

本書の構成と 利用の仕方

本書は「化学基礎」の学習内容を27テーマに分け、各テーマを次のような構成にしました。また、別冊解答編には、丁寧に詳しい解説も付け、理解が深まるようになっています。

本書の構成

- まとめ ————— 各テーマの重要事項がわかりやすくまとめてあります。
- 基礎チェック ————— 基礎事項のチェックができます。
- 例題研究 ————— 必要なテーマには「例題研究」を載せ、問題の解き方を詳しく説明しています。
- 練習問題 ————— 教科書を復習すれば解ける基本的な問題です。
- 定着演習 ————— 身につけてほしい基本事項をまとめたドリル形式の問題です。
- 実戦問題 ————— 化学基礎で学習した内容すべてを範囲とする、大学入学共通テスト形式の問題です。化学基礎の学習を終えた後、腕試しに取り組んでみましょう。

※ **発展** マークの付いた箇所は、「化学基礎」の学習指導要領に示されていない内容です。理解をさらに深めるために活用できます。

※ **?** マークの付いた箇所は、思考力を必要とする問題です。

おもな元素の原子量（概数値）

元素	原子量	元素	原子量	元素	原子量
水素 H	1.0	マグネシウム Mg	24	カルシウム Ca	40
炭素 C	12	アルミニウム Al	27	鉄 Fe	56
窒素 N	14	硫黄 S	32	銅 Cu	63.5
酸素 O	16	塩素 Cl	35.5	銀 Ag	108
ナトリウム Na	23	カリウム K	39	ヨウ素 I	127

※問題中の計算において、特に断りのないかぎり、原子量は上記の数値を用いる。

目次

本書の特徴、おもな元素の原子量、目次 …… 表紙ウラ
指数・有効数字の扱い方 …………… 1

1 編 物質の構成

- 1 物質の成分 …………… 2
- 2 物質の構成元素 …………… 6
- 3 物質の三態 …………… 10
- 4 原子の構造 …………… 12
- 5 電子配置 …………… 16
- 6 元素の周期表 …………… 18
- 7 イオンとイオン結合 …………… 20
- 8 分子と共有結合 …………… 26
- 9 電気陰性度と分子の極性 …………… 32
- 10 分子結晶、共有結合の結晶 …………… 34
- 11 金属と金属結合 …………… 36
- 12 化学結合と物質の分類 …………… 38
- 定着演習①(電子配置・元素の周期表) …………… 40
- 定着演習②(イオン・組成式) …………… 41

2 編 物質の変化

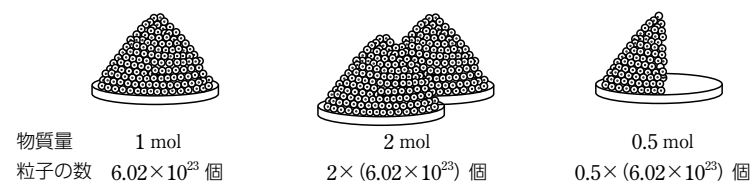
- 13 原子量・分子量・式量 …………… 42
- 14 物質質量 …………… 44
- 15 溶液の濃度 …………… 50
- 定着演習③(物質質量) …………… 56
- 16 化学反応式 …………… 58
- 17 化学反応式の表す量的関係 …………… 60
- 18 化学の基本法則 …………… 66
- 定着演習④(溶液の濃度) …………… 68
- 定着演習⑤(化学反応式の表す量的関係) …………… 69
- 19 酸と塩基 …………… 70
- 20 水素イオン濃度と pH …………… 74
- 21 中和反応と塩の生成 …………… 78
- 22 中和滴定 …………… 82
- 23 酸化と還元 …………… 88
- 24 酸化剤と還元剤 …………… 90
- 定着演習⑥(中和滴定) …………… 96
- 定着演習⑦(酸化還元反応) …………… 98
- 25 金属の酸化還元反応 …………… 100
- 26 酸化還元反応の応用 …………… 104
- 27 電池・電気分解 …………… 106
- 実戦問題 …………… 112
- 元素の周期表 …………… 裏表紙ウラ

1 アボガドロ定数と物質質量

1 モル [mol] …… 6.02×10^{23} 個の粒子の集団。

物質質量 …… モル [mol] を単位として表した物質の量。

1 mol の物質には、 6.02×10^{23} 個の粒子が含まれる。



アボガドロ定数 …… 1 mol あたりの粒子の数 = $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

$$\text{物質質量 [mol]} = \frac{\text{粒子の数}}{6.02 \times 10^{23} / \text{mol}} \quad \text{粒子の数} = \text{物質質量 [mol]} \times 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$$

モル質量 …… 物質 1 mol あたりの質量。単位 [g/mol]

$$\text{物質質量 [mol]} = \frac{\text{物質の質量 [g]}}{\text{モル質量 [g/mol]}} \quad \text{物質の質量 [g]} = \text{物質質量 [mol]} \times \text{モル質量 [g/mol]}$$

2 気体の体積と物質質量

アボガドロの法則 …… 「同温・同圧のとき、すべての気体は、同体積中に同数の分子を含んでいる。」

例 0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 22.4 L の体積を占める気体には、 6.02×10^{23} 個 (1 mol) の分子が含まれる。

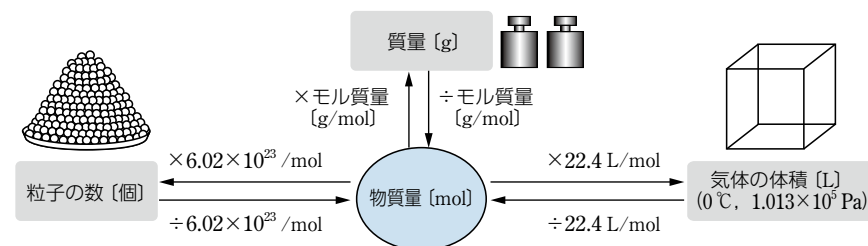
モル体積 …… 物質 1 mol あたりの体積。単位 [L/mol]

$$\text{物質質量 [mol]} = \frac{\text{気体の体積 [L]}}{22.4 \text{ L/mol}} \quad \text{気体の体積 [L]} = \text{物質質量 [mol]} \times 22.4 \text{ L/mol}$$

気体の密度 …… 気体 1 L あたりの質量。単位 [g/L]

$$\text{気体の密度 [g/L]} = \frac{\text{気体の質量 [g]}}{\text{気体の体積 [L]}} = \frac{\text{モル質量 [g/mol]}}{\text{モル体積 [L/mol]}}$$

3 物質質量と粒子の数・質量・気体の体積の関係



左図のように、粒子の数、質量、気体の体積の間で相互に量を換算するときは、物質質量 [mol] を経由して行う。

- ・ 6.02×10^{23} 個の粒子の集団を 1 mol という。このように、粒子の個数に着目して表した物質の量を (①) という。
- ・ 原子や分子 1 mol あたりの粒子の数 $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$ を (②) (N_A) という。
- ・ 物質 1 mol あたりの質量を (③) [g/mol] という。原子、分子、イオンなどのモル質量は、原子量、分子量、式量に単位 g/mol をつけたものとほぼ等しい。
- ・ イタリアのアボガドロは、「同温・同圧のとき、すべての気体は、同体積中に同数の分子を含んでいる。」という仮説を提唱した。このことはさまざまな実験によって確かめられ、(④) と呼ばれるようになった。
- ・ 0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (本書ではこれを標準状態と呼ぶ)において、気体 1 mol の体積は (⑤) L になる。物質 1 mol あたりの体積を (⑥) という。標準状態での気体の (⑥) は (⑤) L/mol になる。
- ・ 気体 1 L あたりの質量を気体の (⑦) といい、g/L の単位で表す。また、標準状態で 22.4 L の気体の質量を求めると、気体 1 mol の質量が求められる。この質量から単位 g を除くと、気体の (⑧) が求められる。
- ・ 混合気体を 1 種類の分子からなるとして求めた見かけの分子量を平均分子量と呼ぶ。
- ・ 物質質量を介すると、粒子の数、質量、気体の体積を相互変換できる。すなわち、粒子の数 \leftrightarrow 質量 \leftrightarrow 気体の体積の間で相互変換するときは、一度、物質質量を求めてから行うとよい。

答

- ① _____
 ② _____
 ③ _____
 ④ _____
 ⑤ _____
 ⑥ _____
 ⑦ _____
 ⑧ _____

答

- ①物質質量 ②アボガドロ定数 ③モル質量 ④アボガドロの法則 ⑤ 22.4 ⑥モル体積 ⑦密度
 ⑧分子量

例題研究

解説動画

例題 1 物質質量

メタン CH_4 について、次の各問いに有効数字 2 桁で答えよ。(原子量は、 $\text{H}=1.0$ 、 $\text{C}=12$ 、アボガドロ定数は、 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$)

- (1) メタン 2.4 g の物質質量は何 mol か。
- (2) メタン 2.4 g の体積は、0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で何 L か。
- (3) メタン 2.4 g に含まれる水素原子の個数は何個か。

解説

- (1) メタン CH_4 の分子量は、 $12 + 1.0 \times 4 = 16$ より、そのモル質量は 16 g/mol。メタン 2.4 g の物質質量は、

$$\text{物質質量 [mol]} = \frac{\text{物質の質量 [g]}}{\text{モル質量 [g/mol]}} = \frac{2.4 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 0.15 \text{ mol}$$

- (2) 気体 1 mol の体積 (モル体積) は、0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 22.4 L である。メタン 0.15 mol の体積は、
 気体の体積 [L] = 物質質量 [mol] \times 22.4 L/mol = 0.15 mol \times 22.4 L/mol = 3.36 L \approx 3.4 L

- (3) メタン 0.15 mol のメタン分子の数は、

$$\text{粒子の数} = 0.15 \text{ mol} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = 9.0 \times 10^{22}$$

メタン CH_4 1 分子あたりに含まれる水素原子 H は 4 個なので、 9.0×10^{22} 個のメタン分子に含まれる水素原子の数は、

$$9.0 \times 10^{22} \times 4 = 3.6 \times 10^{23}$$

答 (1) 0.15 mol (2) 3.4 L (3) 3.6×10^{23} 個

139 水溶液の pH

次の文の()に適切な数値を①, ③, ④は有効数字2桁で, ②, ⑤は整数値で答えよ。ただし, 水溶液の温度は25℃とする。

- (1) 塩化水素の電離を表す式は, $\text{HCl} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ である。0.010 mol/L の塩酸中の水素イオン濃度は(①) mol/L であるから, pH は(②) である。
- (2) 水酸化ナトリウム水溶液の電離を表す式は, $\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ である。1.0×10⁻³ mol/L の水酸化ナトリウム水溶液中の水酸化物イオン濃度は(③) mol/L であるから, 水素イオン濃度は(④) mol/L となり, pH は(⑤) である。

140 pH の計算

次の水溶液の pH を整数値で求めよ。

- (1) 1.0×10⁻² mol/L の塩酸
- (2) 5.0×10⁻² mol/L の酢酸水溶液(酢酸の電離度は0.020)
- (3) 0.10 mol/L の塩酸を純水で100倍に薄めた水溶液
- (4) 5.0×10⁻³ mol の水酸化ナトリウム NaOH を水に溶かして500 mL とした水溶液

答 (1) (2) (3) (4)

141 水酸化ナトリウム水溶液の pH

0.20 g の水酸化ナトリウム NaOH を水に溶かして500 mL とした水溶液の pH を整数値で求めよ。(原子量は, H=1.0, O=16, Na=23)

答

142 硫酸の pH

5.0×10⁻⁴ mol/L の硫酸 H₂SO₄ 水溶液の pH を整数値で求めよ。ただし, 硫酸の電離度は1.0とする。

答

143 pH

次の pH に関する文について, 正しいものには○, 誤っているものには×で答えよ。

- (1) 酸の水溶液は, pH が大きいほど酸性は強くなる。
- (2) 0.10 mol/L の酢酸水溶液の pH は, 0.10 mol/L の塩酸の pH より小さい。
- (3) 0.10 mol/L のアンモニア水の pH は, 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の pH より小さい。
- (4) pH=5 の塩酸を水で1000倍に薄めると, pH は8になる。
- (5) pH=12 の水酸化ナトリウム水溶液を水で10倍に薄めると, pH は13になる。

答 (1) (2) (3) (4) (5)

144 pH 指示薬

次の pH 指示薬の変色域 を示す図で, A ~ C に該当する指示薬を下の(ア)~(エ)から選び, 記号で答えよ。また, a ~ f に該当する色を下の①~⑤から選び, 番号で答えよ。

指示薬	pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A			a (色)				b (色)									
B						c (色)			d (色)							
C							e (色)				f (色)					

[(ア) フェノールフタレイン(PP) (イ) メチルオレンジ(MO)]
[(ウ) プロモチモールブルー(BTB) (エ) リトマス(LM)]
[①黄 ②赤 ③緑 ④青 ⑤無]

答 A a b B c d
C e f

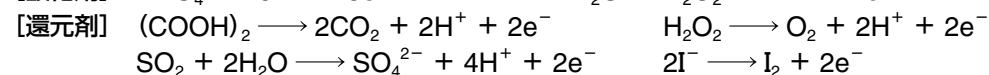
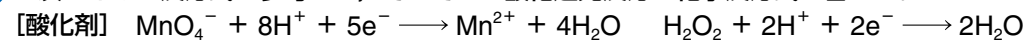
145 身近な物質の pH

次の水溶液のうち, pH が最も小さいものと pH が最も大きいものをそれぞれ選び, 記号で答えよ。

- ① セッケン水 ② ヒトの血液 ③ 食酢 ④ 涙

答 pHが最も小さいもの pHが最も大きいもの

1 次のイオン反応式を参考にし、それぞれの酸化還元反応の化学反応式を答えよ。



(1) 硫酸酸性にしたシュウ酸水溶液に、過マンガン酸カリウム水溶液を加える。

()

(2) 濃度不明の硫酸鉄(Ⅱ) FeSO_4 水溶液 40 mL に希硫酸を加え、0.25 mol/L の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液を滴下したところ、12 mL で終点に達した。硫酸鉄(Ⅱ)水溶液の濃度は何 mol/L か。

()

(2) 硫酸酸性にした過酸化水素水に、過マンガン酸カリウム水溶液を加える。

()

(3) 硫酸酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液に二酸化硫黄を吹き込む。

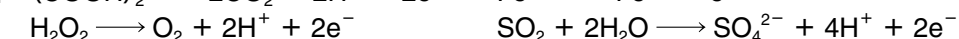
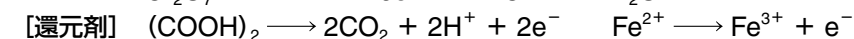
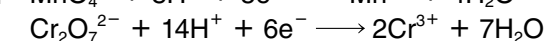
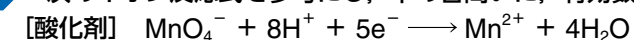
()

(4) 硫酸酸性にした過酸化水素水に、ヨウ化カリウムを加える。

()

()

2 次のイオン反応式を参考にし、下の各問いに、有効数字 2 桁で答えよ。



(1) 濃度不明のシュウ酸 $(\text{COOH})_2$ 水溶液 10 mL に希硫酸を加え、0.10 mol/L の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液を滴下したところ、20 mL で終点に達した。シュウ酸水溶液のモル濃度は何 mol/L か。

()

(2) 濃度不明の硫酸鉄(Ⅱ) FeSO_4 水溶液 40 mL に希硫酸を加え、0.25 mol/L の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液を滴下したところ、12 mL で終点に達した。硫酸鉄(Ⅱ)水溶液の濃度は何 mol/L か。

()

(3) 濃度不明の過酸化水素 H_2O_2 水 30 mL に希硫酸を加え、0.20 mol/L の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液を滴下したところ、34 mL で終点に達した。過酸化水素水の濃度は何 mol/L か。

()

(4) 濃度不明の硫酸鉄(Ⅱ) FeSO_4 水溶液 50 mL に希硫酸を加え、0.10 mol/L の二クロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 水溶液を滴下したところ、25 mL で終点に達した。硫酸鉄(Ⅱ)水溶液の濃度は何 mol/L か。

()

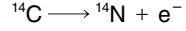
(5) 硫酸を加え酸性にした 0.50 mol/L の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液 20 mL と過不足なく反応する二酸化硫黄 SO_2 の体積は 0℃、 1.013×10^5 Pa で何 mL か。

()

- 30 (1)放射性同位体 (ラジオアイソトープ)
(2)半減期 (3) ^{14}N (4)17190 年前
(5)癌の治療, 遺跡の年代測定など

解説

- (3) ^{14}C は β 壊変し, ^{14}N に変化する。



- (4)はじめの $\frac{1}{2}$ になるまでの時間が5730年(半減期)である。

$$\frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^3$$

であることを考えると、半減期の3倍の時間が経過していることがわかる。よって、この遺物は、 $5730 \times 3 = 17190$ 年前のものであると求められる。

- (5)放射性同位体は、放射線を癌の患部に照射して行う放射線治療、 ^{14}C を用いた遺跡の遺物年代測定などに利用されている。そのほか、品種改良や殺菌などにも利用されている。

5 電子配置 p.16, 17

練習問題

- 31 (1)K殻:1個, 価電子の数 1個
(2)K殻:2個, L殻:3個, 価電子の数 3個
(3)K殻:2個, L殻:6個, 価電子の数 6個
(4)K殻:2個, L殻:8個, 価電子の数 0個
(5)K殻:2個, L殻:8個, M殻:3個, 価電子の数 3個
(6)K殻:2個, L殻:8個, M殻:5個, 価電子の数 5個
(7)K殻:2個, L殻:8個, M殻:7個, 価電子の数 7個
(8)K殻:2個, L殻:8個, M殻:8個, 価電子の数 0個

解説

各原子の電子の数は、原子番号と等しいため、(1)H 1個, (2)B 5個, (3)O 8個, (4)Ne 10個, (5)Al 13個, (6)P 15個, (7)Cl 17個, (8)Ar 18個である。各電子殻の収容電子数を考えながら、内側の電子殻から順に電子を満たしていけばよい。価電子の数は最外殻電子の数と等しいが、貴ガスは0個である。

- 32 (1)4 (2)3 (3)6 (4)0 (5)1 (6)2

解説

貴ガス以外の元素では、最外殻電子が価電子となるため、各原子の電子配置を考えればよい。ただし、貴ガスの価電子の数は0である。

- (1) ${}_6\text{C}$ K殻:2個, L殻:4個
(2) ${}_{13}\text{Al}$ K殻:2個, L殻:8個, M殻:3個
(3) ${}_{16}\text{S}$ K殻:2個, L殻:8個, M殻:6個
(4) ${}_{18}\text{Ar}$ K殻:2個, L殻:8個, M殻:8個
(5) ${}_{19}\text{K}$ K殻:2個, L殻:8個, M殻:8個, N殻:1個
(6) ${}_{20}\text{Ca}$ K殻:2個, L殻:8個, M殻:8個, N殻:2個

- 33 (1)a Li b O c Ne d Si e Cl
(2)e (3)c

解説

- (2)貴ガスは価電子0、その他の元素は最外殻電子が価電子となる。よって、価電子の数は、a 1個, b 6個, c 0個, d 4個, e 7個である。
(3)Neは閉殻であるため、安定な電子配置をとる。

- 34 (1)ア Be, 2個 イ C, 4個 ウ F, 7個
エ Ne, 0個 オ Mg, 2個
(2)ア, オ (3)エ (4)M殻, 16個

解説

- (1)原子は、陽子の数と電子の数が等しいため、電子の数が原子番号と等しい。また、貴ガスは価電子0、その他の元素は最外殻電子が価電子となる。
(2)価電子の数が等しい原子どうしは、化学的性質が似ている。
(3)貴ガスは電子配置が安定であり、ほかの原子と結合しにくい。
(4)Mgの最外殻はM殻である。M殻には18個の電子を収容することができるため、最大あと $18 - 2 = 16$ 個の電子を収容することができる。

6 元素の周期表 p.18, 19

練習問題

- 35 ①H 水素 ②He ヘリウム
③Li リチウム ④Be ベリリウム
⑤B ホウ素 ⑥C 炭素
⑦N 窒素 ⑧O 酸素
⑨F フッ素 ⑩Ne ネオン
⑪Na ナトリウム
⑫Mg マグネシウム
⑬Al アルミニウム ⑭Si ケイ素
⑮P リン ⑯S 硫黄
⑰Cl 塩素 ⑱Ar アルゴン
⑲K カリウム ⑳Ca カルシウム

解説

原子番号1~20の元素記号と元素名は暗記しておこう。

- 36 (1)B (2)C, D (3)I (4)H (5)E
(6)B, C, D, E, F (7)A, G, H, I

解説

- (1)アルカリ金属は水素を除く1族元素。
(2)アルカリ土類金属は2族元素。
(3)貴ガスは18族元素。
(4)ハロゲンは17族元素。
(5)遷移元素は3~12族元素。
(6)(7)金属元素と非金属元素の境界は覚えておこう。

- 37 (1)K, アルカリ金属 (2)Cl, ハロゲン
(3)Ar, 貴ガス (4)Ca, アルカリ土類金属

解説

特別な名前と呼ばれる同族元素については、その名称と属する元素の元素記号をきちんと暗記しておこう。

- 38 (1)Ne (2)F (3)Mg (4)Ar (5)Ca

解説

- (1)第2周期の貴ガス(18族元素)はネオンNe。
(2)第2周期で最も価電子の数が多いのは、フッ素F(価電子7)。
(3)第3周期で価電子の数が2個の元素は、マグネシウムMg。

- (4)第3周期で最も価電子の数が少ないのは、アルゴンAr(価電子0)。
(5)第4周期のアルカリ土類金属は、カルシウムCa。

- 39 (イ), (カ)

解説

- (ア)同じ族に属する元素は同族元素という。誤り。
(イ)同族元素では、原子番号が大きくなるにつれて電子殻の数が増えるため、原子の半径が大きくなる。正しい。
(ウ)同周期の元素では、原子番号が大きくなるにつれて原子の陰性が強くなる。誤り。
(エ)同周期の元素では、原子番号が大きくなるにつれて、電子が原子核により強く引きつけられるため、原子の半径が小さくなる。誤り。
(オ)典型元素の価電子の数は、貴ガスを除きすべて族番号の1の位の数に等しい。また、貴ガスは価電子0である。誤り。
(カ)遷移元素は、すべて金属元素である。正しい。

7 イオンとイオン結合 p.20~25

練習問題

- 40 (1) Li^+ , He (2) O^{2-} , Ne (3) Mg^{2+} , Ne
(4) S^{2-} , Ar (5) Cl^- , Ar (6) Ca^{2+} , Ar

解説

- (1)Li(K2, L1)は電子を1個失い、Heと同じ電子配置をもつ Li^+ (K2)となる。
(2)O(K2, L6)は電子を2個受け取り、Neと同じ電子配置をもつ O^{2-} (K2, L8)となる。
(3)Mg(K2, L8, M2)は電子を2個失い、Neと同じ電子配置をもつ Mg^{2+} (K2, L8)となる。
(4)S(K2, L8, M6)は電子を2個受け取り、Arと同じ電子配置をもつ S^{2-} (K2, L8, M8)となる。
(5)Cl(K2, L8, M7)は電子を1個受け取り、Arと同じ電子配置をもつ Cl^- (K2, L8, M8)となる。
(6)Ca(K2, L8, M8, N2)は電子を2個失い、Arと同じ電子配置をもつ Ca^{2+} (K2, L8, M8)となる。