

■ 第1編 物質の構成と化学結合 ■

【第1章 物質の構成】

13 問 1. 解 混合物…(ウ), (エ)

純物質…(ア), (イ), (オ), (カ)

解説 混合物は2種類以上の物質が混じりあったもので、自然界に存在する多くの物質が該当する。純物質は、1種類の物質だけからできたものである。もし、化学式が書けるのであれば、1つの化学式で書けるものが純物質、そうでないものが混合物になる。しかし、この設問にはないが、水溶液は混合物であり、例えば塩酸は水と塩化水素の混合物だが、化学式ではHClと表すこともあるので注意する。

17 問 2. 解 (1) (エ) (2) (ウ) (3) (オ) (4) (ア)

解説 (1) 固体の溶解度の差を利用して分離する再結晶を用いる。塩化ナトリウムの溶解度は温度が変わってもあまり変化しないが、硝酸カリウムの溶解度は高温では大きく、低温では小さい。したがって、再結晶した場合、少量の塩化ナトリウムは析出しない条件でも、硝酸カリウムは大部分が析出する。
(2) 固体→気体→固体の変化の過程を利用して、昇華しやすいものだけを取り出す。塩化ナトリウムは昇華しないが、ナフタレンは昇華しやすい物質である。
(3) 液体中に存在する不溶性の固体を、ろ紙を用いて分離するろ過を使う。水はろ紙を通過できるが、砂粒は通過できないので分離できる。
(4) 液体→気体→液体の変化の過程を利用して、単一成分を取り出す蒸留を使う。海水中の塩分は気体にならず蒸留されないで、水だけが得られる。

19 **ドリル** ① **解**

- (1) ① C ② Si ③ F ④ He ⑤ Cu ⑥ Li
⑦ Be ⑧ N ⑨ P ⑩ Cl ⑪ Ne ⑫ Ag
⑬ Na ⑭ Mg ⑮ O ⑯ S ⑰ I ⑱ Ar
⑲ Au ⑳ K ㉑ Ca ㉒ H ㉓ B ㉔ Fe
㉕ Zn ㉖ Pb ㉗ Al ㉘ Ba
(2) ① 水素 ② ヘリウム ③ リチウム
④ ベリリウム ⑤ ホウ素 ⑥ 炭素
⑦ 窒素 ⑧ 酸素 ⑨ フッ素
⑩ ネオン ⑪ ナトリウム ⑫ マグネシウム
⑬ アルミニウム ⑭ ケイ素 ⑮ リン
⑯ 硫黄 ⑰ 塩素 ⑱ アルゴン
⑲ カリウム ⑳ カルシウム ㉑ 鉄
㉒ 銅 ㉓ 亜鉛 ㉔ 銀
㉕ ヨウ素 ㉖ バリウム ㉗ 金 ㉘ 鉛

19 問 3. 解 単体…(イ), (ウ) 化合物…(ア), (エ), (オ)

解説 1種類の元素からなる物質が単体、2種類以

上の元素が一定の割合で結合してできた物質が化合物である。もし、化学式が書けるのであれば、元素記号が1種類であれば単体、2種類以上であれば化合物となる。

20 問 4. 解 (イ), (カ)

解説 同素体は同じ元素からなる単体で、性質(構造や分子式なども)が異なる物質どうしのことである。炭素C：ダイヤモンド・黒鉛・フラーレン・カーボンナノチューブなど、酸素O：酸素・オゾン、硫黄S：斜方硫黄・単斜硫黄・ゴム状硫黄、リンP：黄リン・赤リンなどがある。

(ア)は同一物質で、状態だけが異なる。(ウ), (エ), (オ)は異なる元素からなる単体である。

◆ 章末問題 ◆

26 【1】 **解** (1) A (2) C (3) A (4) B
(5) C (6) B (7) B (8) C

解説 1種類の元素からなる物質が単体、2種類以上の元素が一定の割合で結合してできた物質が化合物である。もし、化学式が書けるのであれば、元素記号が1種類であれば単体、2種類以上であれば化合物となる。混合物は1つの化学式で表せない。しかし、水溶液は混合物であり、例えば、塩酸は水と塩化水素の混合物だが、化学式ではHClと表すこともあるので注意する。

26 【2】 **解** (1) ろ過 (2) 漏斗 (3) ろ紙
(4) (イ)

解説 (1)~(3) ろ過は、もとの混合液をガラス棒を使って漏斗の中のろ紙の上に注ぎ、液体とそれに溶けない固体とを分離する操作である。ガラス棒を使って、混合液を静かにろ紙上に注ぐことが必要である。

漏斗の中にはろ紙を入れる。ろ紙は漏斗の形に合わせて折り、純粋な水を少したしてろ紙と漏斗を密着させる。そうすればろ紙と漏斗のすき間に混合液が入ることがなくなり、失敗を防ぐことができる。

(4) 漏斗の先はビーカーの内壁につけておく。そのほうがスムーズにろ液が下に流れ出るので、ろ過のスピードが速くなる。図のままだと、ぼたぼたと雫が落ちるために、ろ過速度が遅くなるだけでなく、ろ液が周囲に飛び散ったりするので好ましくない。

26 【3】 **解** (1) ① 枝付きフラスコ
② リービッヒ冷却器 ③ アダプター
④ 三角フラスコ

(2) b → a

(3) 温度計の球部を枝付きフラスコの枝の付け根の高

さに合わせる。

- (4) 枝付きフラスコの半分以下。
- (5) 突沸を防ぐため。
- (6) 密栓しないで脱脂綿などで軽くふさぐ。

解説 (2) 上から水を流すと、冷却器内を水で満たせず冷却効率が悪くなる。下から上に向かって水を流せば、冷却器内はすべて水で満たされて効率よく冷却される。

(3) 蒸留装置では、気体となった物質が凝縮して液体になる原理を利用しているので、その気体の凝縮する温度を測定するには枝の中がよいが、それは無理なので枝の付け根の部分とする。

(4), (5) 液体を加熱する場合に、突発的に沸騰し(突沸)、液体が激しく飛んで枝管のほうへ入り込むことがある。この突沸を防ぐためにあらかじめ沸騰石を入れておくと、穏やかな沸騰が持続する。また、激しく沸騰しても枝の方へ入り込むことがないように、液量はフラスコの2分の1以下にする。

(6) 三角フラスコとアダプターをゴム栓などで密栓してしまうと、容器内と外気とが通じるところがなくなり、内圧が上昇して危険なことになる。そこで、外部から異物が入らないように、脱脂綿などの通気性のあるものでふさいだり、アルミニウム箔などをかぶせたりするとよい。

26 【4】 解 (ウ)

解説 (ア) 構成元素が同じでも、さまざまな単体や化合物が存在し、融点と沸点が等しくても同素体とはいえない。誤り。

(イ) 構成元素が同じでも、化合物であれば同素体とはいえない。誤り。

(エ) 同じ元素からなる同素体であっても、それを混合したら、その割合によって性質が変化するので混合物である。誤り。

(オ) 同素体の種類は、元素ごとに2つと決まっているわけではない。誤り。

(カ) 二酸化炭素は化合物であり同素体ではない。二酸化炭素の固体のことを、ドライアイスという。誤り。

26 【5】 解 (1) 塩素, ナトリウム (2) 炭素, 酸素

解説 (1) 硝酸銀水溶液により白色沈殿を生成するので、元素として塩素を含むことがわかる。また、黄色の炎色反応が観察されることから、元素としてナトリウムを含むことがわかる。

(2) 石灰水により白色沈殿を生じるのは二酸化炭素だから、元素として炭素と酸素を含むことがわかる。

26 【6】 解 (1) ② (2) ④

解説 三態の変化は、温度が低い部分から固体→液

体→気体であり、その状態変化が起こる間は温度が一定である。

(1) A点で融解したので、その温度aは融点または凝固点で、水では0°Cである。C点で沸騰したので、その温度bは沸点で、水では100°Cである。

(2) A点までは固体の温度が上昇する過程である。A点で融解が始まり、B点ですべて液体となる。B点からC点は液体の温度が上昇する過程である。C点で沸騰が始まり、液体の内部から気体が発生し、D点ですべて気体となる。D点以降は気体の温度が上昇する過程である。

一般に、物質を構成する粒子の熱運動は、温度が高いほど激しい。

【第2章 物質の構成粒子】

29 問 5. 解

	(1) $^{24}_{12}\text{Mg}$	(2) $^{28}_{14}\text{Si}$	(3) $^{40}_{18}\text{Ar}$	(4) $^{39}_{19}\text{K}$	(5) $^{197}_{79}\text{Au}$
陽子の数	12	14	18	19	79
中性子の数	12	14	22	20	118
電子の数	12	14	18	19	79

解説 原子核のまわりの電子の数、および原子核を構成する陽子の数は、ともに原子番号(元素記号の左下の数字)に等しく、原子核を構成する中性子の数は、質量数(元素記号の左上の数字)と原子番号(元素記号の左下の数字)との差である。

32 問 6. 解

	(1) He	(2) C	(3) Al	(4) S	(5) Ar	(6) Ca
最外殻電子の数	2	4	3	6	8	2
価電子の数	0	4	3	6	0	2

解説 原子がもつ電子の数は原子番号と等しく、原則として内側の電子殻から順に配置され、K殻には2個、L殻には8個、M殻には18個まで電子が入ることができる。ただし、KやCaは、電子がM殻に8個入った後、残りの電子はN殻に入り、価電子の数はそれぞれ1, 2個となることに留意する。また、価電子の数はふつう最外殻電子の数に等しいが、貴ガス元素の場合には0とする。

34 ドリル ② 解

- (1) ① H⁺ ② Li⁺ ③ Na⁺ ④ K⁺
- ⑤ Mg²⁺ ⑥ Ca²⁺ ⑦ Zn²⁺ ⑧ Al³⁺
- ⑨ Fe³⁺ ⑩ Cu²⁺ ⑪ Ag⁺ ⑫ NH₄⁺
- ⑬ Cl⁻ ⑭ O²⁻ ⑮ S²⁻ ⑯ OH⁻
- ⑰ NO₃⁻ ⑱ CO₃²⁻ ⑲ SO₄²⁻ ⑳ PO₄³⁻
- (2) ① 水素イオン ② リチウムイオン
- ③ 酸化物イオン ④ ナトリウムイオン

- ⑤ マグネシウムイオン ⑥ アルミニウムイオン
 ⑦ 硫化物イオン ⑧ 塩化物イオン
 ⑨ カリウムイオン ⑩ 鉄(II)イオン
 ⑪ 鉄(III)イオン ⑫ 銅(I)イオン
 ⑬ 銅(II)イオン ⑭ 銀イオン
 ⑮ アンモニウムイオン ⑯ 水酸化物イオン
 ⑰ 硝酸イオン ⑱ 炭酸イオン
 ⑲ 硫酸イオン ⑳ リン酸イオン

34 問 7. 解 (1) Li^+ , リチウムイオン

- (2) O^{2-} , 酸化物イオン
 (3) Al^{3+} , アルミニウムイオン
 (4) Ca^{2+} , カルシウムイオン

解説 価電子が1~3個の原子は陽イオンになりやすく、価電子の数だけ+になった陽イオンを考えればよい。価電子が6, 7個の原子は陰イオンになりやすく、それぞれ二価、一価の陰イオンを考えればよい。イオンの名称は、単原子の陽イオンは“元素名”+“イオン”とし、単原子の陰イオンは語尾が“~化物イオン”になる。

34 問 8. 解 (1) 10個 (2) 18個 (3) 10個
 (4) 10個

解説 単原子イオンにおいて、陽イオンの価数は、その数だけ原子がもつ電子が減っていることを表し、陰イオンの価数は、その数だけ原子がもつ電子が増えていることを表している。このことは、多原子イオンでも同様である。

陽イオン……(イオンを構成する原子の原子番号の総和)-(イオンの価数)

陰イオン……(イオンを構成する原子の原子番号の総和)+(イオンの価数)

- (1) $\text{Na}^+ : 11-1=10(\text{個})$
 (2) $\text{S}^{2-} : 16+2=18(\text{個})$
 (3) $\text{Al}^{3+} : 13-3=10(\text{個})$
 (4) $\text{NH}_4^+ : 7+(1\times 4)-1=10(\text{個})$

◆ 章末問題 ◆

40 【1】 解 (ア), (ウ)

解説 (ア) 原子番号が小さい原子の原子核中の中性子の数は陽子の数と同じものが多いが、原子番号が大きくなると、中性子の数のほうがたいてい大きくなる。誤り。

(イ) 原子は電気的に中性であり、正の電荷をもつ陽子と同じ数の負の電荷をもつ電子が存在する。正しい。

(ウ) 質量数が1の水素原子だけは、中性子をもたず陽子だけの原子核である。誤り。

(エ) 電子の質量は非常に小さいので、原子の質量は、

原子核に含まれる陽子と中性子の質量の和にほぼ等しい。正しい。

(オ) 電子の質量は、陽子の質量の1840分の1である。

(カ) 陽子と電子はともに $1.6\times 10^{-19}\text{C}$ (クーロン)の電気量をもつが、その符号は正と負で逆である。正しい。

40 【2】 解 (1) 原子番号: 14, 中性子の数: 15

(2) 陽子の数: 20, 電子の数: 20

解説 (1) 原子番号は元素記号の左下に14, 質量数は元素記号の左上に29と示されている。中性子の数は質量数から陽子の数, すなわち原子番号を引けばよいから, $29-14=15(\text{個})$

(2) 陽子の数は, 元素記号の左下の数(原子番号)と等しく20個。原子では, 陽子の数=電子の数であり, 電子の数も20個。

40 【3】 解 (1) 10

(2) (i) 電子の数: 26, 原子番号: 26 (ii) 30

(3) (i) $\text{X}^{3+} : m-3, \text{Y}^{2-} : n+2$

(ii) $m=n+5$

解説 (1) 陰イオンがもつ電子の総数は「構成する原子の原子番号の総和+イオンの価数」で表されるから, $(8+1)+1=10(\text{個})$

(2) (i) Fe^{3+} は三価の陽イオンだから, Fe原子の電子の数は $23+3=26(\text{個})$ である。つまり, 原子番号は26。

(ii) Fe原子がもつ中性子の数は質量数-原子番号より, $56-26=30(\text{個})$

(3) (i) 原子Xの原子番号がmだから, X^{3+} のもつ電子の数は $m-3(\text{個})$

原子Yの原子番号がnだから, Y^{2-} のもつ電子の数は $n+2(\text{個})$

(ii) X^{3+} と Y^{2-} のもつ電子の数が等しいので, 次式が成り立つ。

$$m-3=n+2$$

$$\therefore m=n+5$$

40 【4】 解 (1) (a) 2, He (b) 6, C

(c) 12, Mg (d) 16, S (e) 17, Cl

(f) 19, K

(2) (a)

(3) 陽イオンになりやすい原子:(c), (f)

陰イオンになりやすい原子:(d), (e)

(4) 最小:(f), 最大:(a)

(5) 最小:(a), 0, 最大:(e), 7

解説 (1) 電子の数=陽子の数=原子番号から, (a)~(f)の元素の種類がわかる。

(2) 貴ガス元素が該当する。(a)Heだけである。

(3) 陽イオンになりやすいのは陽性が強い元素であり、金属元素と水素が該当する。金属元素は(c)Mg と(f)K の2つである。

陰イオンになりやすいのは陰性が強い元素であり、16族と17族の元素が該当し、(d)S と(e)Cl の2つである。

(4) イオン化エネルギーは周期表で右上が大きく、左下が小さい。この中で最小は(f)K、最大は(a)Heである。

(5) 価電子の数はふつう最外殻電子の数を見ればよいが、貴ガス元素では0とするので注意する。最小は18族の(a)Heで0個、最大は17族の(e)Clで7個ある。

40 【5】 解 ④

解説 ① アルカリ金属元素にアの水素は入らないので注意する。正しい。

② ハロゲン元素は17族なので、右から2番目の領域クである。正しい。

③ 貴ガス元素は18族で、右端の領域ケに位置する。正しい。

④ 遷移元素は周期表のへこんだ部分オであるから、残りの部分(ア、イ、ウ、エ、カ、キ、ク、ケ)が典型元素である。誤り。

⑤ 非金属元素は周期表の右上の領域(キ、ク、ケ)にあるが、アの水素も含まれるので注意する。正しい。

【第3章 粒子の結合】

43 問 9. 解 (1) KCl, 塩化カリウム

(2) MgCO₃ 炭酸マグネシウム

(3) Al(OH)₃ 水酸化アルミニウム

(4) (NH₄)₂SO₄ 硫酸アンモニウム

解説 イオンからなる物質の組成式は、陽イオンを先に、陰イオンを後に書く。物質は電氣的に中性だから、電荷の和が0になるようにイオンの数を決める。イオンの数は、単原子イオンでは右下に、多原子イオンが複数ある場合には()でくくって右下にその数を書く。

イオンからなる物質の名称は、陰イオンの名称を先により、陽イオンを後からよぶ(後ろから前へと読む)。このとき「～化物イオン」では「物イオン」をとり、「～酸イオン」では「イオン」をとってから次に陽イオンの名称の「イオン」をとって読む。

※ 原則は単原子の陽イオンは“元素名”をそのままよび、単原子の陰イオンは“元素名”^{マイナス}“素”+“化”と読む。

例 MgCO₃ 炭酸~~イオン~~マグネシウム~~イオン~~

Al(OH)₃ 水酸化~~イオン~~アルミニウム~~イオン~~

44 下リル ③ 解

- (1) ① NaCl ② KOH ③ AgNO₃
 ④ NH₄Cl ⑤ CaO ⑥ CuS
 ⑦ BaSO₄ ⑧ CaCO₃ ⑨ CaCl₂
 ⑩ Ba(OH)₂ ⑪ Na₂S ⑫ (NH₄)₂SO₄
 ⑬ AlCl₃ ⑭ Fe(OH)₃ ⑮ Al₂S₃
 ⑯ Fe₂O₃

- (2) ① 塩化カリウム ② 水酸化ナトリウム
 ③ 塩化アンモニウム ④ 硝酸銀
 ⑤ 硫化銅(Ⅱ) ⑥ 酸化カルシウム
 ⑦ 硫酸銅(Ⅱ) ⑧ 炭酸バリウム
 ⑨ 塩化銅(Ⅱ) ⑩ 水酸化バリウム
 ⑪ 硫化銀 ⑫ 炭酸カリウム
 ⑬ 塩化鉄(Ⅲ) ⑭ 水酸化アルミニウム
 ⑮ 酸化アルミニウム ⑯ 硫酸鉄(Ⅲ)

47 下リル ④ 解

- (1) ① H₂ ② N₂ ③ O₂ ④ Cl₂ ⑤ H₂O
 ⑥ CO ⑦ CO₂ ⑧ NO₂ ⑨ SO₂ ⑩ HF
 ⑪ HCl ⑫ H₂S ⑬ H₂SO₄ ⑭ HNO₃
 ⑮ NH₃ ⑯ CH₄

- (2) ① 水素 ② 水 ③ 一酸化炭素
 ④ 二酸化炭素 ⑤ メタン ⑥ 窒素
 ⑦ 二酸化窒素 ⑧ 硝酸 ⑨ アンモニア
 ⑩ 酸素 ⑪ フッ化水素 ⑫ 二酸化硫黄
 ⑬ 硫化水素 ⑭ 硫酸 ⑮ 塩素
 ⑯ 塩化水素

48 問 10. 解

		(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	電子式	$\cdot\ddot{\text{C}}:\ddot{\text{C}}\cdot$	$\text{H}:\ddot{\text{C}}:$	$\text{H}:\ddot{\text{S}}:\text{H}$
(2)	共有電子対	1	1	2
	非共有電子対	6	3	2

解説 各原子の価電子のうち、不対電子を出し合い、それを共有して電子対(共有電子対)をつくると、分子が形成される。分子の電子式においては、1つの原子のまわりに8個(H原子は2個)の価電子が位置するようにすればよい。

49 問 11. 解

(1)	(2)	(3)
H-Cl	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$

解説 題 p.49 表8を参考にして、価標が過不足なく結合するように考える。三原子分子以上の価標の方向は、いずれの方向に書いてもよい。

52 問 12. 解 極性分子：(2), (3) 無極性分子：(1), (4)

解説 (1) 同じ原子からなる二原子分子 N_2 は、無極性分子である。

(2) 異なる原子からなる二原子分子 HF は、極性分子である。

(3) H-S の結合には極性があり、折れ線形の分子だから、 H_2S は極性分子となる。

(4) C-Cl の結合には極性があるが、 CCl_4 は正四面体形の分子なので、極性を打ち消しあい、分子全体としては無極性分子となる。

◆ 章末問題 ◆

66 【1】 解 (1) $Ca_3(PO_4)_2$, リン酸カルシウム

(2) $Al_2(SO_4)_3$, 硫酸アルミニウム

(3) NO_2 , 二酸化窒素

(4) H_3O^+ , オキソニウムイオン

(5) NH_4^+ , アンモニウムイオン

解説 (1), (2) 名称で与えられたイオンをイオン式で表し、陽イオンの電荷×その数+陰イオンの電荷×その数=0 になるようにイオンの数を決め、最も簡単な整数比をイオン式の右下に書く。

(3) 分子の場合は、表 p.49 表 8 を参考にして、それぞれの原子の価標が過不足なく結合するように考える。この分子の名前は、酸素があるので「酸化」とし、相手の「窒素」を続けるが、酸素が2個なので「二酸化窒素」となる。

(4), (5) 分子にイオンが結合するときは配位結合で結合するので、そのまま原子の数を加えたものに結合したイオンの電荷を右上に書きさえればよい。 H_3O^+ や NH_4^+ の名前は覚えておく。

66 【2】 解 (1) (ア) CO_2 , (イ) SO_2 , (カ) Cl_2

(2) (イ)Fe, (ウ)CaCl₂, (オ)Si

解説 (1) 分子からなる物質は、非金属元素のみから構成される物質のうち、共有結合結晶と NH_4NO_3 や $(NH_4)_2SO_4$ などを除く物質が該当する。ただし、電荷が示されている場合はイオンだから除く。

(2) 組成式で表される物質には、イオンからなる物質・金属・共有結合結晶がある。イオンからなる物質は、金属の陽イオンまたはアンモニウムイオン NH_4^+ をもつ。(イ)：金属, (ウ)：イオンからなる物質, (オ)：共有結合結晶

66 【3】 解

	(1)	(2)
構造式	$\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H H \\ \\ H-C-C-H \\ \\ H H \end{array}$
電子式	$\begin{array}{c} H \\ : \\ H : \overset{\cdot}{C} : H \\ : \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H H \\ : : \\ H : \overset{\cdot}{C} : \overset{\cdot}{C} : H \\ : : \\ H H \end{array}$

解説 構造式を表すには、各原子のもつ価標の数(原子価)をもとにして、各原子の価標が過不足なく結合するように表せばよい。電子式を表すには、1つの原子のまわりに8個(H原子は2個)の最外殻電子が位置するようにすればよい。このとき、表 p.49 表 8 の原子価を参考にするとよい。三原子分子以上の価標の方向は、いずれの方向に書いてもよい。

66 【4】 解 (1) (カ) (2) (ア) (3) (ウ) (4) (エ)

(5) (イ), (ウ), (エ)

解説 (1) 分子中の電子の総数は、分子を構成する原子の原子番号の総和である。したがって、

(ア) $9 \times 2 = 18$ (イ) $1 + 17 = 18$

(ウ) $1 \times 2 + 8 = 10$ (エ) $7 + 1 \times 3 = 10$

(オ) $6 + 1 \times 4 = 10$ (カ) $6 + 8 \times 2 = 22$

(2)~(5) 次のように電子式や構造式を書いて考える。

	(ア)	(イ)	(ウ)
電子式	$:\ddot{F}:\ddot{F}:$	$H:\overset{\cdot}{Cl}:$	$H:\overset{\cdot}{O}:\overset{\cdot}{H}$
構造式	F-F	H-Cl	H-O-H
非共有電子対	6	3	2
共有電子対	1	1	2
形	直線形	直線形	折れ線形
極性	無	有	有

	(エ)	(オ)	(カ)
電子式	$H:\overset{\cdot}{N}:\overset{\cdot}{H}$ H	$\begin{array}{c} H \\ \\ H:\overset{\cdot}{C}:H \\ \\ H \end{array}$	$\overset{\cdot}{O}::\overset{\cdot}{C}::\overset{\cdot}{O}$
構造式	$\begin{array}{c} H-N-H \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array}$	O=C=O
非共有電子対	1	0	4
共有電子対	3	4	4
形	三角錐形	正四面体形	直線形
極性	有	無	無

66 【5】 解 (1) Ag (2) Cu (3) Au (4) Al

解説 表 p.61 表 11 の記述を参照して考える。

(1) 銀がこの性質をもつ。電気の接点に銀は使われる。

(2) 銅を長期間風雨にさらすと、空気中の二酸化炭素や水などと反応して、銅の炭酸塩・硫酸塩・水酸化

物からなる複雑な組成の緑青ろくしょうとよばれる緑色のさびができる。

- (3) 装飾品には、金・銀・白金がよく用いられる。金は金箔でわかるように展性・延性が最も大きい。
- (4) 「アルミサッシ」という用語でもわかるように、アルミニウムはサッシ・調理器具・飲料缶などに用いられる。アルミニウムに銅やマグネシウムを混ぜた合金をジュラルミンといい、軽くて強度が大きい。

- 66【6】 解 (1) (ア) イオン結合 (イ) 金属結合
(ウ) 共有結合 (エ) イオン結合, 共有結合
(オ) 共有結合
- (2) (a) アンモニア (b) 非共有 (c) 配位
(d) 共有 (e) できない

解説 (1) 分子からなる物質と共有結合結晶は共有結合のみ。金属の単体は金属結合のみ。イオン結合の物質の場合、単原子イオンのみから構成されている場合はイオン結合のみであるが、多原子イオンを含む場合は、多原子イオンは非金属元素の原子が共有結合しているの、イオン結合と共有結合をもつことになる。

(2) アンモニウムイオン NH_4^+ は、アンモニア分子 NH_3 の窒素 N 原子の非共有電子対と水素イオン H^+ が配位結合したもので、結合した後は、4本の N-H 結合はまったく同じ性質をもち、区別することはできない。

- 66【7】 解 (1) ① (2) ③ (3) ④

解説 (1) ①酸化マグネシウム MgO は、金属元素 Mg と非金属元素 O からなる化合物で、イオン結晶である。誤り。

②銀 Ag は、金属元素 Ag からなる単体で、金属結晶である。正しい。

③ダイヤモンド C は、非金属元素 C からなる単体で、共有結合結晶である。正しい。

(2) ドライアイスは二酸化炭素 CO_2 の固体であり、非金属元素 C と O からなる化合物で分子結晶である。分子結晶は、多数の分子が分子間力とよばれる弱い引力で集合してできた結晶で、やわらかく、融点は低く、昇華性をもつ物質も多い。

(3) ①共有結合結晶の性質を述べている。共有結合結晶は C, Si などの非金属元素の原子が無数に共有結合で結合しており、一般に、非常に硬く、融点も極めて高い。誤り。

②金属結晶の性質を述べている。金属結晶は金属元素の原子が自由電子を仲立ちとして結合してできた結晶で、展性、延性を示し、電気、熱をよく導く。誤り。

③分子結晶の性質を述べている。分子結晶は、非金属元素の原子が共有結合してできた分子が、弱い分子間力で引き合ってきた結晶で、やわらかく、融点が低く、昇華するものが多い。誤り。

④イオン結晶の性質を述べている。イオン結晶は金属元素の原子と非金属元素の原子の間で電子の授受があり、生じた陽イオンと陰イオンが静電気力(クーロン力)で無数に結合してできた結晶である。固体には電気伝導性はないが、液体や水溶液にすると電気を導く。正しい。

■ 第2編 物質の変化 ■

【第1章 物質量と化学反応式】

76 問 1. 解 10.8

解説 原子量は、その元素を構成する同位体の相対質量と存在比から求めた原子の相対質量の平均値である。存在比は百分率で与えられているので、相対質量にかけるときは100で割ることを忘れないようにする。

$$10.0 \times \frac{20}{100} + 11.0 \times \frac{80}{100} = 10.8$$

77 問 2. 解 (1) 28 (2) 36.5 (3) 44
(4) 98 (5) 180

解説 分子量は分子を構成している元素の原子量の総和で求められる。原子量は、**表** ページ下部に記載された値を利用する。一般に、原子量はH, He, Li, Be, Cl, Cuは小数第1位まで、その他は整数値で扱うことが多い。

- (1) 窒素 N_2 $14 \times 2 = 28$
 (2) 塩化水素 HCl $1.0 + 35.5 = 36.5$
 (3) 二酸化炭素 CO_2 $12 + 16 \times 2 = 44$
 (4) 硫酸 H_2SO_4 $1.0 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98$
 (5) グルコース $C_6H_{12}O_6$
 $12 \times 6 + 1.0 \times 12 + 16 \times 6 = 180$

77 問 3. 解 (1) 32 (2) 18 (3) 56
(4) 84 (5) 27

解説 式量は組成式を構成する元素の原子量の総和で求められる。電子の質量はきわめて小さく、無視できる。

- (1) 硫化物イオン S^{2-} Sの原子量と同じで32
 (2) アンモニウムイオン NH_4^+ $14 + 1.0 \times 4 = 18$
 (3) 酸化カルシウム CaO $40 + 16 = 56$
 (4) 炭酸水素ナトリウム $NaHCO_3$
 $23 + 1.0 + 12 + 16 \times 3 = 84$
 (5) アルミニウム Al Alの原子量と同じで27

79 問 4. 解 (1) 0.50 mol (2) 1.2×10^{24} 個

解説 (1) $\frac{3.0 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}/\text{mol}} = 0.50 \text{ mol}$

(2) $2.0 \text{ mol} \times 6.0 \times 10^{23}/\text{mol} = 1.2 \times 10^{24}$

この場合、単位がなくなる(無次元となる)が、答えには「個」をつける。以下同様。

80 問 5. 解 (1) 2.0 mol (2) 5.4 g

解説 (1) アルミニウム Al の原子量は27で、そのモル質量は27 g/molである。アルミニウム54 gの物質量は、

$$\frac{54 \text{ g}}{27 \text{ g/mol}} = 2.0 \text{ mol}$$

(2) $0.20 \text{ mol} \times 27 \text{ g/mol} = 5.4 \text{ g}$

80 問 6. 解 (1) 3.0 mol (2) 9.0 g

解説 (1) 水 H_2O の分子量は $1.0 \times 2 + 16 = 18$ で、そのモル質量は18 g/molである。水54 gの物質量は、

$$\frac{54 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 3.0 \text{ mol}$$

(2) $0.50 \text{ mol} \times 18 \text{ g/mol} = 9.0 \text{ g}$

80 問 7. 解 (1) 0.800 mol (2) 23.4 g

解説 (1) 塩化ナトリウム $NaCl$ の式量は

$23 + 35.5 = 58.5$ で、そのモル質量は58.5 g/molである。 $NaCl$ 46.8 gの物質量は、

$$\frac{46.8 \text{ g}}{58.5 \text{ g/mol}} = 0.800 \text{ mol}$$

(2) $0.400 \text{ mol} \times 58.5 \text{ g/mol} = 23.4 \text{ g}$

81 類題 1. 解 (1) 22 g (2) 1.0×10^{22} 個

(3) 水素原子： 2.4×10^{24} 個、酸素原子： 1.2×10^{24} 個

解説 (1) アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ なので、 CO_2 分子 3.0×10^{23} 個の物質量は、

$$\frac{3.0 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}/\text{mol}} = 0.50 \text{ mol}$$

CO_2 のモル質量は44 g/molなので、 CO_2

0.50 molの質量は、

$$0.50 \text{ mol} \times 44 \text{ g/mol} = 22 \text{ g}$$

(2) 炭素Cのモル質量は12 g/molなので、ダイヤモンドC 0.20 gの物質量は、

$$\frac{0.20 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} = \frac{1.0}{6.0} \times 10^{-1} \text{ mol}$$

アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ なので、ダイヤモンド $\frac{1.0}{6.0} \times 10^{-1} \text{ mol}$ に含まれるC原子の数は、

$$\frac{1.0}{6.0} \times 10^{-1} \text{ mol} \times 6.0 \times 10^{23}/\text{mol} = 1.0 \times 10^{22}$$

(3) 水 H_2O のモル質量は18 g/molなので、 H_2O 36 gの物質量は、

$$\frac{36 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 2.0 \text{ mol}$$

H： $2.0 \text{ mol} \times 2 \times 6.0 \times 10^{23}/\text{mol} = 2.4 \times 10^{24}$

O： $2.0 \text{ mol} \times 1 \times 6.0 \times 10^{23}/\text{mol} = 1.2 \times 10^{24}$

82 問 8. 解 (1) 0.500 mol (2) 5.6 L

解説 (1) 標準状態で気体のモル体積は

22.4 L/molなので、水素11.2 Lの物質量は、

$$\frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.500 \text{ mol}$$

(2) $0.25 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 5.6 \text{ L}$

82 類題 2. 解 (1) 42 g (2) 5.6 L

解説 (1) 標準状態で気体のモル体積は

22.4 L/molなので、一酸化炭素33.6 Lの物質量は、

$$\frac{33.6\text{L}}{22.4\text{L/mol}}=1.50\text{mol}$$

一酸化炭素 CO のモル質量は 28 g/mol なので、
CO 1.50 mol の質量は、

$$1.50\text{mol} \times 28\text{g/mol} = 42\text{g}$$

(2) 二酸化炭素 CO₂ のモル質量は 44 g/mol なので、
CO₂ 11 g の物質量は、

$$\frac{11\text{g}}{44\text{g/mol}}=0.25\text{mol}$$

CO 0.25 mol の体積 (標準状態) は、

$$0.25\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 5.6\text{L}$$

83 問 9. 解 32.0

解説 この気体 22.4 L (1 mol) 当たりの質量 (モル質量) は、

$$1.43\text{g/L} \times 22.4\text{L/mol} \doteq 32.0\text{g/mol}$$

これより単位 g/mol を除き、分子量は 32.0。

84 ドリル ⑤ 解

A (ア) 6.0×10^{23} 個 (イ) 3.0×10^{23} 個
(ウ) 9.0×10^{23} 個 (エ) 1.2×10^{24} 個
(オ) 1.0 mol (カ) 5.0 mol (キ) 0.025 mol
(ク) 10 mol

B (ア) 2.4 g (イ) 30 g (ウ) 51 g
(エ) 12 g (オ) 0.010 mol (カ) 0.20 mol
(キ) 0.050 mol (ク) 0.050 mol

C (ア) 5.6 L (イ) 56 L (ウ) 1.00 mol
(エ) 3.00 mol (オ) 0.400 mol (カ) 0.250 mol

D (ア) 1.0 g (イ) 2.8×10^2 g (ウ) 0.60 g
(エ) 2.7×10^2 g (オ) 6.0×10^{21} 個
(カ) 1.2×10^{23} 個 (キ) 3.0×10^{22} 個
(ク) 6.0×10^{23} 個

E (ア) 5.6 L (イ) 5.6 L (ウ) 32 g
(エ) 51 g (オ) 17 g (カ) 0.80 g

F (ア) 6.0×10^{23} 個 (イ) 1.8×10^{24} 個
(ウ) 9.0×10^{22} 個 (エ) 1.5×10^{23} 個
(オ) 5.6 L (カ) 2.8×10^2 L

解説

A (ア) $1.0\text{mol} \times 6.0 \times 10^{23}/\text{mol} = 6.0 \times 10^{23}$ (個)
(イ) $0.50\text{mol} \times 6.0 \times 10^{23}/\text{mol} = 3.0 \times 10^{23}$ (個)
(ウ) $1.5\text{mol} \times 6.0 \times 10^{23}/\text{mol} = 9.0 \times 10^{23}$ (個)
(エ) CaCl₂ 1 mol 中に Ca²⁺ は 1 mol 含まれるので、
 $2.0\text{mol} \times 1 \times 6.0 \times 10^{23}/\text{mol} = 1.2 \times 10^{24}$ (個)
(オ) $\frac{6.0 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}/\text{mol}} = 1.0\text{mol}$
(カ) $\frac{3.0 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23}/\text{mol}} = 5.0\text{mol}$
(キ) $\frac{1.5 \times 10^{22}}{6.0 \times 10^{23}/\text{mol}} = 0.025\text{mol}$

$$(ク) \frac{6.0 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23}/\text{mol}} = 10\text{mol}$$

B (ア) C = 12, $0.20\text{mol} \times 12\text{g/mol} = 2.4\text{g}$

(イ) Ca = 40, $0.75\text{mol} \times 40\text{g/mol} = 30\text{g}$

(ウ) H₂S = 34, $1.5\text{mol} \times 34\text{g/mol} = 51\text{g}$

(エ) MgO = 40, $0.30\text{mol} \times 40\text{g/mol} = 12\text{g}$

(オ) C = 12, $\frac{0.12\text{g}}{12\text{g/mol}} = 0.010\text{mol}$

(カ) Mg = 24, $\frac{4.8\text{g}}{24\text{g/mol}} = 0.20\text{mol}$

(キ) CO₂ = 44, $\frac{2.2\text{g}}{44\text{g/mol}} = 0.050\text{mol}$

(ク) Na₂CO₃ = 106, $\frac{5.3\text{g}}{106\text{g/mol}} = 0.050\text{mol}$

C (ア) $0.25\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 5.6\text{L}$

(イ) $2.5\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 56\text{L}$

(ウ) $\frac{22.4\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 1.00\text{mol}$

(エ) $\frac{67.2\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 3.00\text{mol}$

(オ) $\frac{8.96\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 0.400\text{mol}$

(カ) $\frac{5.60\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 0.250\text{mol}$

D (ア) H = 1.0, $\frac{6.0 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}/\text{mol}} \times 1.0\text{g/mol} = 1.0\text{g}$

(イ) Fe = 56, $\frac{3.0 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23}/\text{mol}} \times 56\text{g/mol} = 2.8 \times 10^2\text{g}$

(ウ) H₂O = 18, $\frac{2.0 \times 10^{22}}{6.0 \times 10^{23}/\text{mol}} \times 18\text{g/mol} = 0.60\text{g}$

(エ) Al³⁺ = 27, $\frac{6.0 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23}/\text{mol}} \times 27\text{g/mol} = 2.7 \times 10^2\text{g}$

(オ) C = 12, $\frac{0.12\text{g}}{12\text{g/mol}} \times 6.0 \times 10^{23}/\text{mol} = 6.0 \times 10^{21}$ (個)

(カ) Mg = 24, $\frac{4.8\text{g}}{24\text{g/mol}} \times 6.0 \times 10^{23}/\text{mol} = 1.2 \times 10^{23}$ (個)

(キ) CO₂ = 44, $\frac{2.2\text{g}}{44\text{g/mol}} \times 6.0 \times 10^{23}/\text{mol} = 3.0 \times 10^{22}$ (個)

(ク) Na₂CO₃ = 106, Na₂CO₃ 1 mol 中の Na⁺ は 2 mol。
 $\frac{53\text{g}}{106\text{g/mol}} \times 2 \times 6.0 \times 10^{23}/\text{mol} = 6.0 \times 10^{23}$ (個)

E (ア) CH₄ = 16, $\frac{4.0\text{g}}{16\text{g/mol}} \times 22.4\text{L/mol} = 5.6\text{L}$

(イ) CO = 28, $\frac{7.0\text{g}}{28\text{g/mol}} \times 22.4\text{L/mol} = 5.6\text{L}$

(ウ) O₂ = 32, $\frac{22.4\text{L}}{22.4\text{L/mol}} \times 32\text{g/mol} = 32\text{g}$

(エ) NH₃ = 17, $\frac{67.2\text{L}}{22.4\text{L/mol}} \times 17\text{g/mol} = 51\text{g}$

(オ) H₂S = 34, $\frac{11.2\text{L}}{22.4\text{L/mol}} \times 34\text{g/mol} = 17\text{g}$

$$(カ) \text{He} = 4.0, \frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 4.0 \text{ g/mol} = \underline{0.80 \text{ g}}$$

F (ア) $\frac{22.4 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = \underline{6.0 \times 10^{23}}$ (個)

(イ) $\frac{67.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = \underline{1.8 \times 10^{24}}$ (個)

(ウ) $\frac{3.36 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = \underline{9.0 \times 10^{22}}$ (個)

(エ) $\frac{5.60 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = \underline{1.5 \times 10^{23}}$ (個)

(オ) $\frac{1.5 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} \times 22.4 \text{ L/mol} = \underline{5.6 \text{ L}}$

(カ) $\frac{7.5 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} \times 22.4 \text{ L/mol} = \underline{2.8 \times 10^2 \text{ L}}$

86 **問** 10. **解** 5.0%

解説 $\frac{10 \text{ g}}{10 \text{ g} + 190 \text{ g}} \times 100 = 5.0 (\%)$

86 **類題** 3. **解** 45 g

解説 x [g] の塩化ナトリウムを必要とすると、

$$\frac{x \text{ [g]}}{300 \text{ g}} \times 100 = 15 (\%)$$

ゆえに $x = 45 \text{ g}$

87 **問** 11. **解** 0.40 mol/L

解説 $\frac{0.20 \text{ mol}}{\frac{500}{1000} \text{ L}} = 0.40 \text{ mol/L}$

87 **類題** 4. **解** 0.15 mol, 6.0 g

解説 溶質の物質質量 [mol] = モル濃度 [mol/L] × 溶液の体積 [L] より、必要な NaOH の物質質量は、

$$0.30 \text{ mol/L} \times 0.500 \text{ L} = 0.15 \text{ mol}$$

NaOH のモル質量は 40 g/mol より、NaOH

0.15 mol の質量は、

$$0.15 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} = 6.0 \text{ g}$$

88 **問** A **解** 64 g

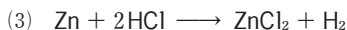
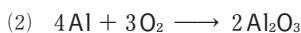
解説 40°C の KNO_3 の溶解度は 64 だから、40°C の水 100 g に KNO_3 は 64 g まで溶ける。

88 **問** B **解** 68 g

解説 20°C の水 100 g には KNO_3 は 32 g まで溶ける。70°C の水 100 g に KNO_3 100 g を溶かした溶液を 20°C まで冷却すると、析出する結晶の質量は、

$$100 - 32 = 68 \text{ g}$$

90 **問** 12. **解** (1) $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl}$



解説 反応前後の物質がわかれば、ほとんどの化学反応式の係数は目算法でつけることが可能である。このとき、次の①~③に着目し、その係数を 1 としてから、他の物質の係数を順に決めていく。

① 最も複雑にみえる化学式(たいていはこれでうま

くいく)。

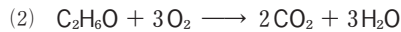
② 両辺で原子の数がつりあっていない元素を含む物質のうちのいずれか。

③ ある元素が、左辺、右辺で 1 つの物質のみに含まれているもの(①, ②でも考慮するとよい)。

次に、分数でもよいから順に係数を決定していく。一度決めたものは後から変えてはいけない。最後に係数に分数があつたら、全体を何倍かして分母を払い、係数を最も簡単な整数にする。

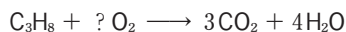
化学反応式が完成したら、必ず両辺の元素の種類と数が合っているか確認しておくこと。

91 **類題** 5. **解** (1) $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$



解説 (1) 一般に、C, H のみや、C, H, O のみの物質の完全燃焼の化学反応式は、C はすべて CO_2 、H はすべて H_2O になることから考える。すなわち、C の数と同じだけ CO_2 が生成し、H の数の 2 分の 1 の H_2O が生成する。 O_2 の係数は後で右辺に含まれる O 原子の数から決めればよい。

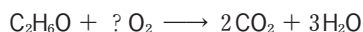
C_3H_8 の 1 分子が完全燃焼すると、C はすべて CO_2 になるから、 CO_2 は 3 分子生成する。H はすべて H_2O になるから、 H_2O は 4 分子生成する。



そうすると、右辺の酸素原子の数は合計

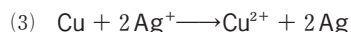
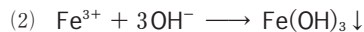
$3 \times 2 + 4 \times 1 = 10$ (個) である。ゆえに O_2 の係数は 5 となり、求める化学反応式が得られる。

(2) (1)と同様に考える。



このとき、右辺の O 原子は 7 個であるが、エタノール自身に O 原子が 1 個含まれるので、酸素 O_2 の係数は $(7-1) \div 2 = 3$ となる。

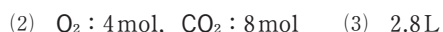
91 **問** 13. **解** (1) $2\text{Ag}^+ + \text{S}^{2-} \longrightarrow \text{Ag}_2\text{S} \downarrow$



解説 イオン反応式では、完成後に、両辺で原子の種類と数が合っているかの確認だけでなく、電荷の総和も等しいことを確認すること。

(3) Cu, Ag の原子の数は両辺で等しいが、電荷の総和は左辺は +1、右辺は +2 で等しくない。そこで、電荷の総和を +2 に合わせるため、 Ag^+ の係数を 2 とすると、Ag の係数も 2 となり、イオン反応式が完成する。

93 **問** 14. **解** (1) 6 個



解説 反応式の係数より、 $\text{CO} : \text{O}_2 : \text{CO}_2 = 2 : 1 : 2$

の物質量の比で反応することがわかる。

(1) 2個のCOから2個のCO₂が生成するから、CO 6個からは6個のCO₂が生成する。

(2) 反応するO₂を x [mol]、生成するCO₂を y [mol] とすると、

$$8\text{mol} : x [\text{mol}] : y [\text{mol}] = 2 : 1 : 2$$

$$\therefore x = 4\text{mol}, y = 8\text{mol}$$

(3) CO₂が2mol生成したとき、O₂は1mol反応している。気体の体積の比と物質量の比は等しい。反応した酸素の体積を x [L] とすると、

$$\text{CO}_2 : \text{O}_2 = 2\text{mol} : 1\text{mol} = 5.6\text{L} : x [\text{L}]$$

$$\therefore x = 2.8\text{L}$$

(4) COのモル質量は28g/molなので、CO 2.8gの物質量は、

$$\frac{2.8\text{g}}{28\text{g/mol}} = 0.10\text{mol}$$

反応した酸素の物質量を x [mol] とすると、

$$\text{CO} : \text{O}_2 = 2\text{mol} : 1\text{mol} = 0.10\text{mol} : x [\text{mol}]$$

$$\therefore x = 0.050\text{mol}$$

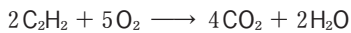
O₂のモル質量は32g/molなので、O₂ 0.050molの質量は、

$$0.050\text{mol} \times 32\text{g/mol} = 1.6\text{g}$$

93 類題 6. 解 (1) 0.10mol (2) 8.8g

(3) 5.6L

解説 このときの化学反応式は、次の通り。



アセチレンC₂H₂のモル質量は26g/molより、アセチレン2.6gの物質量は、

$$\frac{2.6\text{g}}{26\text{g/mol}} = 0.10\text{mol}$$

(1) 反応式の係数より、(反応するC₂H₂の物質量) : (生成するH₂Oの物質量) = 1 : 1 だから、生成するH₂Oの物質量は0.10mol。

(2) (反応するC₂H₂の物質量) : (生成するCO₂の物質量) = 1 : 2 だから、生成するCO₂の物質量は、

$$0.10\text{mol} \times 2 = 0.20\text{mol}$$

CO₂のモル質量は44g/molより、CO₂ 0.20molの質量は、

$$0.20\text{mol} \times 44\text{g/mol} = 8.8\text{g}$$

(3) (反応するC₂H₂の物質量) : (必要なO₂の物質量) = 2 : 5 だから、必要なO₂の物質量は、

$$0.10\text{mol} \times \frac{5}{2} = 0.25\text{mol}$$

O₂ 0.25molの体積(標準状態)は、

$$0.25\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 5.6\text{L}$$

94 類題 7. 解 (1) 12g

(2) 残った物質：酸素、その質量：3.2g

解説 反応する2つの物質の量(質量、体積、物質量など)が与えられた場合は、過不足なく反応するとは限らず、一方が残る場合もある。この場合、不足した方を基準にして量的関係を考えなければならない。

この化学反応式は、 $2\text{Mg} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{MgO}$ である。

(1) Mgのモル質量は、24g/molだから、

$$\text{マグネシウム} \frac{7.2\text{g}}{24\text{g/mol}} = 0.30\text{mol},$$

$$\text{酸素} \frac{5.6\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 0.25\text{mol}$$

Mg : O₂ = 2 : 1 の物質量の比で反応するから、酸素が過剰であり、マグネシウムはすべて反応する。(反応するMgの物質量) : (生成するMgOの物質量) = 1 : 1 だから、生成するMgOの物質量は、反応したMgの物質量と同じ0.30molである。MgOのモル質量は40g/molより、MgO 0.30molの質量は、 $0.30\text{mol} \times 40\text{g/mol} = 12\text{g}$

(2) (反応するMgの物質量) : (反応するO₂の物質量) = 2 : 1 だから、反応するO₂の物質量は、

$$0.30\text{mol} \times \frac{1}{2} = 0.15\text{mol}$$

残る酸素の物質量は、

$$0.25\text{mol} - \left(0.30\text{mol} \times \frac{1}{2}\right) = 0.10\text{mol}。$$

O₂のモル質量は32g/molより、O₂ 0.10molの質量は、

$$0.10\text{mol} \times 32\text{g/mol} = 3.2\text{g}$$

◆ 章末問題 ◆

99 【1】 解 (1) 3種類 (2) 12.01

解説 (1) 塩素分子はCl₂で表され、³⁵Clと³⁷Clの2つの原子から構成されているから、その種類は³⁵Cl³⁵Cl、³⁵Cl³⁷Cl、³⁷Cl³⁷Clの3種類となる。これは、異なる n 個のものから、くり返しとることを許して r 個とる組合せの数であり、重複組合せとよばれる。

$$(2) 12.00 \times \frac{99}{100} + 13.00 \times \frac{1}{100} = 12.01$$

99 【2】 解 (1) 1.8×10^{24} 個 (2) 48 (3) 197

(4) 71.0

解説 (1) 硝酸マグネシウムはMg(NO₃)₂で表されるので、1mol中にO原子は6mol含まれる。

Mg(NO₃)₂のモル質量は148g/molなので、

Mg(NO₃)₂ 74gの物質量は、

$$\frac{74\text{g}}{148\text{g/mol}} = 0.50\text{mol}$$

$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 0.50 mol 中に含まれる O 原子の数は、
 $0.50 \text{ mol} \times 6 \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = 1.8 \times 10^{24}$

(2) M の原子量を x とすると、

$$\text{M} : \text{O} = \frac{60}{x} : \frac{100-60}{16} = 1 : 2$$

ゆえに $x = 48$

(3) この原子 1 mol 当たりの質量(モル質量)を求めると、

$$3.28 \times 10^{-22} \text{ g} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = 196.8 \text{ g/mol}$$

よって、原子量は 197。

(4) この気体 1 mol 当たりの質量(モル質量)を求めると、

$$21.3 \text{ g} \times \frac{22.4 \text{ L/mol}}{6.72 \text{ L}} = 71.0 \text{ g/mol}$$

よって、分子量は 71.0。

99 【3】 解 (1) (ウ) (2) (ア)

解説 (1) 気体 1 L 当たりの質量を 22.4 倍すると、
 気体 1 mol 当たりの質量(モル質量)と等しくなる。
 各気体のモル質量は次の通り。

(ア) 4.0 g/mol (イ) 44 g/mol (ウ) 64 g/mol

(エ) 16 g/mol (オ) 30 g/mol

よって、モル質量が最も大きい(ウ)を選べばよい。

(2) 物質質量 = $\frac{\text{物質の質量}}{\text{モル質量}}$ で求まるから、モル質量が最も小さい(ア)を選べばよい。

99 【4】 解 (1) $\frac{100a}{a+b} \%$ (2) $\frac{a+b}{c}$ [L]

(3) $\frac{ac}{(a+b)M}$ [mol/L]

解説 (1) $\frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量}} = \frac{a}{a+b} \times 100 = \frac{100a}{a+b} (\%)$

(2) 体積 [L] = 質量 [g] ÷ 密度 [g/L] より、この溶液の体積 [L] は、

$$\frac{(a+b) \text{ [g]}}{c \text{ [g/L]}} = \frac{a+b}{c} \text{ [L]}$$

(3) 溶質のモル質量が M [g/mol] より、溶質 a [g] の物質質量は、

$$\frac{a \text{ [g]}}{M \text{ [g/mol]}} = \frac{a}{M} \text{ [mol]} \text{ である。}$$

$$\text{モル濃度} = \frac{\text{溶質の物質質量}}{\text{溶液の体積}} = \frac{\frac{a}{M} \text{ [mol]}}{\frac{a+b}{c} \text{ [L]}}$$

$$= \frac{ac}{(a+b)M} \text{ [mol/L]}$$

99 【5】 解 (1) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 酸素, 0.20 mol (3) 0.20 mol

(4) 7.2 g

解説 (1) 成分元素の C はすべて CO_2 , H はすべて

H_2O になる。酸素の係数は後から求める。

(2) $\text{CH}_4 : \text{O}_2 = 1 : 3$ (物質量の比) で混合しているから、 CH_4 が 0.20 mol, O_2 0.60 mol が存在する。

反応式の係数より、 $\text{CH}_4 : \text{O}_2 = 1 : 2$ (物質量の比) で反応するから、 CH_4 がすべて反応し、 O_2 が 0.20 mol 残る。

(3) 反応式の係数より、 $\text{CH}_4 : \text{CO}_2 = 1 : 1$ (物質量の比) で、生成する CO_2 の物質量は反応した CH_4 の物質量と同じ 0.20 mol である。

(4) 反応式の係数より、 $\text{CH}_4 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 2$ (物質量の比) で、生成する H_2O の物質量は、

$$0.20 \text{ mol} \times 2 = 0.40 \text{ mol}$$

H_2O のモル質量は 18 g/mol だから、 H_2O 0.40 mol の質量は、

$$0.40 \text{ mol} \times 18 \text{ g/mol} = 7.2 \text{ g}$$

99 【6】 解 (1) ① (2) (a) ② (b) ③

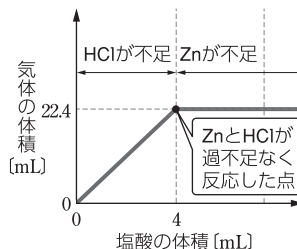
解説 (1) 反応式 $\text{Zn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ より、 $\text{Zn} : \text{H}_2 = 1 : 1$ (物質量の比) となる。

用いた Zn を x [g] とすると、Zn のモル質量は 65 g/mol より、

$$\frac{x \text{ [g]}}{65 \text{ g/mol}} = \frac{22.4 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}}$$

$$x = 0.065 \text{ g}$$

(2)



Zn と HCl が過不足なく反応したのは、グラフの屈曲点である。

(a) 塩酸の濃度を 2 倍にすると、Zn をすべて反応させるのに必要な塩酸の体積は $\frac{1}{2}$ になるが、Zn

の量は変わらないので、発生する H_2 の体積は変化しない。適切なグラフは②。

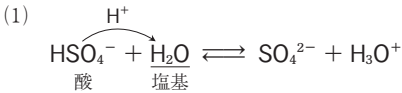
(b) Zn の質量を 2 倍にすると、これをすべて反応させるのに必要な塩酸の体積は 2 倍になり、発生する H_2 の体積も 2 倍になる。適切なグラフは③。

【第2章 酸と塩基の反応】

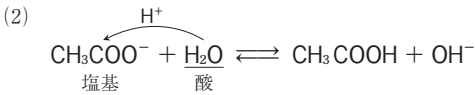
102 問 15. 解 (1) 塩基 (2) 酸

解説 アレーニウスは、酸とは水に溶けると水素イオン H^+ を生じるもの、塩基とは水に溶けると水酸化物イオン OH^- を生じるものという定義をした。一方、ブレンステッドとローリーは、酸・塩基の定義をもつ

と拡張して、 H^+ を相手に与えることができるものを酸、 H^+ を相手から受け取ることができるものを塩基と定義した。この場合、「酸としてはたらく」、「塩基としてはたらく」と表現したほうがよい。



HSO_4^- は H^+ を相手に与えているから酸としてはたらく、 H_2O は H^+ を受け取っているので塩基としてはたらくしている。



CH_3COO^- は相手から H^+ を受け取っているから塩基としてはたらく、 H_2O は相手に H^+ を与えているから酸としてはたらくしている。

103 **ドリル** ⑥ **解**

- | | |
|---|-----------------------------------|
| (ア) HCl, 一価 | (イ) NaOH, 一価 |
| (ウ) CH_3COOH , 一価 | (エ) $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 二価 |
| (オ) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, 二価 | (カ) H_2SO_4 , 二価 |
| (キ) NH_3 , 一価 | (ク) H_3PO_4 , 三価 |
| (ケ) HNO_3 , 一価 | (コ) $\text{Ba}(\text{OH})_2$, 二価 |

107 **問** 16. **解** $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$, $\text{pH}=4$

解説 強酸や強塩基は特に指示がない場合は電離度は1とするので、希釈した場合も電離度1のままである。したがって、もとの塩酸は $[\text{H}^+]=0.010 \text{ mol/L}$ であり、これを100倍に希釈すると濃度は100分の1になるから、

$$[\text{H}^+] = \frac{0.010 \text{ mol/L}}{100} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

pH は、 $[\text{H}^+]=1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ より、4となる。

108 **類題** 8. **解** (1) $[\text{H}^+]=1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$, $\text{pH}=2$

(2) $[\text{H}^+]=1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$, $\text{pH}=3$

解説 水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ は、

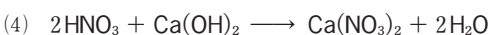
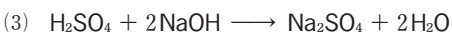
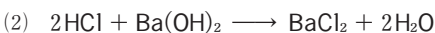
$$[\text{H}^+] = (\text{酸の価数}) \times \text{濃度} \times \text{電離度}$$

で求められる。

$$(1) \quad [\text{H}^+] = 1 \times 0.010 \text{ mol/L} \times 1.0 \\ = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \quad \text{pH}=2$$

$$(2) \quad [\text{H}^+] = 1 \times 0.050 \text{ mol/L} \times 0.020 \\ = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \quad \text{pH}=3$$

111 **問** 17. **解** (1) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH}$



解説 まず、酸と塩基が過不足なく中和するために

は、何：何の物質量の比で反応するかを求め、酸の H^+ と塩基の OH^- を結びつけて水 H_2O をつくる。同時に生成する塩は、塩基の陽イオンと酸の陰イオンとを結びつけて、化学式をつくる。

(1) 酢酸も水酸化カリウムも一価だから、1：1の物質量の比で反応し、塩 CH_3COOK が生成する。

(2) 塩酸は一価の酸、水酸化バリウムは二価の塩基だから、2：1の物質量の比で反応し、塩 BaCl_2 が生成する。

(3) 硫酸は二価の酸、水酸化ナトリウムは一価の塩基だから、1：2の物質量の比で反応し、塩 Na_2SO_4 が生成する。

(4) 硝酸は一価の酸、水酸化カルシウムは二価の塩基だから、2：1の物質量の比で反応し、塩 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ が生成する。

111 **問** 18. **解** (1) 0.10 mol (2) 0.10 mol

(3) 3.7 g (4) 3.6 g

解説 (1) 塩酸は一価の酸、アンモニアは一価の塩基だから、1：1の物質量の比で反応する。したがって、0.10 molである。

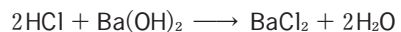
(2) 硫酸は二価の酸、水酸化ナトリウムは一価の塩基だから、1：2の物質量の比で反応する。したがって、反応する硫酸を x [mol] とすると、

$$x \text{ [mol]} : 0.20 \text{ mol} = 1 : 2 \quad \text{よって } x = 0.10 \text{ mol}$$

(3) 酢酸は一価の酸、水酸化カルシウムは二価の塩基だから、2：1の物質量の比で反応する。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ のモル質量は74 g/molだから、必要な水酸化カルシウムの質量を x [g] とすると、

$$0.10 \text{ mol} : \frac{x \text{ [g]}}{74 \text{ g/mol}} = 2 : 1 \quad \text{よって } x = 3.7 \text{ g}$$

(4) このときの反応式は、



となる。与えられた塩酸と水酸化バリウムの物質量の比は係数の比と同じ2：1なので、両者は過不足なく反応する。水はHClと同じ物質量が生じるので、0.20 molとなる。 H_2O のモル質量は18 g/molだから、水0.20 molの質量は、

$$0.20 \text{ mol} \times 18 \text{ g/mol} = 3.6 \text{ g}$$

112 **類題** 9. **解** 0.160 mol/L

解説 酢酸は一価の酸、水酸化ナトリウムは一価の塩基である。酢酸の濃度を x [mol/L] とすると、次式が成りたつ。

$$1 \times x \text{ [mol/L]} \times \frac{15.0}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.100 \text{ mol/L} \times \frac{24.0}{1000} \text{ L} \\ x = 0.160 \text{ mol/L}$$

114 **問** 19. **解** (1) フェノールフタレイン、無色 → 赤

色

(2) ○

(3) メチルオレンジ, 橙黄色 → 赤色

(4) ×

解説 (1) この中和によって生成する塩は酢酸ナトリウムであり, その水溶液は塩基性だから, 塩基性側に変色域があるフェノールフタレインが適する。

(2) この中和によって生成する塩は塩化ナトリウムであり, その水溶液は中性だから, フェノールフタレインでもメチルオレンジでも適する。

(3) この中和によって生成する塩は硫酸アンモニウムであり, その水溶液は酸性だから, 酸性側に変色域があるメチルオレンジが適する。

(4) この中和によって生成する塩は酢酸アンモニウムであり, 弱酸と弱塩基との中和では明瞭な中和点が見られず, 指示薬の色の変化も緩慢なのでいずれも使えない。

116 問 20. 解

	もとの酸	もとの塩基	水溶液
(1) NH_4NO_3	HNO_3	NH_3	酸性
(2) Na_2SO_4	H_2SO_4	NaOH	中性
(3) Na_2S	H_2S	NaOH	塩基性
(4) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$	CH_3COOH	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	塩基性
(5) K_2CO_3	H_2CO_3	KOH	塩基性
(6) CuCl_2	HCl	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	酸性

解説 塩が正塩であることを確認した後, もとの酸や塩基の強弱から塩の水溶液の性質を決める。このとき, 強酸は HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , 強塩基はアルカリ金属元素とアルカリ土類金属元素の水酸化物であることを覚えておけば, その他は弱酸・弱塩基としてよい。炭酸 H_2CO_3 は水中でのみ存在し, 取り出せない酸であるが, 便宜的に弱酸としてよい。

◆ 章 末 問 題 ◆

118【1】解 (1) HCl , HNO_3 , H_2SO_4

(2) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

(3) NH_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$

(4) $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$

解説 (1), (3) 強酸は HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , 強塩基はアルカリ金属元素とアルカリ土類金属元素の水酸化物を覚えておけば, その他は弱酸・弱塩基としてよい。

(2) 弱酸のうち, 酢酸 CH_3COOH は一価の酸, リン酸 H_3PO_4 は三価の酸である。シュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ は二価の弱酸で, $(\text{COOH})_2$ と書いてもよい。

(4) NH_3 は一価の塩基である。その他の塩基は, 化学

式に含まれる OH の数から価数がわかる。

118【2】解 (ア)

解説 (ア) 水酸化ナトリウムは強塩基, アンモニアは弱塩基なので, 同じモル濃度の場合, 水酸化ナトリウム水溶液のほうが $[\text{OH}^-]$ は大きくなるので, pH は大きくなり, アンモニア水のほうが小さくなる。正しい。

(イ) 強酸や強塩基を水で 10 倍に希釈すると, pH は 7 のほうに 1 つ近づく。この場合 pH=5 となる。誤り。

(ウ) 計算上は pH=8 になるが, 酸は水でどんなに薄めても pH=7 に近づくだけで, それを超えて pH=8 になることはない。誤り。

118【3】解 (a) 1 (b) 2

解説 酸・塩基の混合水溶液の pH は, 酸・塩基の物質量の過不足を調べ, どちらが過剰であるかを判断する。また, 混合溶液の体積にも留意して, $[\text{H}^+]$ や $[\text{OH}^-]$ を求める必要がある。

(a) $\text{H}^+ : 1 \times 0.30 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{ L} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$\text{OH}^- : 1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{ L} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$

したがって, $(3.0 - 1.0) \times 10^{-3} \text{ mol}$ の H^+ が未反応で残る。混合溶液の体積は 20 mL だから,

$$[\text{H}^+] = \frac{(3.0 - 1.0) \times 10^{-3} \text{ mol}}{\frac{20}{1000} \text{ L}} = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L},$$

pH=1

(b) $\text{H}^+ : 1 \times 0.040 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{ L} = 4.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$

$\text{OH}^- : 2 \times 0.010 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{ L} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$

$$[\text{H}^+] = \frac{(4.0 - 2.0) \times 10^{-4} \text{ mol}}{\frac{20}{1000} \text{ L}} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L},$$

pH=2

118【4】解 (1) $\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

(2) 50 mL

解説 (1) アンモニア NH_3 が中和反応する場合は, 塩のみが生成し, 水は生成しない。 NH_3 が HCl から H^+ を受け取って NH_4^+ となり, 塩 NH_4Cl を生じて中和反応が終了する。

(2) 必要な塩酸を x [mL] とすると, 塩酸は一価の酸, アンモニアは一価の塩基だから, 次式が成りたつ。

$$1 \times 4.0 \text{ mol/L} \times \frac{x}{1000} [\text{L}] = 1 \times \frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}}$$

 $x = 50 \text{ mL}$

118【5】解 (1) (a) (ア), ホールピペット

(b) (ウ), メスフラスコ (c) (エ), ビュレット

(2) メスフラスコ

(3) 0.70 mol/L

解説 (1), (2) (a) 一定体積の水溶液をはかり取るのはホールピペットで行う。内部が水でぬれていると、濃度が薄まってしまうので、用いる水溶液で数回すすいでから使う(共洗い)。

(b) 正確な体積に希釈したり、あるモル濃度の水溶液をつくるにはメスフラスコを用いる。これは内部が水でぬれていても、そのまま用いてよい。

(c) 水溶液を少量ずつ滴下し、反応に要した体積を求めるにはビュレットを用いる。内部が水でぬれていると、濃度が薄まってしまうので、用いる水溶液で数回すすいでから使う。

(3) 希釈した酢酸のモル濃度を x [mol/L] とすると次式が成り立つ。

$$1 \times x \text{ [mol/L]} \times \frac{10}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{7.0}{1000} \text{ L}$$

これより、 $x = 0.070 \text{ mol/L}$ となるから、もとの食酢中の酢酸モル濃度はこの10倍の 0.70 mol/L である。

118 【6】 解 (1) ① (2) ② (3) ②

解説 (1) 中和点付近では pH が急激に変化する。

この範囲を pH ジャンプという。通常、pH ジャンプの中間が中和点とみなされる。グラフを見ると、中和点は約 5 で、酸性を示す。

(2) 中和点が酸性を示すので、酸性側に変色域をもつ指示薬のメチルオレンジ(変色域の pH 3.1~4.4)が適する。

塩基性側に変色域をもつ指示薬のフェノールフタレイン(変色域の pH 8.0~9.8)では、この滴定の中和点を見つけることはできない。

(3) 中和点が酸性になるのは、弱塩基と強酸の中和滴定の場合である。よって、この酸は塩酸か硫酸のいずれかである。

NH_3 は一価の塩基、 HCl は一価の酸、 H_2SO_4 は二価の酸なので、 0.10 mol/L のアンモニア水 5.0 mL と 0.10 mol/L の酸 5.0 mL がちょうど中和しているから、この酸は一価の強酸の HCl である。

【第3章 酸化還元反応】

120 【問】 21. 解

	(1)	(2)	(3)	(4)
酸化されたもの	C	Al	CH_4	H_2S
還元されたもの	CuO	Fe_2O_3	O_2	O_2

解説 この段階では、「酸素と化合したら酸化された」「酸素を失ったら還元された」「水素を失ったら酸化された」「水素と化合したら還元された」と判断する。

121 【問】 22. 解

	(1)	(2)	(3)	(4)
酸化されたもの	Zn	I^-	Na	Fe
還元されたもの	H^+	Cl_2	Cl_2	S

解説 それぞれについて、電子の授受を考えて酸化・還元を判断する。「電子を失ったら酸化された」「電子を受け取ったら還元された」と判断する。

123 【類題】 10. 解 (1) 0 (2) 0 (3) +2 (4) +4

(5) +4 (6) -1 (7) +4 (8) +6 (9) -1

解説 酸化数が決まっているものを基準として、分子式や組成式全体で総和が 0 になるようにして求める。酸化数が変化することが多い原子は、非金属元素や遷移元素である。また、酸化数は個々の原子について表すことに注意する。イオンの場合は酸化数の総和がイオンの電荷に等しくなるようにする。また、酸化数には必ず、+、- の符号をつける必要がある。

(1), (2) 単体は 0 とする。

(3) 単原子イオンはそのイオンの電荷と酸化数が等しい。

(4) $\overset{\text{C}}{\text{C}} \overset{\text{O}}{\text{O}}_2$ 化合物中では、ふつう水素原子の酸化物 $+4 -2$

は +1, 酸素原子の酸化数を -2 とする。

(5) $\overset{\text{Mn}}{\text{Mn}} \overset{\text{O}}{\text{O}}_2$
 $+4 -2$

(6) 過酸化水素のような、過氧化物(-O-O- 結合をもつ物質)中での O の酸化数は、例外の -1 となる。

$\overset{\text{H}}{\text{H}}_2 \overset{\text{O}}{\text{O}}_2$
 $+1 -1$

(7) $\overset{\text{C}}{\text{C}} \overset{\text{O}}{\text{O}}_3^{2-}$
 $+4 -2$

(8) $\overset{\text{H}}{\text{H}} \overset{\text{S}}{\text{S}} \overset{\text{O}}{\text{O}}_4^-$
 $+1 +6 -2$

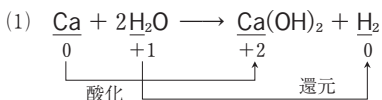
(9) $\overset{\text{Ca}}{\text{Ca}} \overset{\text{H}}{\text{H}}_2$ 金属は陽イオンにしかならないので、 $+2 -1$

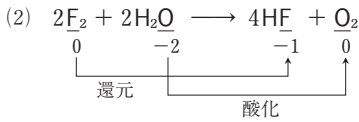
の場合は H が陰イオン(水素化物イオン H^-)になっており、H の酸化数は、例外の -1 となる。

123 【問】 23. 解

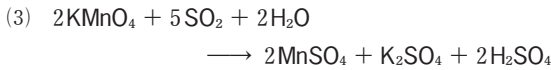
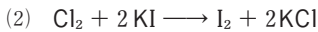
	(1)	(2)
酸化された物質	Ca	H_2O
還元された物質	H_2O	F_2

解説 それぞれの原子について、反応前後の酸化数の増減を調べて、増加した原子を含む物質が酸化された、減少した原子を含む物質が還元されたと判断する。

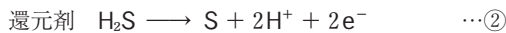




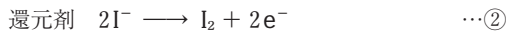
126 問 24. 解 (1) $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$



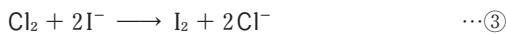
解説 それぞれ、酸化剤が還元される反応式と、還元剤が酸化される反応式を p.125 表 10 から引き出し、それぞれの電子の最小公倍数をかけて電子を消去すれば、酸化還元反応のイオン反応式が得られる。さらに、省略されていたイオンを両辺に同数ずつ加え、陽イオンと陰イオンを組み合わせ整理すれば、酸化還元反応の化学反応式が得られる。



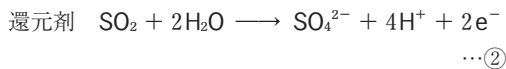
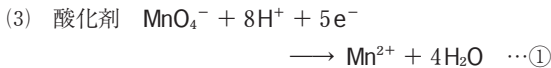
①式+②式×2 より、



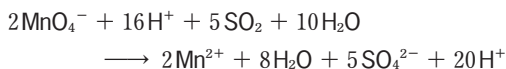
①式+②式より、イオン反応式が得られる。



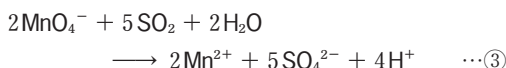
③式の両辺に 2K^+ を加えて、陽イオンと陰イオンを組み合わせると、化学反応式が得られる。



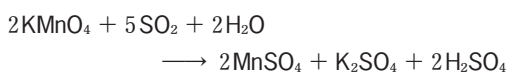
①式×2+②式×5 より、



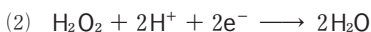
H_2O と H^+ を消去すると、イオン反応式が得られる。



③式の両辺に 2K^+ を加え、陽イオンと陰イオンを組み合わせると、化学反応式が得られる。



128 問 C 解 (1) $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$



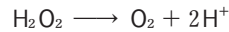
解説 (1) H_2O_2 を左辺に、 O_2 を右辺に書く。



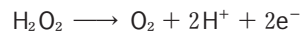
両辺の O 原子の数は合っており、 H_2O を加える必

要はない。

両辺の H 原子の数を合わせるため、右辺に 2H^+ を加える。



両辺の電荷を合わせるため、右辺に 2e^- を加える。



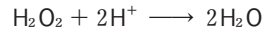
(2) H_2O_2 を左辺に、 H_2O を右辺に書く。



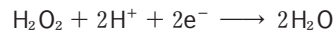
両辺の O 原子の数を合わせるため、右辺に H_2O を加える。



両辺の H 原子の数を合わせるため、左辺に 2H^+ を加える。



両辺の電荷を合わせるため、左辺に 2e^- を加える。

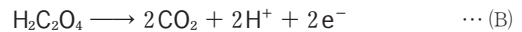
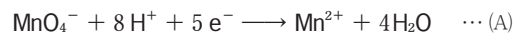


128 問 D 解 (1) $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$

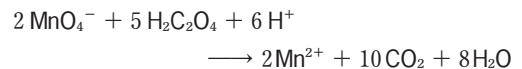


(2) 0.0150 mol/L

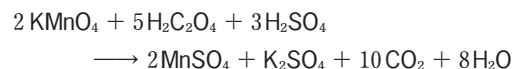
解説 (1)



(A)式×2+(B)式×5 より、



両辺に 2K^+ 、 3SO_4^{2-} を加え、陽イオンと陰イオンを組み合わせ化学反応式にする。



(2) 化学反応式の係数の比より、 $\text{KMnO}_4 : \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

= 2 : 5 の物質量の比で反応するから、過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を x [mol/L] とすると、

$$\left(x \text{ [mol/L]} \times \frac{16.0}{1000} \text{ L} \right) : \left(0.0600 \text{ mol/L} \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} \right)$$

$$= 2 : 5$$

$$x = 0.0150 \text{ mol/L}$$

131 問 25. 解 (1) $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} \longrightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$ 、亜鉛

(2) $\text{Pb}^{2+} + \text{Zn} \longrightarrow \text{Pb} + \text{Zn}^{2+}$ 、亜鉛

解説 (1) 銅より亜鉛のほうがイオン化傾向が大きいので、亜鉛 Zn は電子を失って酸化され亜鉛イオン Zn^{2+} となる。一方、銅(II)イオン Cu^{2+} はその電子を受け取って還元され単体の銅 Cu となる。青色の銅(II)イオンが少なくなるので、溶液の青色は薄くなる。

(2) (1)と同様に、イオン化傾向は鉛より亜鉛のほうが大きいので、亜鉛 Zn は電子を失って酸化され亜鉛

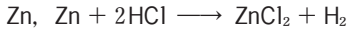
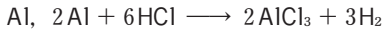
イオン Zn^{2+} となる。一方、鉛(II)イオン Pb^{2+} はその電子を受け取って還元され単体の鉛 Pb となる。

133 問 26. 解 (1) Mg, Al, Zn

(2) Mg, Al, Zn, Ag (3) Mg, Zn, Ag

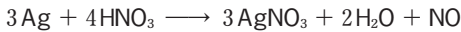
(4) なし (5) Mg, Al, Zn

解説 (1) $Mg, Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$



Ag, 銀は水素よりイオン化傾向が小さいので、希塩酸とは反応しない。

(2) 水素よりもイオン化傾向が小さい Cu, Hg, Ag も、酸化力のある希硝酸とは反応する。Ag と希硝酸との反応は次の通り。

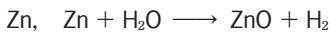
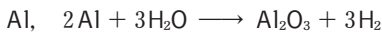
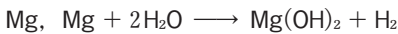


(3) Al は濃硝酸と不動態をつくるので、内部まで反応が進行しない。Ag と濃硝酸との反応は次の通り。



(4) 常温の水と反応するのは Li~Na までの金属なので、該当するものはない。

(5) 高温の水蒸気と反応するのは、Li~Fe までの金属なので、Mg, Al, Zn が該当する。



140 問 27. 解 (1) 1.4kg (2) $6.0 \times 10^2 L$

解説 (1) (62) 式より、 Fe_2O_3 1mol から 2mol の Fe が得られる。 Fe_2O_3 の式量は、 $56 \times 2 + 16 \times 3 = 160$ 、モル質量は 160g/mol、 x [kg] の酸化鉄(III)が必要とすると、

$$Fe_2O_3 : Fe = \frac{x \text{ [kg]}}{160 \text{ g/mol}} : \frac{1.0 \text{ kg}}{56 \text{ g/mol}} = 1 : 2$$

$$x = 1.42 \cdots \text{ kg} \doteq 1.4 \text{ kg}$$

(2) (62) 式より、2mol の鉄を得るのに 3mol の一酸化炭素が必要だから、

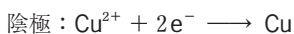
$$\frac{1.0 \times 10^3 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} \times \frac{3}{2} \times 22.4 \text{ L/mol} = 6.0 \times 10^2 \text{ L}$$

145 類題 11. 解 (1) 0.040mol

(2) 陽極: Cl_2 が 1.4g, 陰極: Cu が 1.3g

解説 (1) $\frac{2.0A \times (32 \times 60 + 10)s}{9.65 \times 10^4 C/mol} = 0.040 \text{ mol}$

(2) 各電極で起こる反応は、



陽極では電子の 2 分の 1 の物質量の塩素が得られる。 Cl_2 の分子量は 71.0 より、モル質量は 71.0g/mol。

$$0.040 \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 71.0 \text{ g/mol} = 1.42 \text{ g} \doteq 1.4 \text{ g}$$

陰極では電子の 2 分の 1 の物質量の銅が得られる。Cu の原子量は 63.5 より、モル質量は 63.5g/mol。

$$0.040 \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 63.5 \text{ g/mol} = 1.27 \text{ g} \doteq 1.3 \text{ g}$$

◆ 章末問題 ◆

147 【1】 解 (イ), (オ)

解説 (ア) 相手から電子を奪う反応は酸化であるが、その物質自身は電子を受け取っているから還元されている。誤り。

(イ) 水素と化合した物質は還元されている。正しい。

(ウ) 物質が酸素原子を失う反応は還元であり、その物質自身は還元されている。誤り。

(エ) 酸化数が増加した物質は酸化されている。これは相手に電子を与えたからで、相手は還元されることになるので、自身は還元剤である。誤り。

(オ) 酸化還元反応では、授受した電子の数は等しいので、

$$(\text{酸化数の増加量の総和}) = (\text{酸化数の減少量の総和})$$

の関係は常に成り立つ。正しい。

147 【2】 解 (1) -3 (2) +3 (3) +5 (4) +6

解説 下線部の原子 1 個当たりの酸化数を x とおく。

$$(1) x + (+1) \times 4 = +1 \quad x = -3$$

$$(2) 2x + (-2) \times 3 = 0 \quad x = +3$$

$$(3) x + (-2) \times 3 = -1 \quad x = +5$$

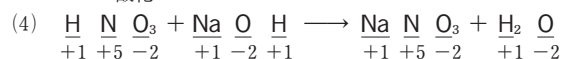
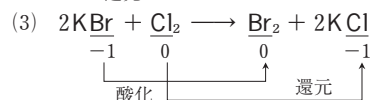
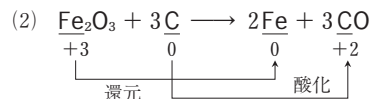
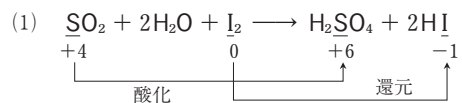
$$(4) (+1) \times 2 + 2x + (-2) \times 7 = 0 \quad x = +6$$

別解 $K_2Cr_2O_7 \longrightarrow 2K^+ + Cr_2O_7^{2-}$ と電離するから、二クロム酸イオン $Cr_2O_7^{2-}$ として酸化数を求めてもよい。

$$2x + (-2) \times 7 = -2 \quad x = +6$$

147 【3】 解 (1) A (2) B (3) B (4) C

解説



各原子の酸化数を調べてみると、どの原子も酸化数は変化していない。この反応は酸化還元反応ではない(中和反応である)。

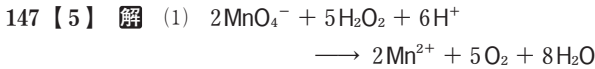
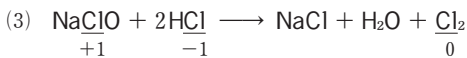
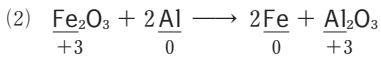
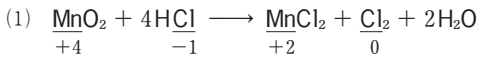
147【4】解

	(1)	(2)	(3)
酸化剤	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	NaClO
還元剤	HCl	Al	HCl

解説

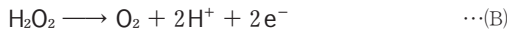
相手の物質を酸化するはたらきのある物質が酸化剤であり、酸化剤自身は還元されるので、酸化数が減少した物質を選べばよい。

相手の物質を還元するはたらきのある物質が還元剤であり、還元剤自身は酸化されるので、酸化数が増加した物質を選べばよい。

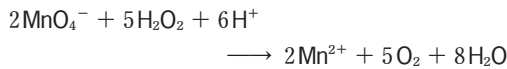


(2) 1.0 mol/L

解説 (1) 与式は、



酸化還元反応では、酸化剤と還元剤の授受した電子の数は等しいから、(A)式×2+(B)式×5を行い、次のイオン反応式を得る。

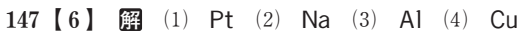


(2) (1)より、KMnO₄ : H₂O₂ = 2 : 5 の物質量の比で反応することがわかる。

過酸化水素水の濃度を x [mol/L] とすると、次式が成り立つ。

$$\left(0.10\text{mol/L} \times \frac{40}{1000}\text{L}\right) : \left(x[\text{mol/L}] \times \frac{10}{1000}\text{L}\right) = 2 : 5$$

$$x = 1.0\text{mol/L}$$



解説 (1) 王水にだけ溶解するのは白金 Pt と金 Au だけで、Pt が該当する。

(2) 常温で水と反応する金属は Li, Na, K などのアルカリ金属元素の単体と Ca, Ba などのアルカリ土類金属元素の単体であり、ナトリウム Na が該当する。

(3) 希塩酸と反応する金属は水素よりイオン化傾向が大きいものであり、濃硝酸と反応しないで不動態をつくるのはアルミニウム Al である。

(4) 塩酸と反応しない金属は水素よりイオン化傾向が小さいものであり、硝酸と反応するのは Cu, Hg, Ag であり、銅 Cu が該当する。

147【7】解 ②

解説 (ア) 熱水と反応する B はマグネシウムである。

(イ) 塩酸と反応するのは亜鉛とマグネシウムであるが、B がマグネシウムなので、A は亜鉛である。

(ウ) C は酸化力をもつ硝酸と反応しないので金である。

$\text{D}^+ + \text{E} \longrightarrow \text{D} + \text{E}^+$ の反応が進行することから、イオン化傾向は $\text{E} > \text{D}$ であることがわかる。よって、E が銅、D が銀である。

A : Zn, B : Mg, C : Au, D : Ag, E : Cu

■ 卷末資料 ■

- 165 問 1. 解 (1) 10^2 (2) 10^{12} (3) 10^{-3} (4) 10^{-15}
- 165 問 2. 解 (1) 1000 (2) 10000000000000000000
(3) 0.0001 (4) 0.00000000000000000001
- 165 問 3. 解 (1) 2.24×10^5 (2) 8.31×10^3
(3) 9.65×10^4 (4) 6.7×10^{-2} (5) 2.4×10^{-4}
(6) 1.12×10^{-10}
- 165 問 4. 解 (1) 22.4 (2) 123000000
(3) 6020000000000000000000000000000 (4) 0.112
(5) 0.0000000012
(6) 0.000000000000000000000000448
- 165 問 5. 解 (1) 10^7 (2) 10^5 (3) 10^{-6} (4) 10^{23}
(5) 10^{-10} (6) 10^2 (7) 10^5 (8) 10^{-2} (9) 10^6 (10) 10^6
- 165 問 6. 解 (1) 6.0×10^8 (2) -3.0×10^{18}
(3) 6.72×10^{-1}
- 166 問 7. 解 (1) 46.4°C (2) 64 g/100g 水
- 166 問 8. 解 (1) 2 桁 (2) 3 桁 (3) 3 桁 (4) 2 桁
- 166 問 9. 解 (1) 2.03×10^4 (2) 1.78×10^6
(3) 3.48×10^{-3} (4) 5.67×10^{-5}
- 167 問 10. 解 (1) 2.3 (2) 3.1 (3) 2.1 (4) 1.7
- 167 問 11. 解 (1) 7.0 (2) 7.8 (3) 1.2 (4) 1.3
- 168 A 解 ① -28 ② -24 ③ 64 ④ 13 ⑤ 44
⑥ 22 ⑦ -80 ⑧ 70
- 168 B 解 ① 0.8 ② 2.5 ③ 0.6 ④ 3 ⑤ 4.5
⑥ 0.5 ⑦ 0.6 ⑧ 3.2 ⑨ 0.25 ⑩ 3.5
- 168 C 解 ① 0.18 ② 0.98 ③ 4.48 ④ 24.6
⑤ 100 ⑥ 70 ⑦ 0.5 ⑧ 7.5
- 168 D 解 ① $\frac{5}{12}$ ② $\frac{15}{56}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{27}{80}$ ⑤ $\frac{1}{42}$
⑥ $\frac{2}{9}$ ⑦ $\frac{3}{16}$ ⑧ $\frac{3}{65}$
- 169 E 解 ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{5}{9}$ ③ $\frac{77}{12}$ ④ $\frac{3}{4}$ ⑤ $\frac{3}{40}$
⑥ $\frac{2}{3}$ ⑦ $\frac{2}{3}$ ⑧ $\frac{1}{12}$ ⑨ $\frac{5}{4}$ ⑩ $\frac{5}{48}$ ⑪ $\frac{25}{9}$ ⑫ $\frac{21}{16}$
- 169 F 解 ① 7 ② 79 ③ 35.5 ④ -37 ⑤ 14
⑥ 23 ⑦ 5 ⑧ -8 ⑨ 28 ⑩ -12 ⑪ 4
⑫ -7 ⑬ 3.9 g ⑭ 1.2×10^{24} 個
- 170 G 解 ① 6 ② 6 ③ 15 ④ 2 ⑤ 1.5 ⑥ 10
⑦ 22.4 ⑧ 11.2 ⑨ 51.2 ⑩ 9.0×10^{23} ⑪ 400 人
⑫ 15 個 ⑬ 11.2 L ⑭ 0.25 mol ⑮ 18 g
⑯ 39 冊 ⑰ 9.6×10^{22} 個 ⑱ 10 ダース
⑲ 0.050 mol ⑳ 1.50 mol ㉑ 1.2 ㉒ 27
- 171 H 解 ① 40% ② 20% ③ 40% ④ 600 円
⑤ 135 g ⑥ 18 mL ⑦ 10% ⑧ 10% ⑨ 45 g
⑩ 60 g

- 171 I 解 ① 1 kg ② 10 cm ③ 4500 L
④ 6000 nm ⑤ 22400 mL ⑥ 45 μm
⑦ 10000 cm^3 ⑧ 72 m^3
- 171 J 解 ① 0.75 g/mL ② 2.50 g/L ③ 54 g
④ 20.0 L ⑤ 36 g