るために必要な水素の物質量の大小関係として正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. CuO < Fe₃O₄ < Fe₂O₃
2. Fe₂O₃ < Fe₃O₄ < CuO
3. CuO < Fe₂O₃ < Fe₃O₄
4. Fe₃O₄ < CuO < Fe₂O₃

問10 燃焼熱に関する記述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. 燃焼熱は、物質が完全燃焼して生成物がすべて気体になるときに放出される熱量である。
2. 炭素の燃焼熱は、黒鉛が完全燃焼して二酸化炭素が生じるときの熱量と等しい。
3. 燃焼熱は常に正の値をとるが、吸熱反応であるため周囲の温度を低下させる。
4. メタンの燃焼熱は、メタン1gが完全燃焼したときに発生する熱量として定義される。

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 1 カドミウムが水酸化物イオンと反応して水酸化カドミウムとなり、電子を放出する。	ニッケルカドミウム電池の放電時、負極では単体のカドミウムが電解液中の水酸化物イオンと反応し、水酸化カドミウムとなって電子を放出する酸化反応が起こる。反応式は $\text{Cd} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^-$ と表される。
問2	答え 1 臭素 (Br_2)	臭素は強い電子親和力を持ち、他の物質から電子を奪って還元されやすいため、典型的な酸化剤である。一方、一酸化炭素は自身が酸化されて二酸化炭素になりやすいため還元剤として働く。塩化アンモニウムや炭酸ナトリウムは、酸塩基反応に関与することはあるが、酸化還元反応における酸化剤としての性質は持たない。
問3	答え 1 沈殿の質量は変化せず一定となる	沈殿滴定では、滴定剤である銀イオンが塩化物イオンと反応して塩化銀の沈殿を生成する。溶液中の塩化物イオンがすべて消費されると、それ以上反応する相手がなくなるため、銀イオンを過剰に加えても塩化銀の沈殿量は増加しない。したがって、塩化物イオンがすべて消費された後の沈殿の質量は、それ以上変化せず一定の値を示す。
問4	答え 2 10 mL	中和反応の量的関係は、酸の価数×酸の物質質量 = 塩基の価数×塩基の物質質量で表される。塩酸は1価の酸、水酸化ナトリウムは1価の塩基である。0.1 mol/Lの塩酸10 mLに含まれる水素イオンの物質質量は $0.1 \text{ mol/L} \times 0.01 \text{ L} = 0.001 \text{ mol}$ である。これを中和する水酸化ナトリウムの物質質量も 0.001 mol 必要であるため、0.1 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液は10 mL 必要となる。
問5	答え 2 193 C	鉛イオン Pb^{2+} は2価の陽イオンであり、鉛1 molの析出には2 molの電子が必要である。析出した鉛の物質質量は $207 \text{ mg} / 207 \text{ g/mol} = 1.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$ であるため、流れた電子の物質質量は $2.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$ となる。これにファラデー定数 $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ を乗じると、電気量は $2.00 \times 10^{-3} \times 9.65 \times 10^4 = 193 \text{ C}$ と求められる。
問6	答え 1 直接測定することが困難な反応熱を、他の反応熱を組み合わせることで間接的に求めることができるから。	多くの化学反応では、副反応が同時に進行したり、反応が非常に遅かったりして、反応熱を直接測定することが難しい場合がある。ヘスの法則を用いると、熱化学方程式を代数的に加減算することで、目的の反応熱を理論的に導き出すことができるため、熱化学における極めて強力な計算ツールとなっている。
問7	答え 1 加えた炭酸水素ナトリウムがすべて反応し、塩酸が不足したため。	グラフが折れ曲がる点は、反応物である塩酸がすべて消費された「反応の終点」を示しています。それ以降は、炭酸水素ナトリウムをさらに加えても反応する塩酸が存在しないため、発生する二酸化炭素の量は増加せず、グラフは水平になります。これは化学反応における限定反応物の概念を反映しています。
問8	答え 3 プラス5	ジオキシドバナジウム(V)イオン (VO_2^+) において、酸素原子の酸化数はマイナス2である。酸素原子が2つ存在するため、酸素全体の酸化数の合計はマイナス4となる。イオン全体の電荷がプラス1であることから、バナジウムの酸化数をxとすると、 $x + (-4) = +1$ となり、xはプラス5と求められる。
問9	答え 1 $\text{CuO} < \text{Fe}_3\text{O}_4 < \text{Fe}_2\text{O}_3$	各反応式は $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \rightarrow 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$ と表される。金属 1 mol あたりに必要な水素の物質質量は、CuO は $1/1 = 1.0 \text{ mol}$ 、 Fe_2O_3 は $3/2 = 1.5 \text{ mol}$ 、 Fe_3O_4 は $4/3 = \text{約} 1.33 \text{ mol}$ である。したがって、必要な水素の物質質量は $\text{CuO} < \text{Fe}_3\text{O}_4 < \text{Fe}_2\text{O}_3$ の順に大きくなる。
問10	答え 2 炭素の燃焼熱は、黒鉛が完全燃焼して二酸化炭素が生じるときの熱量と等しい。	燃焼熱は物質1molあたりの発熱量であり、定義上、発熱反応であるため値は正となる。炭素の燃焼熱は、標準状態の単体である黒鉛が完全燃焼して二酸化炭素 CO_2 になる際の熱量である。なお、燃焼熱の定義における生成物は、水であれば液体 H_2O 、二酸化炭素であれば CO_2 とするのが一般的である。1gあたりの熱量は燃焼熱ではなく比燃焼熱と呼ぶ。

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.9

名前

得点

/11

問1 強酸と強塩基の中和反応に関する記述として最も適当なものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

- 中和反応は常に吸熱反応であり、周囲の温度を低下させる。
- 中和熱の大きさは、用いる酸や塩基の種類によらず常に一定である。
- 強酸と強塩基の中和熱は、生成する水1 molあたり約56 kJである。
- 中和反応によって発生する熱量は、反応した酸と塩基の物質量の和に比例する。

問2 化学反応式 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ に基づき、過酸化水素 2.0 mol を完全に分解させたときに発生する酸素の物質量として正しいものはどれか。 (2008年 全国公立入試 類似)

- 0.5 mol
- 1.0 mol
- 2.0 mol
- 4.0 mol

問3 リチウムイオン電池の特性に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2018年 全国公立入試 類似)

- リチウムイオン電池は、リチウムイオンの移動を利用して充放電を行う二次電池である。
- リチウムイオン電池は、一度使用すると充電ができない一次電池に分類される。
- リチウムイオン電池の負極には、主に酸化銀が用いられている。
- リチウムイオン電池は、電解液として水溶液を用いることで高い電圧を実現している。

問4 化学反応式において、反応物と生成物の物質量の比が係数比と一致する根拠として、最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

- 質量保存の法則
- 定比例の法則
- アボガドロの法則
- ドルトンの原子説

問5 銅の電解精錬において、陽極に粗銅、陰極に純銅を用いて電気分解を行う際、溶液中の硫酸イオンの挙動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)

- 電気分解の前後で溶液中の硫酸イオンの物質量は変化しない
- 陽極付近で硫酸イオンが電子を放出し、濃度が減少する
- 陰極付近で硫酸イオンが電子を受け取り、濃度が減少する
- 電気分解の進行に伴い、硫酸イオンは陽極から陰極へ移動して消費される

問6 25℃における水のイオン積 $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ の値として、最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

- $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol}^2/\text{L}^2$
- $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$
- $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$
- $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$

問7 化学反応の前後において、反応に関与する物質の全質量の総和が変化しないという法則を何というか。 (2005年 全国公立入試 類似)

- 質量保存の法則
- 定比例の法則
- シャルルの法則
- ボイルの法則

問8 イオン化傾向の大きい金属を、イオン化傾向の小さい金属のイオンを含む水溶液に浸すと、金属の析出が起こる。この原理に基づき、硝酸銀水溶液に浸した際に銀が析出しない金属の組み合わせとして、最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

- 亜鉛と鉄
- 亜鉛と銅
- 亜鉛と鉛
- 金と白金

問9 25℃において、ある水溶液の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ が $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ であるとき、この水溶液中の水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ は何 mol/L か。ただし、25℃での水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ とする。 (2004年 全国公立入試 類似)

- $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
- $1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$
- $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$
- $1.0 \times 10^{-17} \text{ mol/L}$

問10 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8.6g沈殿した。このとき、沈殿したカルシウムイオンの物質量は何molか。 (2020年 全国公立入試 類似)

- 0.025 mol
- 0.050 mol
- 0.100 mol
- 0.200 mol

問11 塩化カルシウムと臭化カルシウムを含む水溶液において、臭化物イオンが0.024 mol存在し、硫酸ナトリウムを加えて得られた硫酸カルシウム二水和物の沈殿が8.6gであった。この水溶液に含まれていた塩化カルシウムの物質量は何molか。 (2020年 全国公立入試 類似)

- 0.012 mol
- 0.026 mol
- 0.038 mol
- 0.050 mol

答え合わせ・解説 No.9

問1	答え 3 強酸と強塩基の中和熱は、生成する水1 molあたり約56 kJである。	強酸と強塩基の中和反応は、水素イオンH ⁺ と水酸化物イオンOH ⁻ が反応して水H ₂ Oが生成する過程であり、その際に一定の熱量が発生します。この値は酸や塩基の種類によらず、水1 molあたり約56 kJでほぼ一定です。中和反応は発熱反応であり、発生する熱量は生成した水の物質質量に比例します。
問2	答え 2 1.0 mol	化学反応式における係数比は反応物と生成物の物質質量比を表す。この反応では過酸化水素2 molに対して酸素が1 mol生成されるため、係数比は2:1である。したがって、過酸化水素2.0 molを分解させると、その半分の物質質量である1.0 molの酸素が発生する。
問3	答え 1 リチウムイオン電池は、リチウムイオンの移動を利用して充放電を行う二次電池である。	リチウムイオン電池は、正極と負極の間をリチウムイオンが移動することで充放電を行う二次電池である。一次電池とは異なり、外部から電気エネルギーを供給することで繰り返し使用が可能である。また、負極には炭素材料などが用いられ、電解液には水溶液ではなく有機溶媒が用いられる。アルカリマンガン乾電池や酸化銀電池は一次電池であり、鉛蓄電池は二次電池であるが、リチウムイオン電池とは構造や材料が異なる。
問4	答え 1 質量保存の法則	化学反応式における係数は、反応前後で原子の種類と数が変わらないという質量保存の法則に基づいている。反応式中の係数比は、反応に関与する分子や原子の個数の比を表しており、これが物質質量の比と対応する。この関係を利用することで、反応物や生成物の質量を計算することが可能となる。
問5	答え 1 電気分解の前後で溶液中の硫酸イオンの物質質量は変化しない	電気分解中、陽極では銅が電子を放出して銅(II)イオンとして溶け出し、陰極では銅(II)イオンが電子を受け取って銅として析出する。このとき、溶液中の硫酸イオンは電極反応に関与せず、電気的中性を保つために溶液中に留まる。したがって、電気分解の前後で溶液中の硫酸イオンの物質質量は変化しない。
問6	答え 2 $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$	水のイオン積 K_w は、純水や水溶液において水素イオン濃度[H ⁺]と水酸化物イオン濃度[OH ⁻]の積で表される。25℃において、この値は $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ であり、温度が一定であれば液性に関わらず一定の値をとる。単位は濃度同士の積であるため、 mol^2/L^2 となる。
問7	答え 1 質量保存の法則	化学反応において、反応物と生成物の質量の総和が不変であることを示すのが質量保存の法則である。定比例の法則は化合物中の成分元素の質量比が一定であることを指し、シャルルの法則やボイルの法則は気体の状態変化に関する法則であるため、本問の定義には当てはまらない。
問8	答え 4 金と白金	金属のイオン化傾向は、金属が水溶液中で陽イオンになりやすさの順序を示す。硝酸銀水溶液中の銀イオン(Ag ⁺)を還元して銀(Ag)として析出させるには、銀よりもイオン化傾向が大きい金属が必要である。金(Au)や白金(Pt)は銀よりもイオン化傾向が小さく、銀イオンを還元する能力がないため、これらの金属を浸しても銀は析出しない。
問9	答え 2 $1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$	水のイオン積の定義式 $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ に値を代入すると、 $1.0 \times 10^{-14} = (1.0 \times 10^{-3}) \times [\text{OH}^-]$ となる。これを[OH ⁻]について解くと、 $[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} / 1.0 \times 10^{-3} = 1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ と求められる。
問10	答え 2 0.050 mol	硫酸カルシウム二水和物(CaSO ₄ ・2H ₂ 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質量と、そこに含まれるカルシウムイオンの物質質量は等しいため、0.050 molとなる。
問11	答え 3 0.038 mol	沈殿した硫酸カルシウム二水和物8.6gから、カルシウムイオンの総量は0.050 molと求められる。一方、臭化カルシウム(CaBr ₂)は水溶液中でCa ²⁺ と2Br ⁻ に電離する。臭化物イオンが0.024 mol存在するため、臭化カルシウム由来のカルシウムイオンは0.012 molである。全カルシウムイオン0.050 molから臭化カルシウム由来の0.012 molを引いた0.038 molが、塩化カルシウム由来となる。

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.10

名前

得点

/11

問1 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8.6g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2 酸化鉄(III) Fe_2O_3 を水素 H_2 で還元して鉄 Fe を得る反応において、鉄 1.0 mol を生成させるために必要な水素の物質質量は何 mol か。 （2004年 全国公立入試 類似）

1. 1.0 mol 2. 1.33 mol 3. 1.5 mol 4. 3.0 mol

問3 0.10 mol/L の塩酸 10.0 mL をホールピペットで正確に量り取り、100 mL のメスフラスコに入れて純水を標線まで加えた。このとき、希釈後の塩酸のモル濃度として正しいものはどれか。 （2013年 全国公立入試 類似）

1. 0.010 mol/L 2. 0.011 mol/L 3. 0.050 mol/L 4. 0.10 mol/L

問4 物質質量と構成粒子の数に関する記述として、最も適切なものはどれか。 （2013年 全国公立入試 類似）

1. 物質質量に関わらず、すべての物質1 molに含まれる原子の数はアボガドロ定数と等しい。 2. 12 gの黒鉛に含まれる炭素原子の物質質量は、アボガドロ定数に等しい。 3. 物質質量とは、粒子数に関係なく物質の質量をグラム単位で表したものである。 4. 1 molの分子に含まれる原子の総数は、分子の種類によらず一定である。

問5 塩化ナトリウム水溶液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。 （2005年 全国公立入試 類似）

1. 陽極では塩化物イオンが酸化され、塩素が発生する。 2. 陰極ではナトリウムイオンが還元され、金属ナトリウムが析出する。 3. 電気分解が進むと、溶液のpHは酸性側に変化する。 4. 純粋な酢酸水溶液を用いると、塩化ナトリウム水溶液よりも効率よく電気分解が進む。

問6 中和滴定の実験により、吸収されたアンモニアの物質質量が0.010 molであると算出された。このアンモニアが標準状態（0度、 1.013×10^5 Pa）にあるとき、その体積は何リットルか。 （2007年 全国公立入試 類似）

1. 0.11 L 2. 0.22 L 3. 0.44 L 4. 2.24 L

問7 塩化ナトリウム水溶液を電気分解し、陰極で2.0 gの水酸化ナトリウムが生成した。このとき、1時間（3600秒）流し続けた電流の値として最も近いものはどれか。ただし、ファラデー定数を 9.65×10^4 C/mol、水酸化ナトリウムの式量を40とする。 （2013年 全国公立入試 類似）

1. 0.67 A 2. 1.34 A 3. 2.68 A 4. 5.36 A

問8 化学反応における反応熱の総和が、反応の経路に関係なく反応前後の状態のみで決定されるという法則の名称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. ルシャトリエの原理 2. ヘスの法則 3. ファラデーの法則 4. ボイル・シャルルの法則

問9 次の化合物の中で、水素原子の酸化数がマイナス1であるものはどれか。 （2026年 全国公立入試 類似）

1. 水 (H_2O) 2. フッ化水素 (HF) 3. 水素化カルシウム (CaH_2) 4. 塩化水素 (HCl)

問10 次の化学反応式のうち、酸化還元反応に該当するものはどれか。 （2012年 全国公立入試 類似）

1. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ 2. $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$ 3. $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 4. $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

問11 中和滴定の原理に関する記述として最も適切なものはどれか。 （2008年 全国公立入試 類似）

1. 酸と塩基が過不足なく反応する点を利用して、未知の濃度の溶液の濃度を決定する操作である。 2. 強酸と弱塩基の滴定では、中和点付近でpHが急激に変化しないため、指示薬の選定は不要である。 3. 滴定曲線において、中和点では必ず溶液のpHが7.0になるため、常にフェノールフタレインが用いられる。 4. 中和滴定の実験において、ビュレットの内部を蒸留水で濡らしたまま滴定を行うと、滴定値が小さくなる。

答え合わせ・解説 No.10

問1	答え 2 0.050 mol	硫酸カルシウム二水和物 (CaSO ₄ · 2H ₂ 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 molとなる。化学反応式 Ca ²⁺ + SO ₄ ²⁻ + 2H ₂ O → CaSO ₄ · 2H ₂ 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2	答え 3 1.5 mol	酸化鉄(III)と水素の還元反応式は Fe ₂ O ₃ + 3H ₂ → 2Fe + 3H ₂ O である。この式から、鉄 2 mol を生成するのに 3 mol の水素が必要であることがわかる。したがって、鉄 1.0 mol を生成するために必要な水素の物質量は、3 mol ÷ 2 = 1.5 mol となる。
問3	答え 1 0.010 mol/L	希釈の前後で溶質の物質量は変化しない。希釈前の塩酸の物質量は 0.10 mol/L × 0.010 L = 0.0010 mol である。希釈後の溶液の体積は 100 mL = 0.10 L となるため、希釈後の濃度は 0.0010 mol / 0.10 L = 0.010 mol/L と計算できる。実験器具を正しく使用し、正確な体積を量り取ることで、この計算通りの濃度が得られる。
問4	答え 1 物質量に関わらず、すべての物質1 mol に含まれる原子の数はアボガド定数と等しい。	アボガド定数は、物質量 1 molあたりの粒子数を示す定数である。分子 1 molに含まれる原子の総数は分子の構成原子数に依存するため一定ではない。また、物質量は粒子数に基づいた単位であり、質量とは異なる。12 gの黒鉛は1 molの炭素原子からなり、その粒子数はアボガド定数そのものとなるが、物質量 (1 mol) とは単位が異なるため、記述として不適切である。
問5	答え 1 陽極では塩化物イオンが酸化され、塩素が発生する。	塩化ナトリウム水溶液の電気分解において、陽極ではCl ⁻ が電子を失いCl ₂ が発生する。陰極ではNa ⁺ よりも水分子が優先的に還元され、H ₂ とOH ⁻ が生じるため、溶液は塩基性を示す。酢酸は弱酸であり電離度が極めて低いため、水溶液の導電性は非常に低く、電気分解には適さない。また、硝酸銀水溶液の電気分解では陽極で酸素が発生するなど、電解質の種類により反応は異なる。
問6	答え 2 0.22 L	標準状態において、気体 1 molの体積は22.4 Lである。したがって、0.010 molのアンモニアが占める体積は、0.010 mol × 22.4 L/mol = 0.224 Lとなる。有効数字を考慮すると、0.22 Lが適切な値である。
問7	答え 2 1.34 A	水酸化ナトリウム2.0 gの物質量は2.0/40 = 0.05 molである。陰極での反応式は 2H ₂ O + 2e ⁻ → H ₂ + 2OH ⁻ であり、生成するOH ⁻ の物質量と必要な電子の物質量は等しいため、0.05 molの電子が流れたことになる。電気量は 0.05 mol × 9.65 × 10 ⁴ C/mol = 4825 C である。電流 = 電気量/時間 より、4825 C / 3600 s ≒ 1.34 A となる。
問8	答え 2 ヘスの法則	ヘスの法則は、熱化学における重要な原則である。化学反応において、直接反応させた場合と、いくつかの段階を経て反応させた場合とで、反応前後の物質の状態が同じであれば、発生または吸収する熱量の総和は等しくなる。これにより、実験的に直接測定することが困難な反応熱を、既知の反応熱を利用して算出することが可能となる。
問9	答え 3 水素化カルシウム (CaH₂)	水素の酸化数は、結合相手の電気陰性度によって決まる。水、フッ化水素、塩化水素はいずれも水素より電気陰性度の大きい非金属元素との化合物であり、水素の酸化数はプラス1である。一方、水素化カルシウムは金属元素であるカルシウムと結合した水素化物であり、この場合、水素はマイナス1の酸化数を持つ。
問10	答え 3 2H₂ + O₂ → 2H₂O	2H ₂ + O ₂ → 2H ₂ Oの反応では、水素の酸化数が0から+1に増加し、酸素の酸化数が0から-2に減少しているため、酸化還元反応である。SO ₃ + H ₂ O → H ₂ SO ₄ は酸性酸化物と水の反応、AgNO ₃ + NaCl → AgCl + NaNO ₃ は沈殿生成反応、NaOH + HCl → NaCl + H ₂ Oは中和反応であり、いずれも反応前後で原子の酸化数は変化しない。
問11	答え 1 酸と塩基が過不足なく反応する点を利用して、未知の濃度の溶液の濃度を決定する操作である。	中和滴定は、酸と塩基の価数、濃度、体積の関係式 (酸の価数 × 濃度 × 体積 = 塩基の価数 × 濃度 × 体積) に基づき、未知の濃度を求める手法です。強酸と弱塩基の滴定ではpH変化が緩やかになる領域があるため指示薬の選定が重要であり、中和点のpHは塩の種類により異なります。また、ビュレットを蒸留水で濡らしたまま使用すると、滴定液が希釈され、滴定値が大きくなる誤差が生じます。