

■ 第1編 物質の構成と化学結合 ■

【第1章 物質の構成】

- 18 問 1. 解 純物質…ア, ウ, エ, カ
混合物…イ, オ, キ

解説 純物質は、1種類の物質だけからできたものである。混合物は2種類以上の純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。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。塩化ナトリウム水溶液は、塩化ナトリウムと水との混合物であることに注意する。

- 22 問 2. 解 単体…イ, ウ, カ
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つであれば単体、2つ以上使って書くものが化合物となる。

- 23 問 3. 解 ア, エ, カ

解説 同素体とは、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(O₂・O₃)、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)の4元素を知っておけばよい。

◆ 演習問題 ◆

- 31 【1】 解 単体…ア, カ 化合物…イ, エ, キ
混合物…ウ, オ, ク

解説 化学式を知っている場合は、1つの元素記号で表せるものは単体、2つ以上の元素記号を使えば表せるものは化合物、1つの化学式で表せないものは混合物である。

(ア)…単体なので、Cu

(イ)…水蒸気は水の気体の状態なので、H₂O

(ウ)…混合物(石油は炭化水素(炭素と水素との化合物)を主成分とする)

(エ)…二酸化炭素の固体の状態なので、CO₂

(オ)…混合物(大理石は炭酸カルシウムを主成分とする)

(カ)…酸素の同素体で単体なので、O₃

(キ)…化学式C₁₂H₂₂O₁₁である。

(ク)…通常HClで表されるが、気体の塩化水素HClが水H₂Oに溶解したものであるから混合物である。

- 31 【2】 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。

(ウ) 同素体どうしは化学的性質が異なる。正しい。

(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。誤り。

- 31 【3】 解 (1)…蒸留 (2)…昇華 (3)…分留
(4)…再結晶

解説 (1) 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がよい。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。

(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操作を利用する。塩化ナトリウムは昇華しないが、ヨウ素は昇華しやすい物質である。

(3) 沸点の差により、液体混合物を一度に多種類の成分に分ける分留を行う。石油(原油)にはさまざまな炭化水素(炭素と水素の化合物)が含まれている。これを沸点の範囲の違いにより、ガソリンや灯油などいくつかの成分に分けて利用している。

(4) 固体の溶解度の差を利用して分ける再結晶がよい。塩化ナトリウムの溶解度は小さく温度で大きく変化しないが、硝酸カリウムの溶解度は高温で非常に大きく、低温では小さい。したがって、再結晶した場合に塩化ナトリウムが析出しない条件で硝酸カリウムは大部分が析出する。

- 31 【4】 解 (1) (ア)…枝付きフラスコ (イ)…リービッヒ冷却器
(ウ)…アダプター (エ)…三角フラスコ

(2) b→a

(3) 突発的に沸騰(突沸)することがないようにするため。

解説 (1) (イ)はリービッヒ冷却管、リービッヒコンデンサーともいう。

(2) 上から水を流すと、管内の空気は上にのぼろうとするのでいつまでも抜けにくいことになる。このように空気が溜まっていると冷却が妨げられる。下から上に向かって水を流せば空気はスムーズに排出され、管中はすべて水で満たされ効率よく冷却される。

(3) 液体を加熱する場合に、突発的に沸騰し(突沸と

いう), 液体が激しく飛んで枝のほうへ流れることがある。沸騰石を入れれば, この突沸を防ぐことができ, 穏やかな沸騰が持続する。

32【5】解 (1) 外炎 (2) カルシウム (3) 塩素

解説 (1) 炎色反応では, 高温にするためと炎の色を見るために, 温度が高くほぼ無色の外炎に入れる。内炎は温度が低く, 青色に色づいているので使えない。

(2) ほかの元素の色は, カリウム: 赤紫, バリウム: 黄緑, 銅: 青緑

(3) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl}$ (白色沈殿)

32【6】解 (1) A: 気体 B: 固体 C: 液体

(2) (a) 昇華 (b) 融解 (c) 蒸発 (d) 凝固

(3) a, b, c

解説 (1) Aは粒子間の距離が大きく, 速度も速いことを示す図であるので気体, Bは粒子が整列しているので固体, Cは粒子が比較的密集し, ある程度動いていることを示す図であるので液体。

(2) (a) 固体が気体になる変化は昇華 (b) 固体が液体になる変化は融解 (c) 液体が気体になる変化は蒸発 (d) 液体が固体になる変化は凝固

(3) 物質が熱を吸収すると, 固体から液体, 液体から気体, 固体から気体という変化が起こり得る。液体から固体, 気体から液体という変化をする際は, 熱を放出する。

32【7】解 (1) $t_a: 0^\circ\text{C}$ $t_b: 100^\circ\text{C}$

(2) A: 固体の水と液体の水が共存する状態

B: 液体の水と気体の水蒸気が共存する状態

(3) 加えられた熱は, すべて固体から液体, あるいは液体から気体への状態変化に使われるから。

解説 (1) 物質には三態があり, 融点において固体から液体になる場合と, 沸点において液体から気体になる場合は, 熱を外から加えても一定の温度に保たれる。その低いほうが融点または凝固点, 高いほうが沸点である。水では前者は 0°C , 後者は 100°C である。

(2) 融点において, 固体がすべて液体になるまでは両者が共存している状態をとる。沸点において液体がすべて気体になるときも同様である。

(3) 物質は, 固体から液体, あるいは液体から気体へ変化するとき熱を吸収し, 加えた熱はすべて状態変化に使われるから温度は上昇しない。これを潜熱ということがある。

【第2章 物質の構成粒子】

36 問 4. 解

	(1) ${}^7_3\text{N}$	(2) ${}^{20}_{10}\text{Ne}$	(3) ${}^{23}_{11}\text{Na}$	(4) ${}^{40}_{18}\text{Ar}$	(5) ${}^{39}_{19}\text{K}$
陽子の数	7	10	11	18	19
中性子の数	7	10	12	22	20
電子の数	7	10	11	18	19

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)と原子番号との差である。

39 問 5. 解

	(1) ${}^9_9\text{F}$	(2) ${}^{12}_{12}\text{Mg}$	(3) ${}^{16}_{16}\text{S}$	(4) ${}^{18}_{18}\text{Ar}$	(5) ${}^{20}_{20}\text{Ca}$
最外殻電子の数	7	2	6	8	2
価電子の数	7	2	6	0	2

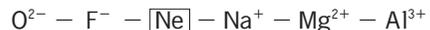
解説 原子がもつ電子の数は原子番号と等しく, 原則として内側の電子殻から順に配置され, K殻には2個, L殻には8個, M殻には18個まで電子が入ることができる。価電子の数は最外殻電子の数に等しいが, 貴ガス元素の場合には0とする。

41 問 6. 解

	イオン式	名称	同じ電子配置をもつ貴ガス原子
(1)	Li^+	リチウムイオン	ヘリウム
(2)	O^{2-}	酸化物イオン	ネオン
(3)	F^-	フッ化物イオン	ネオン
(4)	Mg^{2+}	マグネシウムイオン	ネオン
(5)	S^{2-}	硫化物イオン	アルゴン

解説 イオンの名称は, 単原子の陽イオンは“元素名”+“イオン”となり, 単原子の陰イオンは“元素名”+“素”+“化物イオン”とする(例外: $\text{S} \rightarrow$ 硫黄^{リョウカ}→硫化^イ)。

イオンの電子配置は, 原子番号が最も近い貴ガス元素の原子と同じである。貴ガス元素と原子番号に近い元素のイオンを示すと,



のようになり, 同じ列にある貴ガス元素の原子と左右のイオンは, 同じ電子配置である。

42 問 7. 解 (1) 10 (2) 18 (3) 10 (4) 50

解説 単原子イオンにおいて, 陽イオンは, その価数の数だけ原子がもつ電子が減っており, 陰イオンは, 価数の数だけ電子が増えている。

多原子イオンでも同様であるから,

陽イオンがもつ電子の総数=(イオンを構成する

原子の原子番号の総和)-(イオンの価数)
陰イオンがもつ電子の総数=(イオンを構成する
原子の原子番号の総和)+(イオンの価数)

で表すことができる。

- (1) $\text{Na}^+ : 11 - 1 = 10$ (個)
 (2) $\text{Cl}^- : 17 + 1 = 18$ (個)
 (3) $\text{NH}_4^+ : 7 + 1 \times 4 - 1 = 10$ (個)
 (4) $\text{SO}_4^{2-} : 16 + 8 \times 4 + 2 = 50$ (個)

◆ 演習問題 ◆

- 45【1】解 (1) 原子番号：14，中性子の数：15
 (2) 18 (3) 29 (4) $n+1$

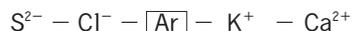
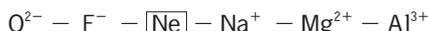
解説 (1) 元素記号の左下が原子番号，左上が質量数である。中性子の数は質量数から陽子の数すなわち原子番号を引けばよいから， $29 - 14 = 15$ (個)
 (2) Ca^{2+} は二価の陽イオンだから，中性原子より電子が2個少ない。したがって， $20 - 2 = 18$ (個)
 (3) Cu^{2+} は二価の陽イオンだから，中性原子であれば電子の数は $27 + 2 = 29$ (個) である。陽子の数もこれに等しいから，原子番号は29である。
 (4) 原子Xの原子番号を x とすると， X^{3+} の電子の数は $x - 3$ である。一方，Yの原子番号が n だから，その二価の陽イオン Y^{2+} の電子の数は $n - 2$ である。したがって，次式が成りたつ。

$$x - 3 = n - 2$$

$$\therefore x = n + 1$$

- 45【2】解 (1) ア，エ，キ (2) イ，ウ，オ

解説 イオンの電子配置がネオン原子，アルゴン原子と同じになる元素は次の通りである。



これよりすぐに判断できる。

(カ)の Li^+ はヘリウム He と同じ電子配置である。

- 45【3】解 (1) c, d, e (2) a

- (3) ① c, f ② d, e (4) f (5) e

解説 まず，(a)~(f)をすべて元素記号に直しておく
 とよい。(a)… He (b)… C (c)… Mg (d)… S (e)… Cl
 (f)… K

- (1) 第3周期の元素はM殻に電子が入っていく元素だから，(c) Mg ，(d) S ，(e) Cl の3つである。
 (2) 貴ガス元素が当てはまるので，最外殻電子の数がK殻で2個，その他で8個のものを選ぶと，(a) He だけである。
 (3) ① 陽イオンになりやすいのは陽性が強い元素であり，金属元素と水素が当てはまる。金属元素は(c) Mg と(f) K の2つである。

- ② 陰イオンになりやすいのは陰性が強い元素であり，おもに16族と17族の元素が当てはまり，(d) S と(e) Cl の2つである。

- (4) イオン化エネルギーは，周期表の右上の元素ほど大きく，左下の元素ほど小さい。この中で最小は(f) K ，最大は(a) He である。

- (5) 価電子の数は最外殻電子の数と等しいが，貴ガス元素では価電子の数を0とするので注意する。最大は17族の(e) Cl で7個である。

- 45【4】解 (1) イ (2) エ (3) ク (4) ケ
 (5) オ

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。

- (2) アルカリ土類金属元素は2族の Be と Mg を除く元素であるので，(エ)だけである。

- (3) ハロゲン元素は17族なので，周期表の右から2番目の領域である。

- (4) 貴ガス元素は18族で，周期表の右端に位置する。

- (5) 遷移元素は周期表のへこんだ部分(カ)である。ただし，その右の12族は含まれない。

【第3章 粒子の結合】

49 問 8. 解 (1) KCl, 塩化カリウム

- (2) MgCl₂, 塩化マグネシウム
- (3) MgSO₄, 硫酸マグネシウム
- (4) Na₂CO₃, 炭酸ナトリウム
- (5) Al(OH)₃, 水酸化アルミニウム
- (6) (NH₄)₂SO₄, 硫酸アンモニウム
- (7) FeSO₄, 硫酸鉄(Ⅱ)
- (8) Fe₂(SO₄)₃, 硫酸鉄(Ⅲ)
- (9) Ca₃(PO₄)₂, リン酸カルシウム

解説 イオンからなる物質の組成式を書くときは、陽イオンを先に、陰イオンを後に書く。物質は電気的に中性なので、電荷の総和が0になるような比率となっている。イオンの数が複数になる場合は、単原子イオンは右下に、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表す。

イオンからなる物質の名称は、陰イオンの名称先により、陽イオンを後によぶ(後ろから前へとよぶ)。このとき陰イオンの「～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、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” + “イオン”^{マイナス}でよび、単原子の陰イオンは“元素名” - “素” + “化物イオン”とよぶ。

例 K₂SO₄ 硫酸イオン カリウムイオン

Ca(OH)₂ 水酸化物イオン カルシウムイオン

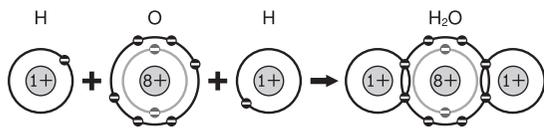
なお、(7)、(8)では、Fe²⁺は鉄(Ⅱ)イオン、Fe³⁺は鉄(Ⅲ)イオンであることに注意する。

49 問 9. 解 (1) CaO (2) NH₄Cl

- (3) Al(NO₃)₃ (4) Na₂SO₄
- (5) Al₂(SO₄)₃ (6) Na₂CO₃

解説 イオンからなる物質の名称を化学式に直すには、陰イオンは「酸化」→O²⁻、「塩化」→Cl⁻、「硫化」→S²⁻、「○○酸」→その酸の陰イオンの化学式とする。陽イオンは名称の後半から、「金属元素名」→そのイオン式、または「アンモニウム」→NH₄⁺とする。後は問8と同じである。

52 問 10. 解

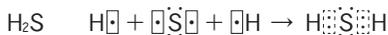
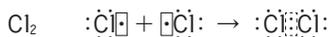


水分子 H₂O は、酸素原子 O が 2 個の水素原子 H と共有結合してできている。酸素原子は、2 個の水素原子と価電子を共有することによって、貴ガスのネオン原子 Ne に似た電子配置になる。水素原子は、貴ガスの

ヘリウム原子 He に似た電子配置になる。

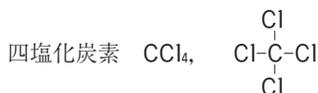
解説 題 p.52 図 41 にならって、O 原子は 6 個の最外殻電子をもつことから考える。

53 問 11. 解 不対電子を \uparrow , 共有電子対を $\uparrow\downarrow$ で表す。



解説 結合する前の原子の電子式を書いた後、その不対電子を共有電子対にして、すべての原子のまわりに電子が 2 個または 8 個になるように工夫すればよい。

54 問 12. 解 塩素 Cl₂, Cl-Cl



解説 単体の二原子分子である H₂, N₂, O₂, F₂, Cl₂, Br₂, I₂ は覚えておく。化合物である四塩化炭素の場合は、「四塩化」→Cl が 4 つ、「炭素」→C であることがわかる。炭素は価電子 4 個をもち、塩素は HCl のときと同じような結合を考えると、メタン CH₄ の H のかわりに Cl を結合させればよいことがわかる。

55 問 13. 解 (エ)

解説 錯イオンについては次の「化学」で詳しく学習するが、ここでは、H₃O⁺ と NH₄⁺ のいずれかが含まれているものを選ぶ。(ア) イオン結合のみ、(イ) 共有結合のみ、(ウ) O と H が共有結合、Na⁺ と OH⁻ がイオン結合、(エ) NH₄⁺ の N-H の一つは配位結合でできたものである。

59 問 14. 解 極性分子: HF, H₂S

無極性分子: N₂, CCl₄

解説 分子の極性の有無の判断は、次のようにする。

単原子分子: 無極性分子

二原子分子: 同じ原子からなるものは無極性分子、異なる原子からなるものは極性分子。

三原子分子以上: 分子の形を考慮し、立体的に对称であれば無極性分子、そうでなければ極性分子。

極性という語は、結合の極性と分子の極性の両方に使われるので注意が必要。

70 問 15. 解 (1) 鉄: 体心立方格子,

銅: 面心立方格子 (2) 鉄: 2 個, 銅: 4 個

(3) 鉄: 8 個, 銅: 12 個

解説 (1) 鉄は、立方体の各頂点と立方体の中心に原子があるから体心立方格子、銅は、立方体の各頂点と立方体の面の中心に原子があるから面心立方格子である。

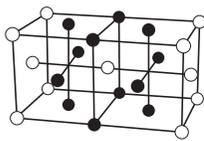
(2) 体心立方格子の各頂点にある8個の原子は、それぞれ立方体に $\frac{1}{8}$ だけ含まれている。また、立方体の中心にある原子は1個がそっくり含まれている。したがって、

$$\text{体心立方格子} : \frac{1}{8} \times 8 + 1 = 2$$

同様に、面心立方格子の各頂点にある8個の原子は、それぞれ立方体に $\frac{1}{8}$ だけ含まれている。また、面にある6個の原子は、それぞれ立方体に $\frac{1}{2}$ だけ含まれている。したがって、

$$\text{面心立方格子} : \frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$$

(3) 鉄：中心の原子に着目すると、最も近い位置にある原子は各頂点にある8個の原子である。



銅：単位格子を2個連結させ、接触させた面の中心にある原子○に着目すると、図の黒丸●のように面の対角線の $\frac{1}{2}$ の距離のところに12個存在する。

71 問 A. 解 $1.2 \times 10^{-8} \text{ cm}$

解説 体心立方格子では、単位格子の1辺の長さ a と原子半径 r との関係より、

$$\begin{aligned} r &= \frac{\sqrt{3}}{4} a = \frac{\sqrt{3}}{4} \times 2.9 \times 10^{-8} \text{ cm} \\ &= \frac{1.7}{4} \times 2.9 \times 10^{-8} \text{ cm} \doteq 1.2 \times 10^{-8} \text{ cm} \end{aligned}$$

◆ 演習問題 ◆

74 【1】 解 (ア) 共有結合 (イ) 共有結合

- (ウ) イオン結合 (エ) 金属結合
(オ) 共有結合(と配位結合を含む), イオン結合
(カ) 共有結合

解説 (ア) CとOからなる共有結合のみ。
(イ) Cl原子どうしの共有結合のみ。
(ウ) Na^+ と Cl^- からなるイオン結合のみ。
(エ) 単体の金属は金属結合のみ。
(オ) NH_4^+ と Cl^- からなるイオン結合と、 NH_4^+ にはN原子とH原子の共有結合があり、そのうちの1つは配位結合によって生じたものである。
(カ) Siは共有結合の結晶であり、Siどうしが共有結合している。

74 【2】 解

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
電子式	$:\ddot{\text{Br}}:\ddot{\text{Br}}:$	$:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$	$\text{H}:\text{C}::\text{C}:\text{H}$	$\text{H}:\text{C}::\text{N}:$
構造式	Br-Br	O=C=O	H-C≡C-H	H-C≡N

解説 電子式を表すには、1つの原子のまわりに8個(Hは2個)の電子が位置するように工夫すればよい。このとき原子価を参考にするとよい。構造式は、共有電子対の:を1本の価標で表せばよい。

74 【3】 解 非共有電子対:(ウ) 共有電子対:(カ)

解説 電子式を書いて考える。

	(ア)	(イ)	(ウ)
電子式	$\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$	$:\text{N}::\text{N}:$	$:\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}:$
非共有電子対	3	2	6
共有電子対	1	3	1
	(エ)	(オ)	(カ)
電子式	$\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$	$\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$ H	$:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$
非共有電子対	2	1	4
共有電子対	2	3	4

74 【4】 解 (1) カ (2) ア (3) オ (4) エ
(5) ア, イ, カ

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) $6 \times 2 + 1 \times 4 = 16$
(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	$:\ddot{\text{F}}:\ddot{\text{F}}:$	$\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$	$\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$
構造式	F-F	H-Cl	H-O-H
非共有電子対	6	3	2
価標の数	1	1	2
形	直線形	直線形	折れ線形
極性	無	有	有

	(工)	(オ)	(カ)
電子式	$\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$ H	$\text{H}:\text{C}::\text{C}:\text{H}$ $\text{H} \quad \text{H}$	$\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}$
構造式	$\text{H}-\text{N}-\text{H}$ H	$\text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H}$ $\text{H} \quad \text{H}$	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$
非共有電子対	1	0	4
価標の数	3	6	4
形	三角錐形	長方形	直線形
極性	有	無	無

74【5】**解** 極性分子：イ，ウ，エ 無極性分子：ア，オ，カ

解説 (ア) 同じ原子からなる2原子分子は無極性分子である。

(イ) 異なる原子からなる2原子分子は極性分子である。

(ウ) OとHの結合には極性があり， H_2O は折れ線形の分子なので極性分子となる。

(エ) NとHの結合には極性があり， NH_3 は三角錐形の分子なので極性分子となる。

(オ) CとHの結合には極性があるが，全体として平面对称形の分子なので無極性分子となる。

(カ) CとOの結合には極性があるが，Cを中心としてそれぞれ180度方向にOが結合しているため無極性分子となる。

74【6】**解** (1) NaCl (2) SiO_2 (3) Cu

(4) NaCl (5) HCl (6) H_2O

解説 (1)，(4) イオンからなる物質は，沸点が高い。

(2) SiO_2 は共有結合の結晶である。共有結合の結晶はきわめて沸点が高い。

(3) Cu は常温で固体の金属である。一方， HCl は常温で気体の物質であり， Cu のほうが沸点が高い。

(5) HCl は極性分子であり，分子間に静電気力がはたらくので，無極性分子である F_2 よりも沸点が高い。

(6) H_2O は極性分子であり，分子間に水素結合がはたらくので，無極性分子である CO_2 よりも沸点が高い。

75【7】**解** (1) Cu (2) Fe (3) Al

解説 (1) 銅は赤色の金属である。銅は，屋外に放置すると，酸化銅(Ⅱ)を生じてしだいに黒く変化し，さらに長年月風雨にさらされると，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せいとよばれる緑色のさびを生じる。

(2) 建築物の構造材として使われるのは鉄である。鉄は灰白色かいの金属で，湿った空気中では酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 を主成分とする赤さびを生じる。

(3) アルミニウムは飲料缶やサッシなどに用いられる。

アルミニウムは銀白色の軽い金属である。

75【8】**解** KCl ， Cu ， SiO_2 ， CuSO_4

解説 組成式で表す物質は，金属単体・共有結合の結晶・イオンからなる物質(NH_4^+ および金属イオンを含む物質)である。

75【9】**解**

	(1)	(2)	(3)	(4)
A群	ウ	ア	イ	イ
B群	オ	キ	エ	カ
C群	コ	ケ	サ	ク
D群	ス	シ	ス	ス
E群	セ	タ	チ	ソ

解説 ・イオン結晶：陽イオンと陰イオンとが，静電気力(クーロン力)で無数に結合している。固体は電気伝導性がないが，液体や水に溶解させた状態では電気を導く。組成式で表す。

・分子結晶：有限個の非金属原子が，電子対を共有する共有結合で結合している。分子間に弱い力がはたらいて互いに引きあう。やわらかく，融点は低く，昇華する物質もある。分子式で表す。

・共有結合の結晶：非金属の原子が，無数に共有結合で結合している。一般に非常に硬く，融点は非常に高い。組成式で表す。

・金属：金属原子が，自由電子を仲立ちとして結合している。展性・延性をもち，熱・電気をよく伝える。組成式で表す。

■ 第2編 物質の変化 ■

【第1章 物質と化学反応式】

84 問 1. 解 10.8

解説 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。

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

84 問 2. 解 (1) 32 (2) 44 (3) 16 (4) 34

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ある。原子量は、表裏表紙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) 酸素 O_2 $16 \times 2 = 32$
 (2) 二酸化炭素 CO_2 $12 + 16 \times 2 = 44$
 (3) メタン CH_4 $12 + 1.0 \times 4 = 16$
 (4) 硫化水素 H_2S $1.0 \times 2 + 32 = 34$

85 問 3. 解 (1) 18 (2) 96 (3) 85

- (4) 100 (5) 342

解説 式量は、組成式を構成する元素の原子量の総和である。電子の質量は原子核の質量に比べると非常に小さいので、無視できる。したがって、イオンであっても式量に変化はない。

- (1) アンモニウムイオン NH_4^+ $14 + 1.0 \times 4 = 18$
 (2) 硫酸イオン SO_4^{2-} $32 + 16 \times 4 = 96$
 (3) 硝酸ナトリウム $NaNO_3$ $23 + 14 + 16 \times 3 = 85$
 (4) 炭酸カルシウム $CaCO_3$ $40 + 12 + 16 \times 3 = 100$
 (5) 硫酸アルミニウム $Al_2(SO_4)_3$

$$27 \times 2 + (32 + 16 \times 4) \times 3 = 342$$

88 類題 1. 解 (1) 0.10 mol, 6.0×10^{22} 個

- (2) 0.020 mol, 0.54 g (3) 0.50 mol, 6.0×10^{23} 個

解説 (1) $\frac{2.7g}{27g/mol} = 0.10mol$

$$6.0 \times 10^{23} / mol \times 0.10 mol = 6.0 \times 10^{22}$$

この場合、結果は単位なし(無次元)となるが、答えには「個」をつけておくのが普通である。以下同様。

(2) $\frac{1.2 \times 10^{22}}{6.0 \times 10^{23} / mol} = 0.020 mol$

$$27 g/mol \times 0.020 mol = 0.54 g$$

(3) $\frac{28g}{56g/mol} = 0.50 mol$

CaO 1mol 中に Ca^{2+} は 1mol, O^{2-} は 1mol 含まれるので、イオンは合計で 2mol となるから、
 $0.50 mol \times 2 \times 6.0 \times 10^{23} / mol = 6.0 \times 10^{23}$

90 類題 2. 解 0.0500 mol, 44

解説 $\frac{1.12L}{22.4L/mol} = 0.0500 mol$

$$\frac{2.2g}{0.0500 mol} = 44 g/mol$$

分子量はモル質量の単位を除いて 44 となる。

92 問 4. 解 (1) 25% (2) 塩化ナトリウム: 10g, 水: 190g

解説 (1) $\frac{20g}{20g+60g} \times 100 = 25(\%)$

(2) 溶液が 200g のうち、溶質はその 5.0% だから、

$$200g \times \frac{5.0}{100} = 10g$$

水の質量は、 $200g - 10g = 190g$ となる。

92 問 5. 解 物質量: 0.20 mol, 質量: 7.3 g

解説 物質量: $2.0 mol/L \times \frac{100 mL}{1000 mL/L} = 0.20 mol$

質量: 塩化水素のモル質量は 36.5 g/mol だから、

$$36.5 g/mol \times 0.20 mol = 7.3 g$$

92 類題 4. 解 (1) 18 mol/L (2) 0.400 mol/L

解説 (1) 溶液 1L で考えると、密度が 1.8 g/cm³ だから、その質量は 1000 倍すれば求められる。そのうちの 98% が H_2SO_4 の質量である。それを物質量に変換し、体積の 1L で割る。

$$1.8 g/cm^3 \times 1000 cm^3 \times \frac{98}{100} \times \frac{1}{98 g/mol} \times \frac{1}{1L} = 18 mol/L$$

(2) この塩化ナトリウム NaCl (モル質量: 58.5 g/mol) 11.7g を物質量に変換し、体積で割ればよい。

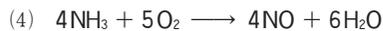
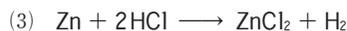
$$\frac{\frac{11.7g}{58.5 g/mol}}{500 mL / 1000 mL/L} = 0.400 mol/L$$

93 問 A. 解 20g

解説 40°C での塩化カリウムの溶解度は 40g/100g 水である。これは 100g の水に 40g まで溶解することを意味しているから、50g の水にはその半分の 20g まで溶解する。

94, 95 まとめ 解答・解説 → p. 175

96 問 6. 解 (1) $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$



解説 反応前後の物質がわかれば、化学反応式の係数は目算法でつけることがたいてい可能である。このとき、次の①~③のいずれかに着目し、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 最も複雑に見える化学式(たいていはこれでうまくいく)。

② 両辺で原子数がつりあっていない元素を含む物

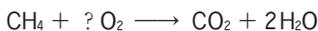
質のうちのいずれか。

- 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)に着目する際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。一度決めたものはあとから変えてはいけない。最後に分数があったら、全体を何倍かして係数の分母を払い、最も簡単な整数比にする。

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すること。これが合わなければ化学反応式として絶対に成り立たない。

- (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CO₂, HはすべてH₂Oになる。すなわち、Cの数と同じだけCO₂が生成し、Hの数の2分の1のH₂Oが生成する。O₂の係数は後で右辺から決めればよい。CH₄ 1molが完全燃焼すると、CはすべてCO₂になるから、CO₂は1mol生成する。HはすべてH₂Oになるから、H₂Oは2mol生成する。そこでまず、



の式を書く。そうすると右辺の酸素原子の数は合計1×2+2×1=4であり、その分は左辺にあるはずである。ゆえにO₂の係数は2となり、求める化学反応式が得られる。

- (2) アルミニウムは三価のイオンAl³⁺になることに留意する。右辺のAl₂O₃を基準にして、左辺のAlの係数を2とするとO₂は、 $\frac{3}{2}$ となるので、全体を2倍する。
- (3) Znの数は両辺で合っているから、Clの数を合わせるために2HClとすると、H原子の数も合う。
- (4) NH₃とH₂Oの関係からH原子を合わせると、2NH₃と3H₂Oになる。NH₃の係数が2だから、NOの係数も2となる。酸素について原子数を両辺でつりあわせると、左辺のO₂の係数は $\frac{5}{2}$ となるので、全体を2倍する。

別解 係数を次のようにおく。



N原子について $a=c$

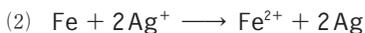
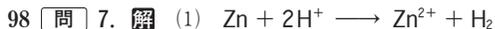
H原子について $3a=2d$

O原子について $2b=c+d$

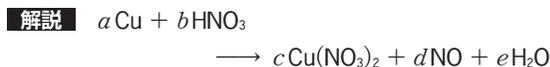
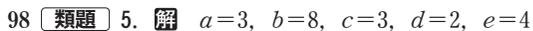
ここで、 $a=1$ とすると $c=1$ だから、 $d=\frac{3}{2}$ 、

$b=\frac{5}{4}$ となる。全体を4倍すると、 $a=4$ 、 $b=5$ 、

$c=4$ 、 $d=6$ となる。



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のほか、電荷の総和も等しいことを確認する。この問題では、両辺の電荷が等しいことから電荷を合わせるだけでうまく決まる。



Cu: $a=c$ …①

H: $b=2e$ …②

N: $b=2c+d$ …③

O: $3b=6c+d+e$ …④

④式-③式より、 $2b=4c+e$

②式を代入すると、 $3e=4c$

$e=1$ とすると、 $c=\frac{3}{4}$, $a=\frac{3}{4}$, $b=2$, $d=\frac{1}{2}$ となり、全体を4倍する。

別解

Cu: $a=c$

H: $b=2e$

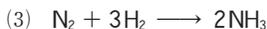
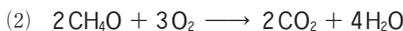
N: $b=2c+d$

O: $3b=6c+d+e$

ここで、 $a=1$ としてもうまくいかないのが、 $b=1$ でもよいが $b=2$ とする。

$e=1$ となり、 $2c+d=2$, $6c+1+d=6$ となるので、この2式を連立させて

$$c=\frac{3}{4}, d=\frac{1}{2} \text{ より } a=\frac{3}{4} \text{ となり、全体を4倍する。}$$

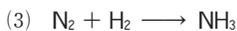


解説 (1) まず、物質の化学式を並べると



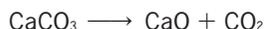
となるので、これですでに完成している。

- (2) CH₄Oより右辺はCO₂+2H₂Oと書けるから、左辺のO₂の係数は、メタノールに1原子使われるので、O原子の数は4-1=3となり、O₂の係数は $\frac{3}{2}$ となるから、全体を2倍する。



と書いてから、左辺のN₂の係数を1とすると右辺のNH₃の係数は2となるから、左辺のH₂の係数は3と決まる。

- (4) まず、物質の化学式を並べると



となるので、これですでに完成している。

99 問 9. 解 (1) 10個 (2) 11g

(3) CO : 70g O₂ : 40g

解説 物質量の比は、CO : O₂ : CO₂ = 2 : 1 : 2 である。

(1) 2個のCOから2個のCO₂が生成するから、CO 10個からは10個のCO₂が生成する。

(2) COとCO₂の物質量は等しいから、CO 0.25molからCO₂は0.25mol生成する。その質量はモル質量をかければよい。

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

(3) CO₂ 56Lの物質量は、

$$\frac{56 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 2.5 \text{ mol}$$

CO CO₂と同じだけ反応するから、

$$2.5 \text{ mol} \times 1 \times 28 \text{ g/mol} = 70 \text{ g}$$

O₂ CO₂の0.5倍の物質量が反応しているから、

$$2.5 \text{ mol} \times 0.50 \times 32 \text{ g/mol} = 40 \text{ g}$$

101 類題 6. 解 (1) 11g (2) 9.0g (3) 42L

解説 このときの化学反応式は、表 p.98問8(2)より、



メタノールCH₃Oのモル質量は32g/molである。

(1) 二酸化炭素 $\frac{8.0 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} \times \frac{2}{2} \times 44 \text{ g/mol} = 11 \text{ g}$

(2) 水 $\frac{8.0 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} \times \frac{4}{2} \times 18 \text{ g/mol} = 9.0 \text{ g}$

(3) 完全燃焼に必要な酸素の体積は、

$$\frac{8.0 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} \times \frac{3}{2} \times 22.4 \text{ L/mol} = 8.4 \text{ L}$$

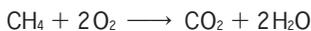
必要な空気は、

$$8.4 \text{ L} \times \frac{4+1}{1} = 42 \text{ L}$$

102 類題 7a. 解 (1) 二酸化炭素 : 34L 水 : 3.0mol

(2) 酸素, 0.5mol

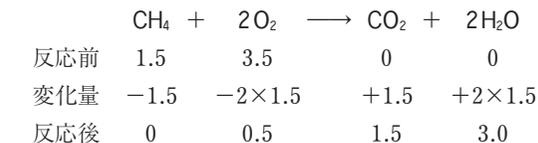
解説 反応する2つの物質の量(質量, 体積, 物質質量など)が与えられた場合は、過不足なく反応するとは限らず、一方が残る場合もある。この場合、不足したほうを基準にして量的関係を考えなければならない。このときの化学反応式は次の通りである。



$$\text{CH}_4 : \frac{24 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 1.5 \text{ mol}$$

$$\text{O}_2 : \frac{112 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 3.5 \text{ mol}$$

これより、酸素が過剰であるからメタンを基準に考えればよい。次のように量的関係を明示するとわかりやすい。



(1) 生成した二酸化炭素は1.5molだから、

$$22.4 \text{ L/mol} \times 1.5 \text{ mol} = 33.6 \text{ L}$$

水は上記より3.0mol。

(2) 上記より酸素が0.5mol残る。

102 類題 7b. 解 (1) 2.2L

(2) マグネシウム, 0.15mol

解説 このときの化学反応式は、



(1) マグネシウム $\frac{6.0 \text{ g}}{24 \text{ g/mol}} = 0.25 \text{ mol}$

$$\text{塩化水素 } 1.0 \text{ mol/L} \times \frac{200}{1000} \text{ L} = 0.20 \text{ mol}$$

物質量の比は、Mg : HCl = 1 : 2 であるから、マグネシウムが過剰であり、塩酸(塩化水素)はすべて反応する。生成する水素は塩化水素の2分の1の物質質量だから、

$$0.20 \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 22.4 \text{ L/mol} = 2.24 \text{ L} \approx 2.2 \text{ L}$$

(2) 反応したマグネシウムは塩化水素の2分の1だから、残ったマグネシウムは、

$$0.25 \text{ mol} - 0.20 \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 0.15 \text{ mol}$$

◆ 演習問題 ◆

106 【1】 解 (1) ⁶³Cu : 70%, ⁶⁵Cu : 30% (2) 38%

解説 (1) ⁶³Cuの割合をx[%]とすると、⁶⁵Cuは(100-x)[%]であり、銅の原子量が63.5だから、

$$62.9 \times \frac{x[\%]}{100} + 64.9 \times \frac{100-x[\%]}{100} = 63.5$$

$$\therefore x = 70[\%]$$

したがって、⁶⁵Cuは残りの30%になる。

(2) 塩素分子はCl₂で表され、その種類は³⁵Cl³⁵Cl, ³⁵Cl³⁷Cl, ³⁷Cl³⁷Clの3種類となる。その割合は、³⁵Cl : ³⁷Cl = 3 : 1 だから、図のように考えるとわかりやすい。

	³⁵ Cl…3	³⁷ Cl…1
³⁵ Cl…3	³⁵ Cl ³⁵ Cl 3×3	³⁵ Cl ³⁷ Cl 3×1
³⁷ Cl…1	³⁷ Cl ³⁵ Cl 1×3	³⁷ Cl ³⁷ Cl 1×1

※ は同じ分子である。

相対質量72の分子は³⁷Cl³⁵Clのことだから、

$$\frac{3 \times 2}{9 + 3 \times 2 + 1} \times 100 = 37.5 (\%)$$

- 106【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 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ で表されるので、1 mol 中に O 原子は 6 mol 含まれる。

$$\frac{74 \text{ g}}{148 \text{ g/mol}} \times 6 \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = 1.8 \times 10^{24} (\text{個})$$

- (2) M のモル質量を x [g/mol] とすると、

$$\frac{60 (\%)}{x \text{ [g/mol]}} : \frac{(100 - 40) (\%)}{16 \text{ g/mol}} = 1 : 2$$

$\therefore x = 48 \text{ g/mol}$ 原子量は単位を除いて 48。

- (3) $3.28 \times 10^{-22} \text{ g} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = 196.8 \text{ g/mol}$

- (4) $21.3 \text{ g} \times \frac{22.4 \text{ L/mol}}{6.72 \text{ L}} = 71.0 \text{ g/mol}$

- 106【3】解 (1) ウ (2) ア (3) エ

解説 (1) 1 mol の質量が最も大きいものを選びよ。それぞれ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) 44 g/mol

- (2) 物質量は質量をモル質量でわって得られるから、モル質量が最も小さいものが該当する。

(3) (構成する原子の数/モル質量) の値が最も大きいものを選ぶ。モル質量はすべて 4 でわれるから、次の値で比較すると容易であり、すぐに(エ)とわかる。

(ア) $\frac{1}{1.0}$ (イ) $\frac{3}{11}$ (ウ) $\frac{3}{16}$ (エ) $\frac{5}{4}$

(オ) $\frac{11}{11}$

- 106【4】解 (1) 水素 : 酸素 = 5 : 1 (2) 7.0

解説 このときの化学反応式は、

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ で表される。反応後の水の体積は無視できるので、水素が 3.0 mL 残っていたことになる。したがって、減少した混合気体の体積の $6.0 \text{ mL} - 3.0 \text{ mL} = 3.0 \text{ mL}$ 分は、水素と酸素が完全燃焼したはずである。水素と酸素は 2 : 1 の体積比で反応するので、燃焼した分の水素は 2.0 mL、酸素は 1.0 mL である。これより、反応前の水素は 5.0 mL、酸素は 1.0 mL あったことになる。

$$(2) 2.0 \text{ g/mol} \times \frac{5.0 \text{ mL}}{5.0 \text{ mL} + 1.0 \text{ mL}} + 32 \text{ g/mol} \times \frac{1.0 \text{ mL}}{5.0 \text{ mL} + 1.0 \text{ mL}} = 7.0 \text{ g/mol}$$

- 107【5】解 質量 : 50 g, 体積 : 28 mL

解説 必要な濃硫酸の質量を x [g] とすると、物質量について次式が成りたつ。

$$1.0 \text{ mol/L} \times \frac{500}{1000} \text{ L} = x \text{ [g]} \times \frac{98}{100} \times \frac{1}{98 \text{ g/mol}}$$

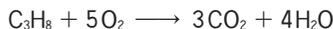
$$\therefore x = 50 \text{ g}$$

$$\text{体積は, } \frac{50 \text{ g}}{1.8 \text{ g/cm}^3} \div 28 \text{ cm}^3 = 28 \text{ mL}$$

- 107【6】解 (1) 二酸化炭素 : 10 mol, 水 : 16 mol

- (2) メタン : 1.6 mol, プロパン : 0.30 mol

解説 (1) このときの化学反応式は次の通りである。



合計 6.0 mol で、物質量の比が 2 : 1 だから、 CH_4 : 4.0 mol, C_3H_8 : 2.0 mol が存在した。化学反応式の係数より、 CO_2 : $4.0 \text{ mol} + 3 \times 2.0 \text{ mol} = 10 \text{ mol}$, H_2O : $2 \times 4.0 \text{ mol} + 4 \times 2.0 \text{ mol} = 16 \text{ mol}$ 。

- (2) メタンを x [mol], プロパンを y [mol] とすれば、次式が成りたつ。

$$x \text{ [mol]} + 3y \text{ [mol]} = \frac{56 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}}$$

$$2x \text{ [mol]} + 4y \text{ [mol]} = \frac{79.2 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}}$$

これより、 $x = 1.6 \text{ mol}$, $y = 0.30 \text{ mol}$

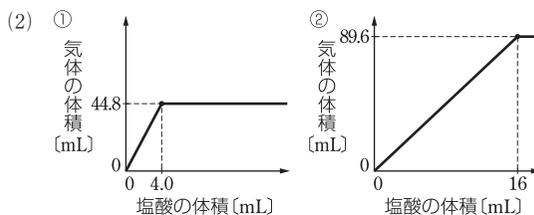
- 107【7】解 (1) $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

- (2) 0.25 mol (3) 84%

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

(3) $\frac{0.25 \text{ mol} \times 2 \times 84 \text{ g/mol}}{50 \text{ g}} \times 100 = 84 (\%)$

- 107【8】解 (1) 0.13 g



解説 (1) このときの化学反応式は、

$\text{Zn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ で表される。亜鉛と水素の物質量は等しいから、

$$\frac{44.8 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 65 \text{ g/mol} = 0.13 \text{ g}$$

- (2) ① 塩酸の濃度を 2 倍にすると、その体積は半分ですむから、塩酸が 4.0 mL で 44.8 mL の気体を発生し、それ以上加えても反応が終了しているので変化しない。

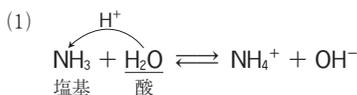
- ② 亜鉛の質量を 2 倍にすると、必要な塩酸の体積は 2 倍になるので、16 mL になるまで気体が発生し、その後は 89.6 mL のまま変化しなくなる。

【第2章 酸と塩基の反応】

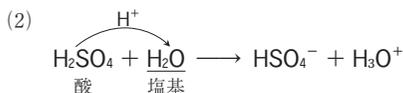
111 問 10. 解 (1) 水分子は、アンモニア分子に水素イオン H^+ を与えているので、酸としてはたらいっている。

(2) 水分子は、硫酸分子から水素イオン H^+ を受け取っている所以、塩基としてはたらいっている。

解説 酸・塩基の定義はいろいろある。アレニウスは、「酸とは水溶液中で水素イオン H^+ を生じるもの、塩基とは水溶液中で水酸化物イオン 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・塩基の定義をもっと広くして、「 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場合もある。



NH_3 は H_2O から H^+ を受け取っている所以塩基、 H_2O は H^+ を与えている所以酸である。



H_2SO_4 は H^+ を与えている所以酸であり、 H_2O は H^+ を受け取っている所以塩基である。

114 問 11. 解 (1) HNO_3 、一価の強酸

(2) CH_3COOH 、一価の弱酸

(3) H_2SO_4 、二価の強酸

(4) NH_3 、一価の弱塩基

(5) $NaOH$ 、一価の強塩基

(6) $Ca(OH)_2$ 、二価の強塩基

解説 強酸は $HCl \cdot H_2SO_4 \cdot HNO_3$ 、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代表的なものとして覚えておくとよい。その他は弱酸・弱塩基としてよい。

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

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

(3) $[H^+] = 1.0 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$, $pH = 13$

(4) $[H^+] = 1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$, $pH = 11$

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

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

(3) $[OH^-] = 2 \times 0.050 \text{ mol/L} \times 1.0 = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$
 表 p.115 図 18 より, $[H^+] = 1.0 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$ $pH = 13$

(4) $[OH^-] = 1 \times 0.040 \text{ mol/L} \times 0.025 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
 表 p.115 図 18 より, $[H^+] = 1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ $pH = 11$

119 類題 A. 解 (1) 13 (2) 11

解説 (1) $[OH^-] = 2 \times 0.050 \text{ mol/L} \times 1.0 = 0.10 \text{ mol/L}$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2}{0.10 \text{ mol/L}} = 1.0 \times 10^{-13} \text{ mol/L} \quad pH = 13$$

(2) $[OH^-] = 1 \times 0.040 \text{ mol/L} \times 0.025 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2}{1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}} = 1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L} \quad pH = 11$$

120 問 12. 解 (1) $2HCl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$

(2) $H_2SO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$

解説 (1) 塩酸は一価、水酸化カルシウムは二価だから、2:1の物質の比で反応する。生成する物質は塩の $CaCl_2$ と水である。

(2) 硫酸は二価、水酸化カリウムは一価だから、1:2の物質の比で反応する。生成する物質は塩の K_2SO_4 と水である。

120 問 13. 解 3.7g

解説 硫酸は二価の酸、水酸化カルシウムは二価の塩基だから、1:1の物質の比で反応する。水酸化カルシウムの質量を x [g] とすると、

$$\frac{4.9 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}} : \frac{x \text{ [g]}}{74 \text{ g/mol}} = 1 : 1$$

$$\therefore x = 3.7 \text{ g}$$

121 問 14. 解 アンモニア水では

$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ のように、アンモニアの一部が水と反応している。アンモニアの電離度は小さいので、アンモニア水の中の水酸化物イオン OH^- の濃度は小さい。これに希塩酸を1滴加えると、アンモニア水中の OH^- は希塩酸中の H^+ と結合して H_2O になる。その結果、溶液中の OH^- の濃度は減少するから、アンモニア分子が新たに水と反応し、 OH^- が生じてくる。希塩酸をさらに加えていくと、同じような反応が繰り返されて、アンモニア水中のアンモニア分子が次から次へと NH_4^+ になり、結局すべてのアンモニアが NH_4^+ になるまで反応が進行する。したがって、 $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$ の反応が完結する。

122 類題 9a. 解 0.12mol/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。

$$1 \times x \text{ [mol/L]} \times \frac{10}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{12}{1000} \text{ L}$$

これより, $x = 0.12 \text{ mol/L}$

122 類題 9b. 解 25 mL

解説 水酸化ナトリウムのモル質量は 40 g/mol であり, 一価の塩基, 塩酸は一価の酸である。塩酸の体積を $x \text{ [mL]}$ とすると, 次式が成りたつ。

$$1 \times 1.0 \text{ mol/L} \times \frac{x \text{ [mL]}}{1000 \text{ mL/L}} = 1 \times \frac{1.0 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}}$$

これより, $x = 25 \text{ mL}$

122 類題 9c. 解 30 mL

解説 塩酸は一価の酸, 硫酸は二価の酸, 水酸化ナトリウムは一価の塩基である。水酸化ナトリウム水溶液の体積を $x \text{ [mL]}$ とすると, 次式が成りたつ。

$$1 \times 0.010 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{ L} + 2 \times 0.010 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{ L} \\ = 1 \times 0.010 \text{ mol/L} \times \frac{x \text{ [mL]}}{1000 \text{ mL/L}}$$

これより, $x = 30 \text{ mL}$

125 問 15. 解 (1) 中性 (2) 塩基性

(3) 中性 (4) 酸性

解説 (1) $\text{NaOH} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ の反応により生じた塩である。強酸と強塩基の正塩だから水溶液は中性である。

(2) $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ の反応により生じた塩である。弱酸と強塩基の正塩だから水溶液は塩基性である。

(3) $\text{KOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ の反応により生じた塩である。強酸と強塩基の正塩だから水溶液は中性である。

(4) $\text{HCl} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ の反応により生じた塩である。強酸と弱塩基の正塩だから水溶液は酸性である。

◆ 演習問題 ◆

129 【1】 解 (1) $\text{pH}=1$ (2) $\text{pH}=7$

解説 (1) 次の中和反応が進行する。



塩酸から生じる H^+ の物質量は

$$1 \times 0.30 \text{ mol/L} \times 0.010 \text{ L} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

であり, 水酸化ナトリウム水溶液中の OH^- の物質量は

$$1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times 0.010 \text{ L} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

だから, H^+ が過剰である。したがって, 混合後の溶液中の H^+ の濃度は,

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

したがって, $\text{pH}=1$ である。

(2) 塩酸から生じる H^+ の物質量は

$$1 \times 0.010 \text{ mol/L} \times 0.020 \text{ L} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

であり, 水酸化カルシウム水溶液中の OH^- の物質量は

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

だから, 両者は等しいので過不足なく反応する。したがって, 混合後の溶液は $\text{pH}=7$ である。

129 【2】 解 (1) (a) ホールピペット

(b) メスフラスコ (c) ビュレット

(2) (b) (3) 0.78 mol/L

解説 (1), (2) (a) 一定体積の溶液をほかへ移し取る操作はホールピペットで行う。水でぬれていると, 濃度が薄まってしまうので, 用いる溶液で数回すすいでから使う。

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

(c) 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。水でぬれていると, 濃度が薄まってしまうので, 用いる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 $x \text{ [mol/L]}$ とすると次式が成りたつ。

$$1 \times x \text{ [mol/L]} \times \frac{10}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{7.8}{1000} \text{ L}$$

これより, $x = 0.078 \text{ mol/L}$ となるから, もとの食酢中の酢酸モル濃度は 0.78 mol/L である。

129 【3】 解 (1) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{NaOH}$



(2) 無色 \rightarrow 赤色 (3) 0.25 mol/L

解説 (1) シュウ酸は二価の酸であることに注意する。

(2) 酸の溶液に塩基を加えていくのだから, 変色域の酸性側の無色から塩基性側の赤色に変化する。

(3) 水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を $x \text{ [mol/L]}$ とすると次式が成りたつ。

$$1 \times x \text{ [mol/L]} \times \frac{8.0}{1000} \text{ L} = 2 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{ L}$$

これより, $x = 0.25 \text{ mol/L}$ となる。

129 【4】 解 5.6 L

解説 アンモニアの物質量を $x \text{ [mol]}$ とすると, 硫酸は二価の酸, アンモニアと水酸化ナトリウムは一価の塩基だから次式が成りたつ。

$$1 \times x \text{ [mol]} + 1 \times 0.50 \text{ mol/L} \times \frac{100}{1000} \text{ L} \\ = 2 \times 0.50 \text{ mol/L} \times \frac{300}{1000} \text{ L}$$

これより、 $x=0.25\text{ mol}$ となる。したがって、その体積は、標準状態で次のようになる。

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

【第3章 酸化還元反応】

131 問 16. 解 (1) 酸化された物質：HCl

還元された物質：MnO₂

(2) 酸化された物質：Cu, 還元された物質：Cl₂

解説 この段階では、「酸素と結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」「水素と結合したら還元された」「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」とする。

(1) HClはHを失ったので酸化されている。MnO₂はOを失ったので還元されている。

(2) CuCl₂は塩だからCu²⁺とCl⁻からできていて、CuはCu²⁺となって酸化されており、Cl₂はCl⁻になっているので還元されている。

133 問 17. 解 (1) +4 (2) +6 (3) +7 (4) -3

解説 (1) $\begin{array}{c} \text{Mn} \quad \text{O}_2 \\ +4 \quad -2 \end{array}$ (2) $\begin{array}{c} \text{Ca} \quad \text{S} \quad \text{O}_4 \\ +2 \quad +6 \quad -2 \end{array}$ (3) $\begin{array}{c} \text{K} \quad \text{Mn} \quad \text{O}_4 \\ +1 \quad +7 \quad -2 \end{array}$

(4) $\begin{array}{c} \text{N} \quad \text{H}_4 \quad \text{Cl} \\ -3 \quad +1 \quad -1 \end{array}$

133 問 18. 解

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
酸化された物質	H ₂	Na	H ₂	KI	Zn
還元された物質	CuO	H ₂ O	N ₂	Cl ₂	H ₂ SO ₄

解説 (1) $\text{CuO} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
 $\begin{array}{ccccccc} +2 & 0 & & 0 & & +1 & \\ & \swarrow & & \searrow & & & \\ & \text{還元} & & \text{酸化} & & & \end{array}$

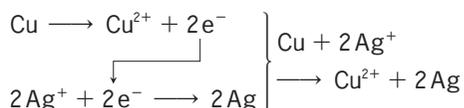
(2) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
 $\begin{array}{ccccccc} 0 & +1 & & +1 & & 0 & \\ & \swarrow & & \searrow & & & \\ & \text{酸化} & & \text{還元} & & & \end{array}$

(3) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{N} \quad \text{H}_3$
 $\begin{array}{ccccccc} 0 & 0 & & -3 & +1 & & \\ & \swarrow & & \searrow & \searrow & & \\ & \text{還元} & & \text{酸化} & & & \end{array}$

(4) $2\text{KI} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$
 $\begin{array}{ccccccc} -1 & 0 & & -1 & 0 & & \\ & \swarrow & & \searrow & \searrow & & \\ & \text{酸化} & & \text{還元} & & & \end{array}$

(5) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
 $\begin{array}{ccccccc} 0 & +1 & & +2 & & 0 & \\ & \swarrow & & \searrow & & & \\ & \text{酸化} & & \text{還元} & & & \end{array}$

140 問 19. 解



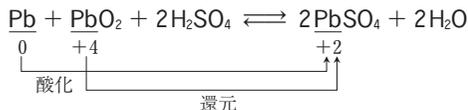
解説 銀より銅のほうがイオン化傾向が大きいので、銅は酸化されて電子を失い、銀イオンはその電子を受け取って還元され単体の銀となる。銅(II)イオンが

生成するため溶液は青色になる。

147 問 A. 解 (1) 酸化剤: PbO_2 , 還元剤: Pb

(2) 負極: 増加する, 正極: 増加する, 希硫酸: 減少する

解説 (1) 鉛蓄電池の放電の反応は次のようになる。



したがって, Pb は酸化されたので還元剤, PbO_2 は還元されたので酸化剤である。

(2) 放電により次の変化が起こる。

負極: $\text{Pb} \rightarrow \text{PbSO}_4$ SO_4^{2-} の分だけ質量増加

正極: $\text{PbO}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4$ SO_2 の分だけ質量増加

電解液 $\left\{ \begin{array}{l} 2\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 減少} \\ 2\text{H}_2\text{O} \text{ 増加} \end{array} \right\}$ H_2SO_4 が減少し, H_2O が増加するから濃度は薄くなる。

151 問 20. 解 陰極: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

陽極: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

解説 陰極: 銅はイオン化傾向が小さいので電子を受け取って単体が析出する。

陽極: 硝酸イオンは水溶液中で安定なので, かわりに水分子が酸化されて酸素が生成する。

152 問 21. 解

電極	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
陽極	Cl_2	O_2	O_2	O_2
陰極	H_2	H_2	H_2	Ag

解説 (ア) 塩化カルシウム水溶液の電気分解では, 陰極に生じた OH^- は溶液中の Ca^{2+} と反応して $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を生じる。

陰極: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

$\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

陽極: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

(イ) 陰極: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

陽極: $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$

(ウ) 陰極: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

陽極: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

(エ) 陰極: $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$

陽極: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$

157 類題 A. 解 (1) $1.93 \times 10^3 \text{C}$

(2) 酸素 O_2 , 0.112L

解説 (1) このときの反応は次のようになる。

陰極: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

陽極: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$

陰極に銅が 0.635g 析出したから,

$$\frac{0.635 \text{g}}{63.5 \text{g/mol}} \times 2 \times 9.65 \times 10^4 \text{C/mol} = 1.93 \times 10^3 \text{C}$$

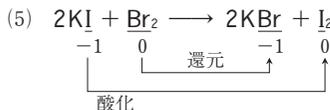
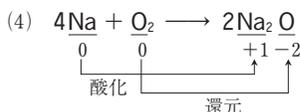
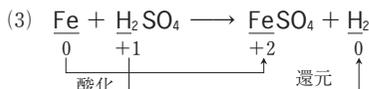
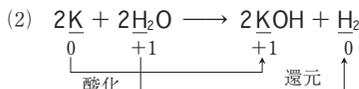
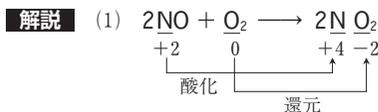
(2) 陽極では酸素が発生し, その 1mol に対して電子 4mol を必要とするから,

$$\frac{0.635 \text{g}}{63.5 \text{g/mol}} \times 2 \times \frac{22.4 \text{L/mol}}{4} = 0.112 \text{L}$$

◆ 演習問題 ◆

159 【1】 解

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
酸化された物質	NO	K	Fe	Na	KI
還元された物質	O_2	H_2O	H_2SO_4	O_2	Br_2



159 【2】 解 (ア) 8 (イ) H^+ (ウ) 5 (エ) 4

(オ) 酸化 (カ) 2 (キ) 還元 (ク) 6 (ケ) H^+

(コ) CO_2 (カ) 8 (シ) H_2O (ス) 0.020

解説 (ア)~(エ) MnO_4^- と Mn^{2+} からマンガン酸化数が 5 減少しているから e^- の係数は 5 となり, MnO_4^- の O 原子の数から右辺の H_2O の係数は 4 となる。したがって, 左辺には 8H^+ があればよい。

(オ) 電子を受け取っているから酸化剤。

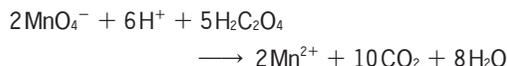
(カ) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ が 2CO_2 になることから, 炭素の酸化数は合計で 2 増加しているから e^- の係数は 2 となる。

(キ) 電子を放出しているから還元剤。

(ク)~(シ)



①式 $\times 2 +$ ②式 $\times 5$ より次式を得る。



(ス) この反応において, KMnO_4 は 1mol 当たり 5mol

の電子を奪い、シュウ酸は2molの電子を放出するから、 KMnO_4 の濃度を x [mol/L] とすると、

$$0.10 \text{ mol/L} \times \frac{20}{1000} \text{ L} : x \text{ [mol/L]} \times \frac{40}{1000} \text{ L} \\ = 5 : 2$$

$$\therefore x = 0.020 \text{ mol/L}$$

159 【3】 解 A : Zn, B : Na, C : Au, D : Ag,

E : Cu

解説 (1) Bはナトリウムである。

(2) 塩酸と反応するAは亜鉛である。Cは濃硝酸と反応しないので金である。

(3) DよりEのほうがイオン化傾向が大きいから、Eが銅、Dが銀である。

180 問 A. 解 (1) 7×10^4 Pa

(2) ジエチルエーテル

解説 (1) 図Bから、 70°C におけるエタノールの蒸気圧は 7×10^4 Pa と読み取れる。

(2) 同じ温度において、蒸気圧が最も高い物質が最も蒸発しやすい。よって、ジエチルエーテルが最も蒸発しやすい。

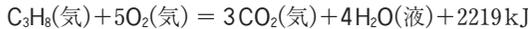
181 問 B. 解 90°C

解説 蒸気圧が 7.0×10^4 Pa になるときの温度が、その圧力における沸点である。よって図Bから、この圧力における水の沸点は 90°C と読み取れる。

185 問 A. 解 $\text{CO}(\text{気}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{気}) = \text{CO}_2(\text{気}) + 283\text{kJ}$

解説 熱化学方程式においては、反応熱の対象となる物質の化学式の係数を1とすることに注意する。他の物質の係数は分数になってもよい。この熱化学方程式は一酸化炭素の燃焼熱を表すので、COの係数を1として他の物質の係数を決める。

186 問 A. 解



解説 この熱化学方程式はプロパンが燃焼するときの燃焼熱を表すので、 C_3H_8 の係数を1として他の物質の係数を決める。

186 問 B. 解 $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{気}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{気}) = \text{NH}_3(\text{気}) + 46\text{kJ}$

解説 この熱化学方程式はアンモニアの生成熱を表すので、 NH_3 の係数を1として他の物質の係数を決める。

186 問 C. 解 $8.4 \times 10^2\text{J}$

解説 $Q = mcT$ より

$$Q = 100\text{g} \times 4.2\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K}) \times 2.0\text{K} = 8.4 \times 10^2\text{J}$$

187 問 D. 解 4.5kJ

解説 水酸化ナトリウムの溶解熱は(4)式より、 44.5kJ/mol である。

式量 $\text{NaOH} = 40$ より NaOH 4.0g 当たりの発熱量は、

$$44.5\text{kJ/mol} \times \frac{4.0\text{g}}{40\text{g/mol}} = 4.45\text{kJ} \approx 4.5\text{kJ}$$

187 問 E. 解 1.13kJ

解説 塩酸の物質量は

$$0.100\text{mol/L} \times \frac{200}{1000}\text{L} = 0.0200\text{mol}$$

水酸化ナトリウムの物質量は

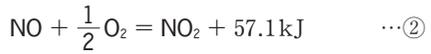
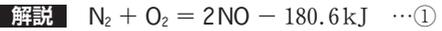
$$0.100\text{mol/L} \times \frac{200}{1000}\text{L} = 0.0200\text{mol}$$

$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ より、塩酸と水酸化ナトリウムは 0.0200mol ずつ反応している。中和熱は(6)式より 56.5J/mol なので、 H^+ 、 OH^- 0.0200mol

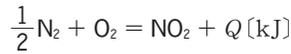
ずつの反応に換算すると、

$$56.5\text{kJ/mol} \times 0.0200\text{mol} = 1.13\text{kJ}$$

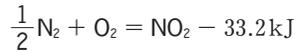
189 問 B. 解 -33.2kJ/mol



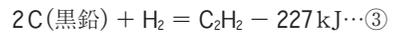
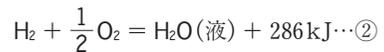
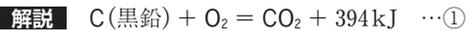
求める式は、



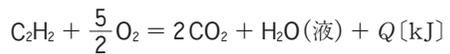
$\textcircled{1} \times \frac{1}{2} + \textcircled{2}$ より



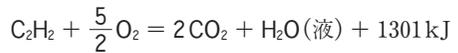
189 問 C. 解 1301kJ/mol



求める式は、



$\textcircled{1} \times 2 + \textcircled{2} - \textcircled{3}$ より、



191 問 D. 解 946kJ/mol

解説 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3 + 92\text{kJ}$ について $\text{N}=\text{N}$ の結合エネルギーを $x[\text{kJ/mol}]$ とすると、表Dから

$\text{H}-\text{H}$ 436kJ/mol 、 $\text{N}-\text{H}$ 391kJ/mol より、

反応熱 = (生成物の結合エネルギーの総和) - (反応物の結合エネルギーの総和)

$$92 = 391 \times 3 \times 2 - (x + 436 \times 3)$$

$$x = 946\text{kJ/mol}$$

194 問 1. 解 (1) 10^2 (2) 10^6 (3) 10^{-2} (4) 10^{-7}

194 問 2. 解 (1) 2.24×10^5 (2) 9.65×10^4
(3) 6.7×10^{-2} (4) 2.4×10^{-4}

194 問 3. 解 (1) 10^{14} (2) 10^{-5} (3) 10^{15}
(4) 5.6×10^9 (5) 2.5×10^{-6}

195 問 4. 解 (1) 46.4°C (2) $22\text{g}/100\text{g}$ 水

196 問 5. 解 (1) 2 (2) 3

196 問 6. 解 (1) 1.78×10^6 (2) 5.67×10^{-5}

196 問 7. 解 (1) 2.3 (2) 3.1 (3) 2.1

196 問 8. 解 (1) 7.0 (2) 1.2

■ まとめ 物質量の計算 ■

C=12 などは、=の左の物質の原子量・分子量・式量を表す。

94 **A** (ア) $1.0 \text{ mol} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = \underline{6.0 \times 10^{23}} \text{ (個)}$

(イ) $0.50 \text{ mol} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = \underline{3.0 \times 10^{23}} \text{ (個)}$

(ウ) $1.5 \text{ mol} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = \underline{9.0 \times 10^{23}} \text{ (個)}$

(エ) CaCl_2 1 mol 中に Ca^{2+} は 1 mol 含まれるので、
 $2.0 \text{ mol} \times 1 \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = \underline{1.2 \times 10^{24}} \text{ (個)}$

(オ) $\frac{6.0 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = \underline{1.0 \text{ mol}}$

(カ) $\frac{3.0 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = \underline{5.0 \text{ mol}}$

(キ) $\frac{1.5 \times 10^{22}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = \underline{0.025 \text{ mol}}$

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

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

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

(ウ) $\text{H}_2\text{S}=34$, $1.5 \text{ mol} \times 34 \text{ g/mol} = \underline{51 \text{ g}}$

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

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

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

(キ) $\text{NO}_2=46$, $\frac{2.3 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}} = \underline{0.050 \text{ mol}}$

(ク) $\text{Na}_2\text{CO}_3=106$, $\frac{5.3 \text{ g}}{106 \text{ g/mol}} = \underline{0.050 \text{ mol}}$

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

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

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

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

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

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

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

(イ) Fe=56, $\frac{3.0 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} \times 56 \text{ g/mol} = \underline{280 \text{ g}}$

(ウ) $\text{H}_2\text{O}=18$, $\frac{2.0 \times 10^{22}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} \times 18 \text{ g/mol} = \underline{0.60 \text{ g}}$

(エ) $\text{Al}^{3+}=27$, $\frac{6.0 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} \times 27 \text{ g/mol} = \underline{270 \text{ g}}$

(オ) C=12,

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

(カ) Mg=24,

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

(キ) $\text{NO}_2=46$,

$\frac{2.3 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = \underline{3.0 \times 10^{22}} \text{ (個)}$

(ク) $\text{Na}_2\text{CO}_3=106$, Na_2CO_3 1 mol 中の Na^+ は 2 mol。

$\frac{53 \text{ g}}{106 \text{ g/mol}} \times 2 \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = \underline{6.0 \times 10^{23}} \text{ (個)}$

95 **E** (ア) $\text{CH}_4=16$, $\frac{4.0 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} \times 22.4 \text{ L/mol} = \underline{5.6 \text{ L}}$

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

(ウ) $\text{O}_2=32$, $\frac{22.4 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 32 \text{ g/mol} = \underline{32 \text{ g}}$

(エ) $\text{NH}_3=17$, $\frac{67.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 17 \text{ g/mol} = \underline{51 \text{ g}}$

(オ) $\text{H}_2\text{S}=34$, $\frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 34 \text{ g/mol} = \underline{17 \text{ g}}$

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

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

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

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

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

(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) $\frac{7.5 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} \times 22.4 \text{ L/mol} = \underline{280 \text{ L}}$