

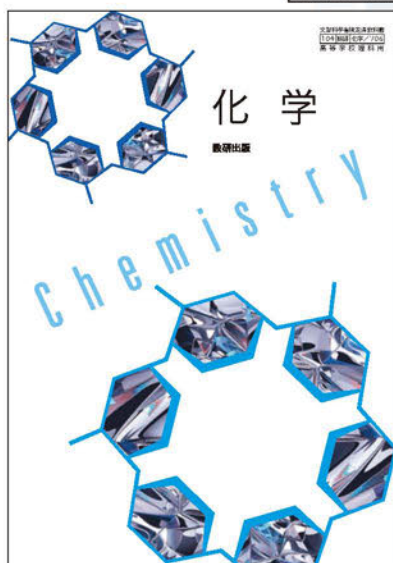
ダイジェスト版

改訂!

化基/104-902



化学/706



教科書『改訂版 高等学校 化学基礎』

- 1 教科書の特長
- 6 教科書紙面の紹介
- 48 特集 化学基礎教科書の比較
- 50 授業時間配分表／著作者・編集協力者一覧
- 51 準拠ノート
- 52 QR コンテンツ一覧
- 56 教授資料

教科書『化学』（初版）

- 64 教科書の特長
- 65 授業時間配分表／著作者・編集協力者一覧
- 66 教科書紙面の紹介
- 87 特集 化学教科書の比較
- 88 QR コンテンツ一覧
- 92 教授資料

- 93 副教材
- 94 デジタル教科書／デジタル副教材
- 98 Studyaid D.B.



教科書の詳細は
こちら！



紹介動画はこちら！

数研出版の化学教科書

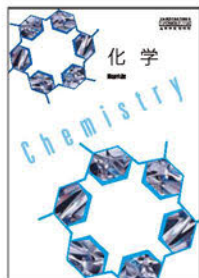
化学基礎全点改訂しました！

改訂版
(低学年用)



	改訂版 化学基礎	改訂版 高等学校 化学基礎	改訂版 新編 化学基礎
特 徴	自ら考える力を養い、 生徒の学びをサポート する教科書	化学基礎の範囲を2単位で 無理なく終わらせる教科書	日常生活とのつながりを感じ ながら、無理なく基本が身に つく教科書
基本情報	化基/104-901 A5判・280ページ	化基/104-902 B5変型判・248ページ	化基/104-903 B5判・224ページ

初版
(高学年用)



	化学	新編 化学
特 徴	広く深く学び、大学進 学を見据えた力を養う ことができる教科書	日常生活とのつながりを感じ ながら化学の知識や見方・ 考え方が身につく教科書
基本情報	化学/706 A5判・512ページ	化学/707 B5判・384ページ



改訂版
高等学校 化学基礎
化基/104-902
B5変型判・248ページ

化学基礎の範囲を2単位で無理
なく終わらせ、生徒の自学自習
をフルサポートする教科書です

「改訂版 高等学校 化学基礎」は、こんな教科書！

特長 1

問や例題・類題などを
通じて、必要な知識・
技能をしっかり習得で
きます。

教科書本文の内容を確認する問
や典型的問題を演習できる例題・
類題を通じて確かな知識・技能
を身につけられます。

特長 2

グラフの読み方や実
験データの分析を通
じて「探究」に必要な
力を育成。

グラフの読み方の解説や実験デ
ータの分析の仕方をていねいに
扱うことで、「探究」に必要な力を
身につけられます。

特長 3

2単位で無理なく進められ、
生徒の自学自習のしやすさを
徹底サポートしています。

高度な学習内容を巻末に配置し、授業を進
めやすくしております。また、生徒の自学自
習のしやすさを考慮して、単元解説動画を
新たに収録し、振り返りやすくしています。

QR コンテンツ

教科書紙面のQRコードからアクセス可能なQRコンテンツを豊富にご用意。
コンテンツの内容など詳しくは、本冊子 52～55

教授資料

授業用スライド・プリント、映像・アニメーションコンテンツのほか、単元テストやループリ
ック観点別評価規準例など指導に役立つデータ類が充実。
収録データなど詳しくは、本冊子 56～63

副教材、デジタル教科書

教科書をサポートする副教材やデジタル教科書をご用意。
副教材の発行ラインアップなど詳しくは、本冊子 93
デジタル教科書の機能紹介・発行ラインアップなど詳しくは、本冊子 94

改訂ポイント

「わかりやすい」をさらにアップデート

理解しづらいところや間違えやすいところを重点的に解説する「Zoom」を新規収録。生徒一人でも無理なく読みこなせ、理解しやすくなりました。

▶ p.72(本冊子 → 22)

Zoom 化学結合と結晶

結晶の電気伝導性・硬さ・融点などの性質は、構成粒子の結びつき(化学結合や分子間力)をイメージすることで理解することができます。今までに学習したいくつかの結合の違いを比べてみましょう。

問題A 次の物質(a)～(d)の結晶の構成粒子間にはたらく化学結合または力の名称、および結晶の種類を答えよ。

(a) 塩化ナトリウム (b) アルミニウム (c) 二酸化炭素 (d) 二酸化ケイ素

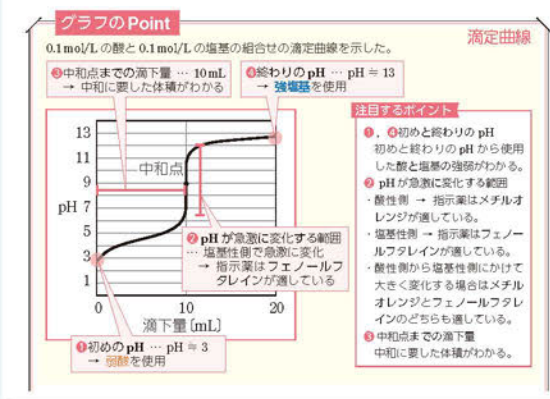
Step 1 物質を化学式で表す。

(a) 塩化ナトリウム → NaCl (b) アルミニウム → Al
(c) 二酸化炭素 → CO_2 (d) 二酸化ケイ素 → SiO_2

物質を元素記号で表したものを化学式といいますが、ここで扱う化学式には、組成式や分子式などの種類があります。

共通テストで問われる「実験」や「分析」をフォロー

「グラフのPoint」や「実験データの分析」を新設し、共通テストで問われる力を身につけやすくなりました。



▲ p.133(本冊子 → 27)

生徒の自学自習での使いやすさがさらに向上

各章末の「要点整理」「重要事項CHECK」では章の振り返りや学習内容の理解の度合いをチェックできます。また、新たなQRコンテンツとして単元解説動画を用意しました。

要点整理

① 原子はどのように結びつき、物質を形成しているのだろうか？

化学結合とその種類

② ①～③の結合は、それぞれどのように形成されるだろうか？

③ イオン結合

金属元素の陽イオンと非金属元素の陰イオンが静電気力(クーロン力)で引きあっている。

④ NaとCl → 塩化ナトリウム NaCl

⑤ 共有結合

非金属元素の原子どうしが、互いの価電子を共有してできる。

⑥ HとCl → 塩化水素 HCl

▲ p.70(本冊子 → 20)

特長と紙面紹介

特長
1

問や例題・類題などを通じて、必要な知識・技能をしっかりと習得できます。

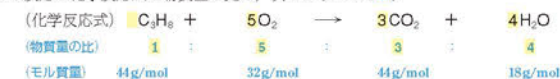
例題 5 化学反応の量的関係①

プロパン C_3H_8 4.4 gの完全燃焼について、次の問いに答えよ。(H=1.0, C=12, O=16)

- (1) 生成する水の物質量は何 mol か。
- (2) 生成する二酸化炭素の質量は何 g か。
- (3) 燃焼に必要な酸素の体積は、標準状態で何 L か。

解説 化学反応の量的関係の問題は、①まずは化学反応式を立て、②与えられている物質の量を物質質量に変換する。次に、③求めたい物質の物質質量、化学反応式の係数の比を利用して求め、④問題で求められている単位に変換する。

解 この反応の化学反応式と物質量の比は、次のようになる。



C_3H_8 4.4 gの物質量は、 $\frac{4.4 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 0.10 \text{ mol}$

- (1) C_3H_8 の物質量) : H_2O の物質量) = 1 : 4 より、生成する水の物質量は、 $0.10 \text{ mol} \times 4 = 0.40 \text{ mol}$
- (2) C_3H_8 の物質量) : CO_2 の物質量) = 1 : 3 より、生成する二酸化炭素の物質量は、 $0.10 \text{ mol} \times 3 = 0.30 \text{ mol}$
生成する二酸化炭素の質量は、 $44 \text{ g/mol} \times 0.30 \text{ mol} = 13.2 \text{ g}$
- (3) C_3H_8 の物質量) : O_2 の物質量) = 1 : 5 より、燃焼に必要な酸素の物質量は、 $0.10 \text{ mol} \times 5 = 0.50 \text{ mol}$
標準状態における気体のモル体積は22.4 L/molだから、 $22.4 \text{ L/mol} \times 0.50 \text{ mol} = 11.2 \text{ L}$

ていねいな解説

どのように考えていけばよいかを指針で示し、反応式や計算式をていねいに展開しています。

類題 5a メタノール CH_3OH 8.0 gの完全燃焼について、次の問いに答えよ。(H=1.0, C=12, O=16)

- (1) 生成する二酸化炭素と水の質量はそれぞれ何 g か。
- (2) 燃焼に必要な酸素の体積は標準状態で何 L か。

類題 5b アルミニウムに塩酸を加えると、塩化アルミニウムと水素が生成する。アルミニウム 5.40 gを完全に反応させるとき、次の問いに答えよ。(H=1.00, Al=27.0, Cl=35.5)

- (1) 反応に必要な塩化水素は何 mol か。
- (2) 生成する水素の体積は標準状態で何 L か。
- (3) 生成する塩化アルミニウムは何 g か。

●過不足のある反応の量的関係 化学反応において反応物が2種類以上ある場合、いずれかの反応物が残ったり不足したりすることがある。

このような場合、それぞれの物質の反応前・変化量・反応後の物質量を表の形に整理して考えるとわかりやすい。



▲ p.101(本冊子 → 31)

解説動画

すべての例題・類題にはQRコンテンツとして解説動画を用意していますので、生徒一人でも無理なく学習することができます。

グラフの読み方や実験データの分析を通じて「探究」に必要な力を育成。

実験 9 化学反応式が表す量的関係を調べる

【見方・考え方】

化学反応において反応物・生成物の質量を測定し、化学反応式とどのような関係にあるのかを見出す。

【操作】

- 電子てんびんでステンレス皿の質量を測定する。
- ステンレス皿に炭酸水素ナトリウムを入れ、薄く広げて全体の質量を測定する。炭酸水素ナトリウムの質量はおよそ0.4～2.0gとし、班ごとに質量の値を変えるとよい。
- ガスバーナーの強火で3～4分間程度、乾燥した金属製の葉さじなどで静かにかき混ぜながら加熱する。
- 加熱をやめ、ステンレス皿が十分冷めてから全体の質量を測定する。



【結果】

- 反応前の炭酸水素ナトリウムと、生成した炭酸ナトリウムの質量を求め。
 - (1)について、各班のデータをまとめて表にする。
 - (2)をもとに、炭酸水素ナトリウム(横軸)と炭酸ナトリウムの質量の関係をそれぞれグラフに表す。(H = 1, C = 12, O = 16, Na = 23)
- 【考察】
炭酸水素ナトリウムの熱分解の化学反応式を書き、そのグラフとの関係について考えよ。

▲p.98(本冊子 → 28)

実験データを分析してみよう

実験データ

- 以下の実験を行った。
- 手順1 電子てんびんでステンレス皿の質量 a を測定した。
- 手順2 ステンレス皿に炭酸水素ナトリウムを入れ、薄く広げて全体の質量 b を測定した。
- 手順3 ガスバーナーで数分加熱した。
- 手順4 加熱をやめ、ステンレス皿が十分冷めてから全体の質量 c を測定した。
- 実験を4回行ったところ、各回の a 、 b 、 c の値は次のようになった。

実験回数	1回目	2回目	3回目	4回目
ステンレス皿の質量 a (g)	33.90	33.71	33.86	33.70
反応前 全体の質量 b (g)	35.91	35.32	34.41	34.89
反応後 全体の質量 c (g)	35.20	34.74	34.21	34.44

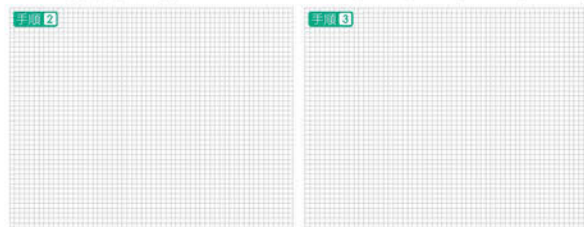
分析

手順1 実験結果を表にまとめてみよう。

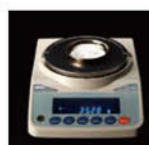
実験回数	1回目	2回目	3回目	4回目
反応前 試料の質量 $b-a$ (g)				
反応後 試料の質量 $c-a$ (g)				

手順2 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 が加熱によってすべて炭酸ナトリウム Na_2CO_3 に変化し、反応前の NaHCO_3 の質量 (g) と生成した Na_2CO_3 の質量 (g) の関係のグラフをかこう。

手順3 反応前の NaHCO_3 の物質質量 (mol) と生成した Na_2CO_3 の物質質量 (mol) の関係のグラフをかこう。(H = 1.0, C = 12, O = 16, Na = 23)



化学反応式が表す量的関係 → p.98 実験9



実験データを分析してみよう

NEW

実験データの処理が必要な実験には、「実験データを分析してみよう」をセットで扱い、実験データの処理の仕方を身につけられるようにしました。

▲p.99(本冊子 → 99)

2単位で無理なく進められ、生徒の自学自習のしやすさを徹底サポートしています。

重要事項 CHECK

第1編 第3章
粒子の結合

これができたらチェックをつけよう！

関連

重要事項 CHECK NEW

学習内容の理解を確認できる「重要事項 CHECK」を各章末に新設しました。関連する本文や問題を通じて、生徒自身が理解度をチェックすることができます。

☐ まずは「学んだことを説明してみよう」に答えられるかチェック！	p.51, p.56, p.60, p.63, p.65, p.69
☐ イオンからなる物質の「名称」と「組成式」を答えることができる。	p.49 問1, 問2 p.74 章末問題1
☐ イオン結晶の性質について、「融点」「硬さ」「電気伝導性」の3つの視点で説明することができる。	p.75 章末問題6
☐ 代表的なイオンからなる物質について、その性質と利用例を理解している。	p.51 表2 p.74 章末問題1
☐ 共有結合によってできた分子を「電子式」で表すことができる。	p.54 問3 p.74 章末問題2

▲p.76(本冊子 → 24)

1 純物質と混合物

私たちの身のまわりにはどのような物質があるのだろうか。ここでは、物質の分類とその分離・精製法について理解しよう。

A 純物質と混合物

●物質の分類 空気はおもに窒素と酸素が混じりあったもので、海水は水に塩化ナトリウムなどが溶けたものである(図1)。このように、2種類以上の物質が混じりあったものを **混合物** といい、自然界の多くのものは混合物として存在している。混合物に対して、窒素・酸素・水・塩化ナトリウムなどは1種類の物質だけからできており、**純物質** とよばれる。したがって、混合物は2種類以上の純物質からなるものである。

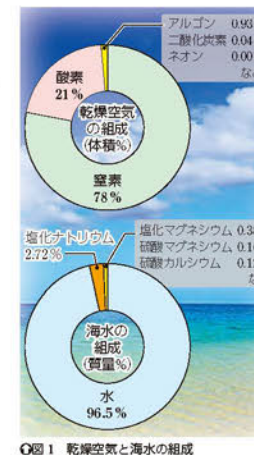


図1 乾燥空気と海水の組成

- ① 次の物質を純物質と混合物に分類せよ。
(ア) 水素 (イ) 食塩水
(ウ) エタノール (エ) 石油
(オ) 砂 (カ) 二酸化炭素
(キ) 酸化マグネシウム (ク) 塩酸
(ケ) 水

▲p.10(本冊子 → 12)

単元解説動画 NEW

新たに各単元の解説動画をQRコンテンツとしてご用意しました。生徒の自学自習を徹底的にサポートします。

サンプルはこちら！



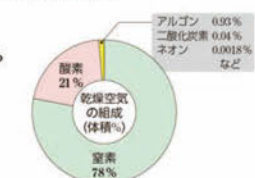
純物質と混合物

混合物 … 2種類以上の物質がまじりあったもの

④ 空気、海水

純物質 … 1種類の物質だけからできているもの

⑤ 窒素、酸素、水、塩化ナトリウム



▲単元解説動画

特長 他にも…

・準拠教材：「改訂版 高等学校 化学基礎 準拠 ナビゲーションノート」を発行いたしました。(本冊子 → 51)
教科書の重要語句を穴埋めしたり、問題を解いたりしながら学習内容をしっかり理解できます。

この教科書の使い方を冒頭で説明しました。
教科書を使った生徒の学びをサポートします。

この教科書の使い方

1 学習して理解する

2 物質質量

非常に多くの粒子を扱うとき、化学ではどのような工夫をするのだろうか。
ここでは、物質質量を用いた数の表し方について理解しよう。

A 物質質量と粒子の数

マグネシウムの燃焼は、図2のようにマグネシウム原子Mg 2個に対して酸素分子O₂ 1個の割合で起こる反応である。このように、化学では粒子の数を表して物質の量を表すと便利ことが多い。
しかし、身のまわりの物質の量を粒子の数で表すと、数が大きすぎて扱いにくい。
そこで、化学では、 6.02×10^{23} 個の粒子を1まとまりとして扱い、1molと表現する。
molを単位として表した量を「物質質量」という。
1mol当たりの粒子の数をアボガドロ定数といい、記号N_Aで表す。 6.02×10^{23} 個の粒子の集まりを1molとしたので、
 $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$
になる。物質質量と粒子の数は次の関係が成り立つ。

物質質量と粒子の数の関係

物質質量 (mol) = $\frac{\text{粒子の数}}{6.02 \times 10^{23} / \text{mol}}$ ←アボガドロ定数N_A

「酸素分子O₂ 1mol」というとき、酸素分子O₂の数は 6.02×10^{23} 個だが、酸素原子Oの数はその2倍の 12.04×10^{23} 個である。
このように、物質質量を用いるときは、着目する粒子の種類を明らかにする必要がある。

- アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ として次の問いに答えよ。
- (1) 酸素原子1.8 $\times 10^{24}$ 個の物質質量は何molか。
 - (2) 酸素分子3.0molは、何個の酸素原子から構成されているか。
 - (3) 水分子2.0molに含まれる水素原子は何molか。また、その数は何個か。

- ④例えば、マグネシウム1gはおおよそ 2.5×10^{23} 個のマグネシウム原子からなる。
⑤正確な値は $6.02214076 \times 10^{23} / \text{mol}$ である。本書の計算問題では計算を簡単にするために定数は $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ を用いる。
⑥物質質量と粒子の数・質量・気体の体積との関係を表す図(▶p.90)。

82 ■アボガドロ定数の測定について、必要に応じて学習しよう(▶p.207 図26.1.1)。

この単元に関連する「疑問」と、学習の目標を示しています。目標をもって学習に取り組みましょう。

単元解説動画

それぞれの単元の学習内容を解説している動画コンテンツを用意しています。
学習内容を動画で確認し、理解を深めることができます。

動画コンテンツで、何度もくり返し学習できますね。



資料編の思考学習 (▶p.195)

では、この教科書で学習した内容をもとに、思考力をはたかせながら考察する問題を扱いました。身につけた知識を使ってチャレンジしてみましょう。

巻末参考・発展 (▶p.202) では、本編の理解をさらに深める内容を扱いました。必要に応じて取り組みましょう。

この単元で学んだことを、考えながら整理しましょう。

●空気1molの体積と質量 空気に含まれる窒素N₂と酸素O₂の分子の数の割合は、およそ4:1である。よって、標準状態で22.4Lの空気には、窒素分子と酸素分子がおおよそ4:1の割合で、合計1molの分子が含まれている。
このことから、空気1mol当たりの質量は次のようになる。

$$28.0 \text{ g/mol} \times \frac{4}{4+1} + 32.0 \text{ g/mol} \times \frac{1}{4+1} = 28.8 \text{ g/mol}$$

これは、空気を分子質量28.8の気体として扱っているともいえる。

■例題3 質量をはかることで、身近な物質の物質質量を調べよう(▶p.90)。

表5 標準状態で気体1molの比較

気体の種類	窒素N ₂ 1mol	酸素O ₂ 1mol	空気 1mol 窒素N ₂ 0.8mol 酸素O ₂ 0.2mol
分子数	$14.0 \times 2 = 28.0$	$16.0 \times 2 = 32.0$	$28.0 \times \frac{4}{4+1} + 32.0 \times \frac{1}{4+1} = 28.8$
質量	28.0g	32.0g	28.8g
体積	22.4L (標準状態)	22.4L (標準状態)	22.4L (標準状態)
密度 (質量/体積)	1.25g/L	1.43g/L	1.29g/L

⑥ 次の(ア)～(カ)から、同温・同圧で空気よりも軽い気体をすべて選べ。
(ア) CO₂ (イ) H₂ (ウ) H₂S
(エ) NH₃ (オ) CH₄ (カ) C₂H₆

ヒント: 空気1molの質量と、それぞれの気体1molの質量を比較して考える。

2 学んだことを説明してみよう

- 物質質量とはどのような量なのか説明してみよう。
1molの酸素O₂について、粒子の数・質量・気体の体積(標準状態)を説明してみよう。
(アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ 、O = 16)

①この28.8という値は空気の平均分子質量、あるいは空気の平均分子量とよばれる。この値と気体の分子質量を比較すれば、その気体が空気よりも重い気体か軽い気体かわかる。

密度 density

2 学習した内容を振り返る

要点整理

身のまわりの物質はどのように分類することができるだろうか？

物質の分類

- 純物質
 - 単体
 - 1種類の元素だけからなる純物質
 - ① Cu, 酸素 O₂
 - ② 2種類の以上の元素からなる純物質
 - ③ 二酸化炭素 CO₂, 水 H₂O
 - ④ 2種類の以上の純物質が混じりあったもの
 - ⑤ 空気 N₂ + O₂ + ..., 海水 NaCl + H₂O + ...
 - 化合物
 - 2種類の以上の元素からなる純物質
 - ③ 二酸化炭素 CO₂, 水 H₂O
 - ④ 2種類の以上の純物質が混じりあったもの
 - ⑤ 空気 N₂ + O₂ + ..., 海水 NaCl + H₂O + ...
 - 混合物
 - 2種類の以上の純物質が混じりあったもの
 - ⑤ 空気 N₂ + O₂ + ..., 海水 NaCl + H₂O + ...

混合物から純物質を分離する方法にはどのようなものがあるだろうか？

分離・精製の方法

 - ろ過
 - 蒸留
 - 再結晶
 - 昇華
 - 抽出
 - クロマトグラフィー

物質に含まれている元素の種類を知る方法にはどのようなものがあるだろうか？

成分元素の検出

炎色反応: 特定の元素を炎の中に入れてときに発する色を利用する方法

Li 赤色 Na 黄色 K 紫色 Ca 橙黄色 Sr 紅色 Ba 黄緑色 Cu 青緑色

塩素Clの検出: 試料に硝酸銀水溶液を加えると、塩化銀AgClの白色沈殿が生じる

炭素Cの検出: 試料から生じた気体(CO₂)を石灰水に通すと、白色のCaCO₃が生じ、白くにごる

水素Hの検出: 試料から生じた気体(H₂)を白色の硫酸銅(Ⅱ)無水物CuSO₄につけると青色の硫酸銅(Ⅱ)五水和物CuSO₄・5H₂Oになる

水・水・水蒸気はいずれも同じ物質である。物質の状態はどのように決まるのだろうか？

物質の三態と状態変化

物質の収束(粒子間の距離)は、①粒子の運動の大きさで決まる②粒子間の引力の大きさで決まる

要点整理

(▶本冊子20)

章末にある「要点整理」では、その章で学んだ内容の要点を一覧できます。考えるきっかけとなる疑問②を出発点に、流れを追いながら振り返ることができるので、学習の総仕上げとして活用しましょう。

重要事項 CHECK 第2編第1章 物質質量と化学反応式

これができたらチェックをつけよう！	関連
☐ まずは「学んだことを説明してみよう」に答えられるかチェック！	p.81, p.87, p.92, p.102
☐ 原子の相対質量を求めることができる。	p.78 問1
☐ 同位体の存在から、原子量を求めることができる。	p.79 問2, p.104 章末問題1
☐ 分子やイオンなどについて、その分子質量や式量を求めることができる。	p.81 問3, 問4, 章末問題1
☐ 「物質質量」と「粒子の数の割合」を互いに交換することができる。	p.82 問5
☐ 「物質質量」と「質量の割合」を互いに交換することができる。	p.83 問6
☐ 「物質質量」と「気体の体積」の割合を互いに交換することができる。	p.85 問7
☐ 「気体の密度」を計算により求めることができる。	p.88 問8
☐ 「粒子の数の割合」「気体の体積」の2つの割合を互いに交換することができる。	p.84 例題1, 問1, 問2, 問3, 章末問題3
☐ 空気などの混合気体の平均分子質量(平均分子量)を計算により求めることができる。また、その値をもとに気体の密度を比較することができる。	p.87 問9, p.107 章末問題5
☐ 質量パーセント濃度を計算により求めることができる。	p.91 問10
☐ モル濃度を計算により求めることができる。	p.91 問11
☐ 質量パーセント濃度とモル濃度を互いに交換することができる。	p.92 例題3, 問3, 章末問題4
☐ 溶液の組成式を正しく説明できる。	p.92 図7, 章末問題4
☐ 化学反応を化学反応式で表すことができる。	p.94 問12, 例題4, 問4
☐ 化学反応をイオンを含む化学反応式(イオン反応式)で表すことができる。	p.96 問13, 問14
☐ 化学反応式が質量保存の法則を理解している。	p.100 問15, 例題5, 問5, 問6, 章末問題6
☐ 過不足のある反応について、反応後に残る物質の量を求めることができる。	p.102 例題6, 問6, 問7, 章末問題7

108 第2編 物質の変化

重要事項 CHECK

(▶本冊子18)

章の終わりに、その章の学習内容の理解を確認するための「重要事項 CHECK」を設けました。関連している問題などを振り返りながら、学習内容について確実に理解を深めていくことができます。

Link は教科書に関連した参考資料、理解を助ける映像やアニメーション、活動を効果的に行うためのツールなどが利用できる目印です。
これらの資料は、下のアドレスまたは二次元コードからアクセスできます。必要に応じて活用してください。

①注意 インターネット接続に際して発生する通信料は、使用される方の負担となりますのでご注意ください。

<https://www.chart.co.jp/qr/26sc2/>

↑コンテンツ一覧もこちらから閲覧できます

コンテンツの種類例

単元解説	各単元の学習内容を動画で見ることができます。
映像	化学反応や実験の映像です。
アニメーション	動きのあるアニメーションで理解を深められます。
例題解説	例題の解説を動画で見ることができます。
分子モデル	分子や物質の構造を3Dモデルで確認できます。
要点の確認	重要用語などをドリル形式で学習できます。
Webサイト	関連するWebサイトにアクセスできます。

各分野十分なページ数を確保し、内容を詳しく扱いました。また、参考や発展も豊富に用意していますので、さらに詳しく学習することが可能です。

目次

Contents

(▶本冊子10) の特徴 5

第1編 物質の構成と化学結合

第1章 物質の構成

1. 純物質と混合物	10
2. 物質とその成分	17
3. 物質の三態と熱運動	23
要点整理	27
章末問題	28
重要事項 CHECK	29

第2章 物質の構成粒子

1. 原子とその構造	31
2. イオン	37
3. 周期表	40
要点整理	44
章末問題	45
重要事項 CHECK	46

第3章 粒子の結合

1. イオン結合とイオン結晶	48
2. 共有結合と分子	52
3. 分子間にはたらく力	57
4. 高分子化合物	62
5. 共有結合の結晶	64
6. 金属結合と金属結晶	66
要点整理	70
章末問題	74
重要事項 CHECK	76

終章 化学が拓く世界 (▶本冊子36)

洗浄・浄化の化学	179
環境の化学	182
化粧品の化学	186
食品保存の化学	188

探究実験 191

(▶本冊子39)

第2編 物質の変化

第1章 物質量と化学反応式

1. 原子量・分子量・式量	78
2. 物質量	82
3. 溶液の濃度	91
4. 化学反応式と物質量	93
要点整理	104
章末問題	106
重要事項 CHECK	108

第2章 酸と塩基の反応

1. 酸・塩基	110
2. 水素イオン濃度と pH	115
3. 中和反応と塩	121
4. 中和滴定	126
要点整理	136
章末問題	138
重要事項 CHECK	140

第3章 酸化還元反応

1. 酸化と還元	142
2. 酸化剤と還元剤	148
3. 金属の酸化還元反応	160
4. 酸化還元反応の利用	165
要点整理	174
章末問題	176
重要事項 CHECK	178

資料編

1. 思考学習	195
2. 巻末参考・発展	202
3. 実験を行うにあたって	219
4. 資料	223

解答編 (▶本冊子44)

1. 問題類の解答と解説	228
2. 学んだことを説明してみようの解答例	240

索引	242
物質図録	A

(▶本冊子46)

各分野に豊富な実験を用意しました。

A 実験

1. 3種類の白い粉を見分ける	7
2. 混合物の分離	15
3. 成分元素の検出	22
4. 状態変化に伴う体積の変化	26
5. イオンからなる物質の性質	50
6. 分子の極性と溶解	58
7. 金属の性質	67
8. 物質量を体感する	90
9. 化学反応式が表す量的関係を調べる	98
10. 塩の水溶液の性質を調べる	124
11. 食酢中の酸の濃度を求める	130
12. 酸化剤と還元剤の反応	156
13. ペットボトルから繊維をつくる	184
14. しょうゆから食塩を取り出す	191
15. レモン果汁に含まれる酸の量を調べる	193

参考

未定係数法	95
共有結合でできた化合物中の原子の酸化数	146
酸化剤・還元剤のはたらきを示す反応式の 作り方	150
原子がとりうる酸化数の範囲	155
太陽電池	165
イオンの大きさ・原子の大きさ	202
分子の形	203
ステアリン酸の単分子膜によるアボガドロ定数の 測定	207
溶解度	208
化学の基礎法則	210
逆滴定	212
電気伝導度を利用した中和滴定	212
二段階中和	213
水質と COD	214

コラム

石油の分留	16
日本発の元素	17
電子の発見	32
メンデレーエフの周期表	40
酸性雨	117
pHによって色が変化する物質	119
お風呂の中で化学反応	125
身のまわりの酸化剤・還元剤	155
ブリキとトタン	164
ポルタ電池	166

A 実験データを分析してみよう

化学反応式が表す量的関係	99
中和滴定	131

(▶本冊子29)

発展

氷の構造	60
分子間力と沸点・融点	61
水のイオン積と pH の求め方	120
塩の加水分解	123
鉛蓄電池の構造と反応	169
リチウムイオン電池の構造と反応	170
燃料電池の構造と反応	171
錯イオンの名称と書き方	204
金属結晶の結晶格子	205
イオン結晶の結晶格子	206
混合水溶液の中和の量的関係	213
電気分解の反応と利用	215

思考学習 (▶本冊子41)

物質の分離	195
放射性同位体を用いた年代測定	196
電気陰性度と化学結合	197
水素によるゼロカーボン・スチールの製造	198
ケルダール法によるタンパク質の定量	199
ヨウ素滴定	200

Zoom (▶本冊子22)

化学結合と結晶	72
物質量	88
化学反応式	96
中和反応の量的関係のグラフ	134
酸化還元反応の量的関係	159

グラフの Point (▶本冊子27)

加熱による水の状態変化	25
周期律	41
水素化合物の分子量と沸点	61
過不足のある反応の量的関係	103
滴定曲線	133

高度な参考や発展は巻末にまとめて掲載し、
取捨選択できるようにしました(▶本冊子42)。

本書の構成要素の説明を扱いました。教科書の使い方とあわせて、教科書を使った生徒の学びをサポートします。

本書の構成について

安全に実験を行えるように、注意すべき事項のアイコンを各実験に示してあります。

実験 0

化学の現象の規則性や法則性を見出して理解するための実験や、学習内容と関連づけて理解を深めるための実験などを本文で扱った。
一部の実験には、実験に関連した簡単な問題を **Q** として扱った。

マークの説明



保護めがねをかけて実験を行う



引火や発火の危険がないことを確認する



刃物などで切り傷を負わないように注意する



有毒な気体が発生するので、換気を行う



実験後、廃液の処理は先生の指示に従う

いずれの実験も、先生の指導を受けて安全に注意して行うことが重要である。けがをしたり、器具を壊すおそれのある実験については、上のマーク(または **Q** マーク)で注意を促した。

問 0

学習したばかりの内容を復習し、確実な理解をはかる問題。

問・類題・章末問題・思考学習・実験データを分析してみよう・「学んだことを説明してみよう」の解答と解説を巻末に掲載した(▶ p.228)。

例題 0

学習内容に関連した典型的な問題。解説には **指針** を設け、理解の助けとした。

※ただし、**発展** や巻末参考・発展に含まれる問・類題については、問題文の末尾に [] で解答を示した。

類題 0

例題をもとにして、自力で考察する問題。

要点整理

章で学んだ内容の要点を、流れを追いながら振り返ることができる一覧。

章末問題

章で学んだ内容を総括的に演習するための問題。思考力を要するものには **考** をつけた。

重要事項 CHECK

章で学んだ内容が理解できているかを確認するためのチェックリスト。

実験データを分析してみよう

実験データを分析する方法や結果から考察できることを理解するための問題。

参考

本文の記述をより深く理解するための内容を扱った。

発展

「化学基礎」の学習指導要領に示されていない事項で、本文の理解を深める内容を扱った。必要に応じて取り組むとよい。「化学」で扱う内容には、**化学** をつけた。

コラム

学習内容に関連した、身近な話題などを取り上げた。



理解しづらいところや間違えやすいところを、重点的に説明した。

グラフの Point

グラフを読み取るうえでのポイントを、重点的に説明した。学んだことを活用する内容を **グラフの Q & A** で扱った。

※本書での学習を始める前に、p.223「物理量の単位の示し方と計算例」・p.225「化学で扱う数値－有効数字」をよく理解すること。

「化学の特徴」では、身近な疑問を深く知ろうとする「探究」をテーマに、合計 4 ページ扱いました。

序 章

化学の特徴



「化学」とは



小学校や中学校では理科でしたが、高校では化学や物理に変わりました。化学では何を学ぶのでしょうか。

5 高校の理科は、物理、化学、生物、地学の4つに分かれる。その中でも化学は物質をおもに扱う学問であり、物質の構造や性質、そして物質どうしの反応を学ぶ。

また、学習を通じて次のような視点も身につけたい。

- ・物質を分類し、共通の性質を考える視点
- ・いろいろな物質の性質を比較して、関係性を考える視点
- 10 ・目に見えない世界を考える視点
- ・一方の値を変化させたときにもう一方の値がどれくらい変化するか考える視点

さまざまな視点で物質の世界を見ていきましょう。



探究とは

自分たちの疑問や課題を、調査や観察・実験などを通して深く知ろうとすることを「探究」と

15 いう。一般的な「探究」の流れを以下に示す。

探究の進め方

探究を進めていくときの流れをまとめました。

課題の発見

- A テーマを決める
- B 仮説を立てる

課題の探究

- C 情報を収集する
- D 実験計画を立てる
- E 実験を実施する

課題の解決

- F 結果を分析・考察する
- G レポートをまとめる
- ・発表をする

20 これらの一連の活動によって、以前よりも知識が増え、経験を重ねることができ、自らの疑問への回答だけでなく、さまざまな課題の解決につなげることができるようになる。

例えば3種類の白い粉(食塩、砂糖、重曹)を見分けるとき、どのような方法があるだろうか。味見をすれば見分けられるが、毒性がある物質の場合、この方法は使えない。

25 未知の物質を調べるときには、物質がもつ構造や性質、そして反応性などから化学的に調べる必要がある。

今回は、3種類の白い粉(食塩、砂糖、重曹)を化学的に見分けの活動を例に、化学の探究の進め方を身につけましょう。



単元冒頭に「問いかけ+学習目標」を示しました。
 学習の到達点を明示することで、目的意識をもって主体的に学習が始められます。
 →単元末の「学んだことを説明してみよう」(→33)で、振り返りが可能です。

1 純物質と混合物

私たちの身のまわりにはどのような物質があるのだろうか。
 ここでは、物質の分類とその分離・精製法について理解しよう。

A 純物質と混合物

●物質の分類 空気はおもに窒素と酸素が混じりあったもので、海水は水に塩化ナトリウムなどが溶けたものである(図1)。このように、2種類以上の物質が混じりあったものを **混合物** といい、自然界の多くのものは混合物として存在している。

混合物に対して、窒素・酸素・水・塩化ナトリウムなどは1種類の物質だけからできており、**純物質** とよばれる。したがって、混合物は2種類以上の純物質からなるものである。

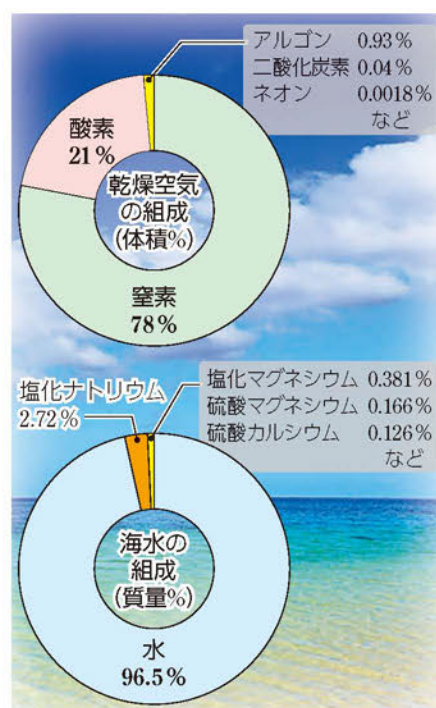


図1 乾燥空気と海水の組成

- 問① 次の物質を純物質と混合物に分類せよ。
- | | |
|--------------|-----------|
| (ア) 水素 | (イ) 食塩水 |
| (ウ) エタノール | (エ) 石油 |
| (オ) 砂 | (カ) 二酸化炭素 |
| (キ) 酸化マグネシウム | (ク) 塩酸 |
| (ケ) 水 | |



図2 身のまわりの純物質と混合物の例

それぞれの単元には、学習内容を解説する「単元解説動画」を用意しました。学習内容を動画で確認し、理解を深めることができます。

●純物質と混合物 1気圧のもとで、純物質である水の沸点は100℃、融点は0℃である。また、密度は4℃で1.0 g/cm³である。このように、純物質はそれぞれに固有の性質をもち、沸点、融点、密度などが決まっている。これに対して混合物は、混じりあう純物質の割合によって、それらの性質も変化する。

- 5 例えば、1気圧のもとで水の沸点は100℃であり、エタノールの沸点は78℃である。しかし、水とエタノールの混合物では、蒸発とともに、水とエタノールの割合が変わり、沸点の値が変化する(図3)。

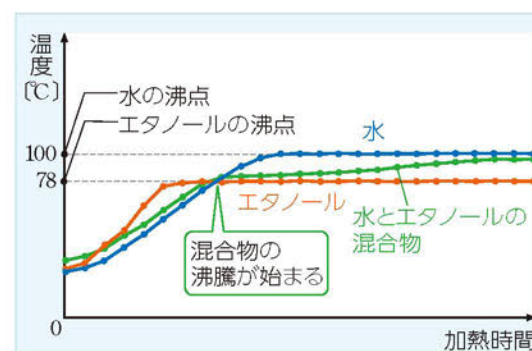


図3 水とエタノールの温度変化
 混合物は純物質のように沸点が定まらない。

解説 1気圧・沸点・融点・密度

1気圧: 通常の大気圧(地表をとりまく圧力のこと)を表し、101325 Pa に等しい。

沸点: 液体が沸騰(ふっとう)して気体になる温度。

融点: 固体がとけて液体になる温度。

密度: 単位体積当たりの質量。

B 物質の分離・精製

- 10 挽いたコーヒー豆をコーヒーフィルターに入れ、熱湯を注ぐと、味や香りの成分が溶け出す。溶け出した成分は、フィルターを通過してコップに注がれ、コーヒー豆から分けることができる。

- このように、物質の性質の違いを利用して、混合物から目的の物質を分ける操作を **分離** という。
- 15 コーヒーの例の場合、コーヒー豆という「混合物」から、味や香りの成分などの「目的の物質」を分離したことになる。私たちは日々の生活のさまざまな場面で、物質を適切に分離して利用している。また、分離した物質から、さらに不純物を取り除き、純度の高い物質を得る操作を **精製** という。



図4 物質の分離

見開き内の重要語句をページ下にリストアップし、振り返りやすくしました。英単語も併記しています。

- | | |
|-----------------|----------------------|
| □ 混合物 mixture | □ 純物質 pure substance |
| □ 分離 separation | □ 精製 purification |



混合物の分離では従来よりも実験写真を増やして充実させました。

●抽出 混合物中の分離したい物質をよく溶かす溶媒を使い、溶媒に対する溶解度の違いを利用して、混合物から目的の物質を分離する操作を抽出という。

抽出には、図10のような分液漏斗が使われる。



図10 抽出 ヨウ素は水よりもヘキサンなどの有機溶媒(有機化合物の溶媒)に溶けやすい。そこで、ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液(ヨウ素をヨウ化カリウム水溶液に溶かしたもの)に、ヘキサンを加えてよく振る。その後静置すると、ヘキサンと水溶液は二層に分かれる。このとき、ヨウ素はヘキサン(上層)に移り分離することができる。

●クロマトグラフィー ろ紙やシリカゲルのような吸着剤に、物質が吸着される強さなどの違いを利用して、混合物から各成分を分離する操作を、一般にクロマトグラフィーという。ろ紙への吸着のしやすさの違いにより分離されるペーパークロマトグラフィー(図11)や、シリカゲルなどの吸着剤をガラス板の上に薄く塗ったものを用いる薄層クロマトグラフィー(図12)などがある。



図11 ペーパークロマトグラフィー いくつかの色素が混ぜられたインクをろ紙につけて乾燥させ、ろ紙の一端を適当な溶媒に浸すと、インクに含まれる成分を分離することができる。



図12 薄層クロマトグラフィー 微量の試料でも実験することができ、ペーパークロマトグラフィーよりも短時間で進行することができる。

教科書で扱っているすべての「実験」に、テロップ・音声付きの映像を完備しています。映像では、実験手順に加え、実験結果も解説しています。紙面右下のQRコードから、実際にご覧いただけます(→詳しくは52)。

実験2 混合物の分離

【見方・考え方】

混合物の分離操作では、物質のどのような性質を利用しているのかを考える。

【操作】

1 試料(硝酸カリウム 約4.5g・硫酸銅(Ⅱ)五水和物 約0.15g・四酸化三鉄が少量の混合物)を試験管に入れ、純水約8mLと沸騰石を加える。

2 1の溶液を加熱し、しばらく沸騰させて試料をできるだけ溶かす。

3 溶液が熱いうちにろ過し、不溶物(水に溶けない物質)を取り除く。ろ液を試験管で受け、そのようすを観察する。

4 3のろ液に沸騰石を数粒入れ、図のように蒸留装置を組み立てる。

5 ガスバーナーの炎を調節して蒸留を行い、試験管にたまる液体のようすを観察する。

①注意 液量が多かったり炎が強すぎたりすると、試験管内の溶液が激しく沸騰して飛び出すので注意する。また、一度加熱をやめると沸騰石は役に立たなくなる。そのため、再加熱するときには新たに数粒を加える。

6 試験管に液体が1cm程度たまったら、気体誘導管を外し、加熱をやめる。

7 6で蒸発せずに残った溶液をビーカーに移して放冷し、変化のようすを観察する。溶液の中に結晶ができたなら、ビーカーを氷水で冷却する。

8 7で得られた結晶を、図のようにして吸引ろ過し、ろ液のようすを観察する。

9 吸引を続けながら、氷で冷やした純水約2mLを8の結晶に注いで得られた結晶のようすを観察する。

【結果と考察】

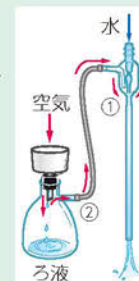
実験の流れや分離の過程、結果をフローチャートでまとめよ。

3の不溶物とろ液、5でたまった液体、8のろ液、9の結晶のそれぞれについて、状態や色、結晶のようすなどの特徴を記せ。また、これらの中で純物質のはどれか。



吸引ろ過の原理

- ① 水を流すと、吸引瓶の空気が吸いこまれて、水とともに流れ出す。
- ② 吸引瓶内の空気が次々に吸引されることで、効率よくろ過できる。



このQRコードから、映像コンテンツをご利用いただけます。



- 抽出 extraction
- クロマトグラフィー chromatography
- ペーパークロマトグラフィー paper chromatography
- 薄層クロマトグラフィー thin layer chromatography

本文中の実験写真の一部には映像をご用意しています。
生徒の自宅学習でも実験映像を活用いただくことが可能です。

B 単体と化合物

●**単体と化合物** 水 H_2O を電気分解すると、酸素 O_2 と水素 H_2 が得られる(図14)。つまり、水は酸素 O と水素 H という元素を含んでいる。水 H_2O のように、2種類以上の元素からなる純物質を **化合物** という。また、酸素 O_2 や水素 H_2 のように、1種類の元素だけからなる純物質を **単体** という。

●**元素と単体** 元素と単体は同じ名称でよばれることが多いが、元素は単体や化合物中の「構成成分」を表すのに対し、単体は実際に存在する「物質」を表す。例えば、「水は酸素と水素からできている」というときの「酸素」や「水素」は水の「構成成分」を表しており、元素の意味で用いられている。

一方、「水を電気分解すると酸素と水素が発生する」というときの「酸素」や「水素」は実際に存在する「物質」を表しており、単体の意味で用いられている。

問④ 次の物質を単体と化合物に分類せよ。

- (ア) アンモニア (イ) 窒素 (ウ) ダイヤモンド
(エ) 水蒸気 (オ) 水酸化ナトリウム

例題 1 元素と単体

次の記述の下線部が示すものは、元素と単体のいずれかを答えよ。

- (1) 空気中には窒素が多く含まれている。
(2) 骨にはカルシウムが含まれている。

指針 元素は単体と同じ名称でよばれることが多い。元素は物質中の「構成成分」を表し、単体は実際に存在する「物質」の名称を表すと考えるとよい。

解 (1) ここでの窒素は空気中に実際に N_2 として含まれている「物質」である。

単体 答

- (2) ここでのカルシウムは骨の成分であるリン酸カルシウムの「構成成分」である。カルシウムの単体は金属であり、骨に金属として含まれているわけではない。

元素 答

類題 1 次の記述の下線部が示すものは、元素と単体のいずれかを答えよ。

- (1) ヒトは呼吸により酸素を体内に取り込む。
(2) 地殻には酸素が多く含まれている。

新たに元素と単体に関する例題と類題を扱いました。
混同しやすい内容を問題演習を通じて定着できます。



図14 水の電気分解
電気を通しやすくするため、水酸化ナトリウムを少し加える。

C 同素体

酸素 O の単体には、酸素とオゾンの2種類がある。酸素 O_2 は無色・無臭の気体、オゾン O_3 は淡青色で特異臭をもつ有毒な気体である。

酸素とオゾンのように、同じ元素からなる単体で性質が異なるものを、互いに **同素体** であるという。酸素以外に、炭素 C 、リン P 、硫黄 S などにも同素体がある(図15)。

酸素 O の同素体

酸素



無色・無臭の気体。
助燃性がある。

オゾン



淡青色で特異臭をもつ
気体。有毒。

リン P の同素体

黄リン



空気中で自然発火する
ので、水中に保存
する。猛毒。

赤リン



化学的に安定であり、
毒性は弱い。マッチ箱
の側薬に利用される。

炭素 C の同素体

ダイヤモンド



無色透明で、きわめ
て硬い。電気を通さ
ない。

黒鉛



やわらかく、薄くは
がれやすい。電気を
通す。

フラーレン



炭素原子どうしが結合
した球状の分子から
なる物質。

カーボンナノチューブ



炭素原子どうしが結合
した筒状の分子から
なる物質。

硫黄 S の同素体

斜方硫黄



常温で最も安定。
ゆっくり加熱すると、
単斜硫黄になる。

単斜硫黄



針状の結晶。常温で
放置すると、斜方硫
黄になる。

ゴム状硫黄



黄色～黒褐色でゴムに似た弾性をもつ。



図15 同素体の例

問⑤ 次の物質の組合せのうち、互いに同素体であるものをすべて選べ。

- (ア) 塩素とヨウ素 (イ) 酸素とオゾン (ウ) 黒鉛とダイヤモンド
(エ) 一酸化炭素と二酸化炭素 (オ) 鉛と亜鉛 (カ) 水と氷

このQRコードから、映像コンテンツをご利用いただけます。

① 1991年に、飯島澄男博士によって発見された。

□化合物 compound □単体 simple substance
□同素体 allotrope

Link >>>



19

B 物質の三態と熱運動

●物質の三態 水に氷(固体)・水(液体)・水蒸気(気体)という状態があるように、物質には3つの状態があり、これらを物質の三態^{さんたい}という。

一般に、温度や圧力を変化させると、物質の状態は固体・液体・気体の間で変化する。この変化を状態変化^{じょうたいへんげん}という(図24)。固体から液体になる変化を融解^{ゆうかい}、液体から固体になる変化を凝固^{きうこ}、液体から気体になる変化を蒸発^{じょうはつ}、気体から液体になる変化を凝縮^{きようしゆく}、固体から気体になる変化を昇華^{しょうか}、気体から固体になる変化を凝華^{きようか}という。

●物理変化と化学変化 状態変化のように、物質の種類は変わらずに状態だけが変わる変化を物理変化^{ぶつりへんげん}という。これに対して、燃焼反応や水の電気分解のように、ある物質が別の物質に変わる変化を化学変化^{けがくへんげん}(または化学反応)という。

問⑦ 次の変化のうち、化学変化であるものをすべて選べ。

- (ア) 水が沸騰する (イ) 水がとける (ウ) 紙が燃える
(エ) 鉄くぎがさびる (オ) 風呂場の鏡がくもる

●物質の状態と熱運動 物質を構成する粒子は、その状態にかかわらず、常に熱運動^{ねつうどう}をしている。例えば、分子からなる物質の温度を高くすると、分子の熱運動は激しくなり、分子どうしがばらばらになろうとする。

一方、物質を構成する粒子の間には引力がはたらいている。例えば、分子からなる物質では、分子の間に互いに引きあい集まろうとする力(分子間力^{ぶんしかんりき})がはたらいている。物質の状態は、熱運動と粒子間にはたらく引力との大小関係によって決まる。

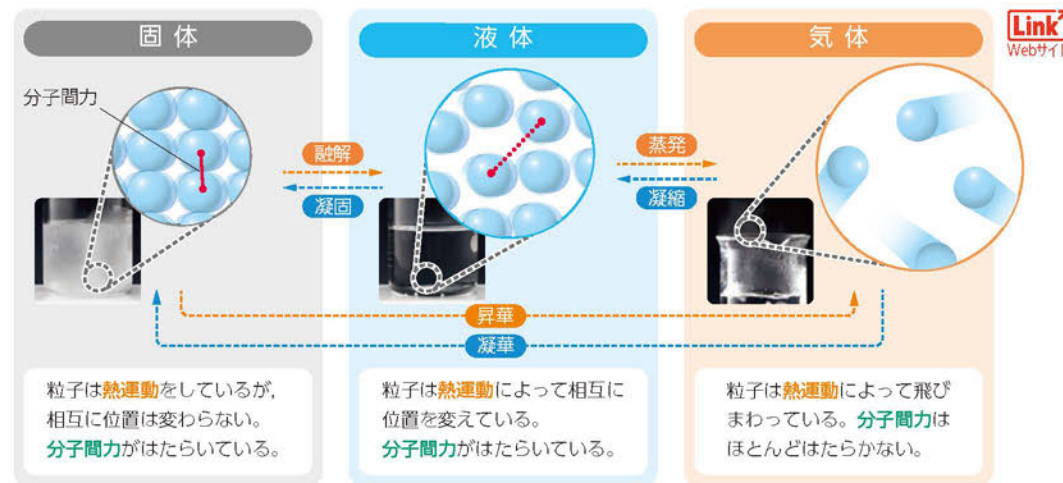


図24 物質の状態変化

物質の三態についても粒子のモデル図を併記して、現象をイメージしやすくしました。

C 状態変化

●融点と沸点 1気圧のもとで氷を加熱していくと、0℃で融解して水になり始める。一般に、固体を加熱していくと分子の熱運動が激しくなり、ある温度で融解が起こる。そのときの温度を融点^{ゆうてん}という。

さらに加熱して100℃にすると、水の内部から水蒸気が発生するようになる。このような現象を沸騰^{ふっとう}という。一般に、液体を加熱していくと、さらに分子の熱運動が激しくなって、ある温度で沸騰が起こる。そのときの温度を沸点^{ふてん}という。純物質では、沸騰が始まってから液体がすべて気体になるまで、温度は一定に保たれる(図25)。

●凝固点 水の温度を下げていくと、0℃で凝固して氷になり始める。一般に、液体を冷却していくと分子の熱運動が穏やかになり、ある温度で凝固が起こる。そのときの温度を凝固点^{きうこてん}という。純物質では、凝固が始まってから液体がすべて固体になるまで、温度は一定に保たれる。また、融点と凝固点は同じ温度である。

生徒が疑問をもちそうな箇所には適宜小さく枠で囲った解説を設けています。

解説 蒸発と沸騰

一般に、液体が気体になる変化を蒸発^{じょうはつ}という。液体の表面では、沸点よりも低い温度でも蒸発が起こる。一方、温度が沸点に達して、液体の内部からも気体が発生する現象を沸騰^{ふっとう}という。

グラフが水平になっている箇所

- ・融点や沸点に達すると状態変化が完了するまで温度は一定に保たれる。
・一般に、融解中の加熱時間より沸騰中の加熱時間のほうが長い。

グラフのPoint

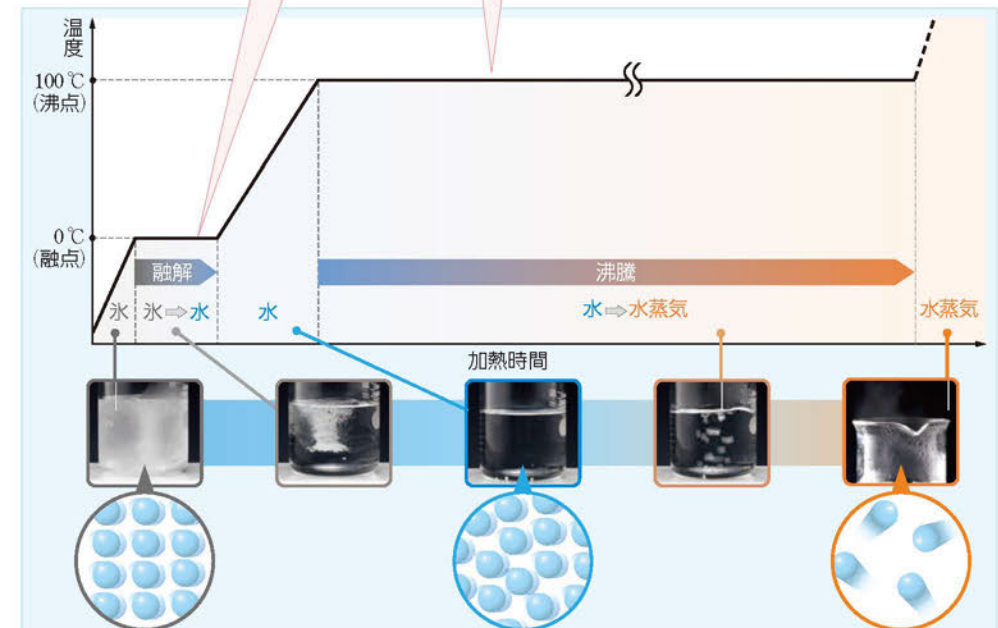


図25 加熱による水の状態変化

□融点 melting point □沸騰 boiling □沸点 boiling point
□凝固点 solidifying point

Link >>>



章末にある「要点整理」では、その章で学んだ内容の要点を一覧で扱いました。流れを追いながら振り返ることができるので、学習の総仕上げとして活用できます。

要点整理

① 原子はどのように結びつき、物質を形成しているのだろうか？

化学結合とその種類

p.48～69

結合を形成する2つの原子が、金属元素か非金属元素かによって結合の様式が異なる。おもな化学結合は右の3種類である。

- ① **イオン結合** (金属元素+非金属元素)
- ② **共有結合** (非金属元素+非金属元素)
- ③ **金属結合** (金属元素+金属元素)

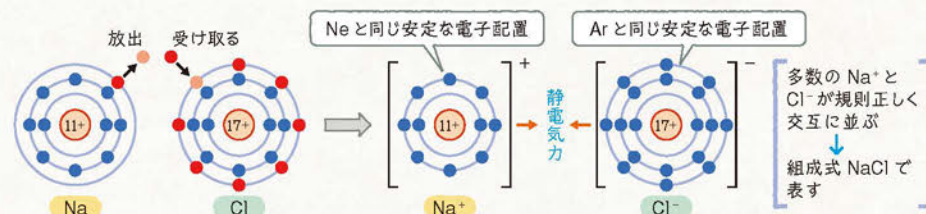
② ①～③の結合は、それぞれどのように形成されるのだろうか？

① イオン結合

p.48～51

金属元素の陽イオンと非金属元素の陰イオンが**静電気力(クーロン力)**で引きあてできる。

例 NaとCl → 塩化ナトリウム NaCl

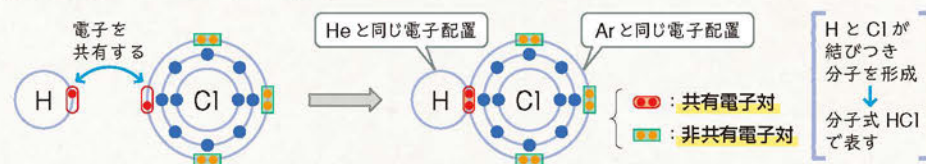


② 共有結合

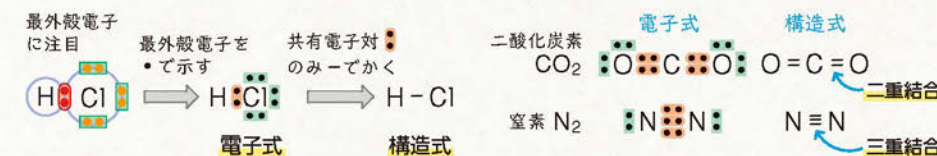
p.52～65

非金属元素の原子どうしが、互いの価電子を共有してできる。

例 HとCl → 塩化水素 HCl

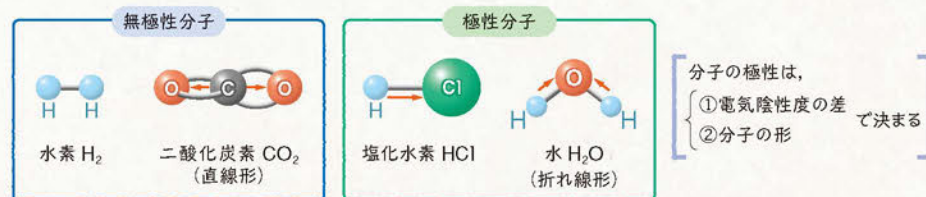


分子の表し方



電気陰性度：原子が共有電子対を引きつける強さを表した数値。

結合の極性：共有結合における電荷のかたより。電気陰性度の差によって生じる。



配位結合：1つの原子の非共有電子対を2つの原子で共有してできる結合。

例 NH₃ + H⁺ → NH₄⁺ H₂O + H⁺ → H₃O⁺

高分子化合物：非常に多くの原子が結合してできた大きな分子からなる化合物。

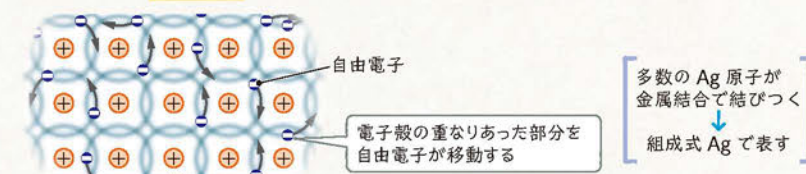
例 ポリエチレン(PE), ポリエチレンテレフタレート(PET)

③ 金属結合

p.66～69

金属元素の原子どうしが、**自由電子**によって結びついてできる。

例 銀 Ag



③ ①～③の結合によってできた物質は、それぞれどのような特徴をもつのだろうか？

物質の分類と性質

p.48～69

	1	2	13	14	15	16	17	18	
1	H							He	金属元素
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	非金属元素
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	

18族元素の原子は、ふつう結合をつくらず、単原子分子として存在する

金属結合

イオン結合

共有結合

分子

分子間力

	金属 (金属結晶)	イオンからなる物質 (イオン結晶)	共有結合の結晶	分子からなる物質 (分子結晶)
化学式	組成式	組成式	組成式	分子式
物質の例	銀 Ag	塩化ナトリウム NaCl	ダイヤモンド C	ヨウ素 I ₂
構成粒子の結びつき	金属結合	イオン結合	共有結合	分子間力
結合の強さ	比較的強い	強い	非常に強い	非常に弱い
融点	高いものが多い	高い	非常に高い	低いものが多い (昇華するものもある)
電気伝導性	あり	なし (水溶液や液体はあり)	なし (黒鉛はあり)	なし
その他の特徴	展性・延性に富む	硬くて重い	非常に硬い (黒鉛はやわらかい)	やわらかく、くだけやすい

GOAL

親しみやすい書体や図でまとめることで、生徒一人でも無理なく読むことができ、自宅学習でも活用しやすくなっています。

Link >>>



Link 解説映像

Zoom では理解しづらいところや間違いやすい内容をていねいに解説しました。書籍全体で5テーマ収録しています。

NEW!



化学結合と結晶

結晶の電気伝導性・硬さ・融点などの性質は、構成粒子の結びつき(化学結合や分子間力)をイメージすることで予想することができます。今までに学習したいくつかの結合の違いを比べながらまとめてみましょう。

問題A 次の物質(a)～(d)の結晶の構成粒子間にはたらく化学結合または力の名称、および結晶の種類を答えよ。

(a) 塩化ナトリウム (b) アルミニウム (c) 二酸化炭素 (d) 二酸化ケイ素



Step 1 物質を化学式で表す。

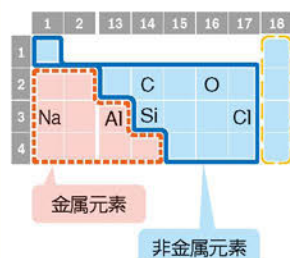
(a) 塩化ナトリウム $\Rightarrow$ **NaCl** (b) アルミニウム $\Rightarrow$ **Al**
(c) 二酸化炭素 $\Rightarrow$ **CO₂** (d) 二酸化ケイ素 $\Rightarrow$ **SiO₂**

物質を元素記号で表したものを化学式といいましたね。ここで扱う化学式には、組成式や分子式などの種類があります。



Step 2 化学式から、構成元素が金属元素か非金属元素かを見分ける。

(a) 塩化ナトリウム NaCl
 $\Rightarrow$ Na: **金属元素** Cl: **非金属元素**
(b) アルミニウム Al
 $\Rightarrow$ Al: **金属元素**
(c) 二酸化炭素 CO₂
 $\Rightarrow$ C: **非金属元素** O: **非金属元素**
(d) 二酸化ケイ素 SiO₂
 $\Rightarrow$ Si: **非金属元素** O: **非金属元素**



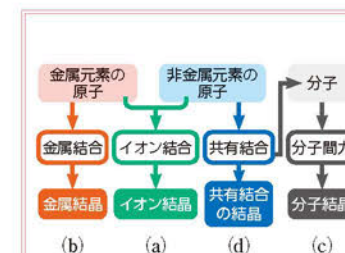
ある元素が金属元素か非金属元素かを見分けられるように、周期表を見ながら何度も振り返りましょう。



図解も交えながら要点ごとに整理して展開していますので、生徒一人で無理なく読むことができ、問題演習の際に参照することもできます。

Step 3 構成元素の種類から、構成粒子の結びつきと結晶の種類を考える。

(a) 塩化ナトリウム NaCl
金属元素 と 非金属元素
 $\Rightarrow$ **イオン結合** によってできた **イオン結晶**
(b) アルミニウム Al
金属元素 のみ
 $\Rightarrow$ **金属結合** によってできた **金属結晶**
(c) 二酸化炭素 CO₂
非金属元素 のみ
 $\Rightarrow$ **共有結合** によって **分子** を形成
分子間力 によってできた **分子結晶**
(d) 二酸化ケイ素 SiO₂
非金属元素 のみ
 $\Rightarrow$ 分子をつくらず、**共有結合** によってできた **共有結合の結晶**



非金属元素のみの場合は、分子結晶となるのか、共有結合の結晶となるのかを考える必要があります。また、例外的な考え方が必要な物質もあります。次の例を考えてみましょう。



問題B 右の物質(e)の結晶の構成粒子間にはたらく化学結合の名称と、結晶の種類を答えよ。

(e) 塩化アンモニウム



Step 1 化学式: 塩化アンモニウム $\Rightarrow$ **NH₄Cl**

Step 2 構成元素: N, H, Cl はいずれも **非金属元素**

Step 3 構成元素は **非金属元素** のみ

例外 アンモニウムイオン NH₄⁺ は、N 原子と H 原子の **共有結合** でできたアンモニア **分子** NH₃ に、H⁺ が **配位結合** で結びついてできたイオン
 $\Rightarrow$ アンモニウムイオン NH₄⁺ と塩化物イオン Cl⁻ の **イオン結合** によってできた **イオン結晶**

共有結合と配位結合のできるしくみは異なりますが、できた配位結合は共有結合と区別できないことも学びました。
p.71の「物質の分類と性質」には一般的な例がまとめてあります。よく振り返りながら、例外的な考え方もできるように理解を深めておきましょう。



NEW!
章の終わりに、学習内容の理解を確認する「重要事項 CHECK」を設けました。
関連している問題などを振り返りながら、学習内容について確実に理解を深められます。

重要事項 CHECK

第1編 第3章

粒子の結合

これができたらチェックをつけよう！

関連

☐ まずは「学んだことを説明してみよう」に答えられるかチェック！	p.51, p.56, p.60, p.63, p.65, p.69
☐ イオンからなる物質の「名称」と「組成式」を答えることができる。	p.49 問1, 問2 p.74 章末問題1
☐ イオン結晶の性質について、「融点」「硬さ」「電気伝導性」の3つの視点で説明することができる。	p.75 章末問題6
☐ 代表的なイオンからなる物質について、その性質と利用例を理解している。	p.51 表2 p.74 章末問題1
☐ 共有結合によってできた分子を「電子式」で表すことができる。	p.54 問3 p.74 章末問題2
☐ 共有結合によってできた分子を「構造式」で表すことができる。	p.54 問4 p.74 章末問題2
☐ 「分子の形」と「結合の極性の有無」から、極性分子か無極性分子かを判断することができる。	p.58 問5 p.74 章末問題2
☐ 分子結晶の性質について、「融点」「硬さ」「電気伝導性」の3つの視点で説明することができる。	p.75 章末問題6
☐ 共有結合の結晶の性質について、「融点」「硬さ」「電気伝導性」の3つの視点で説明することができる。	p.75 章末問題3 章末問題6
☐ 金属結晶の性質について、「融点」「硬さ」「電気伝導性」の3つの視点で説明することができる。	p.75 章末問題6
☐ 代表的な金属と合金について、その性質と利用例を理解している。	p.69 表12, 表13 p.75 章末問題4
☐ 物質の化学式から、その物質に含まれている結合を判別することができる。	p.75 章末問題5
☐ さまざまな物質の結晶について、結晶の種類を判別することができる。	p.75 章末問題6
☐ 「イオン結晶」「分子結晶」「共有結合の結晶」「金属結晶」を化学式で表す際に、それぞれ「組成式」と「分子式」のどちらが適しているかを理解している。	p.75 章末問題5

章はじめは章に関連した写真をダイナミックに掲載し、
興味を喚起できるようにしました。

第2編 物質の変化

第1章 物質と化学反応式

工場風景(新潟県)

私たちの身のまわりには、化学反応を利用した製品があふれている。化学反応を理解して制御することで、大規模な工業を可能にし、現代社会を支えている。

中学校までに学習したこと

- 5 ■ 原子には次のような性質がある。
- ① 化学変化によってそれ以上に分けることはできない。
- ② 原子の種類によって質量や大きさが決まっている。
- 10 ③ 化学変化によってなくなったり、新しくできたり、種類が変わったりしない。
- 溶質が溶媒に溶けた液のことを溶液という。
- 質量パーセント濃度 = $\frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量}} \times 100$
- 水 100g に溶かすことができる溶質の質量のことを溶解度という。
- 化学式を用いて化学変化を表したものを化学反応式という。
- 化学変化の前後で物質全体の質量は変わらないことを質量保存の法則という。

中学校までに学習したことを箇条書きで掲載。
中学校で学んだ内容を確認してから高校の学習を
スタートできます。また、関連した QR コンテン
ツもご用意しています(→詳しくは52)。

Link



C 滴定曲線

中和滴定において、加えた酸(または塩基)の体積と混合水溶液のpHとの関係を示した曲線を **滴定曲線** という。

中和点の前後では水溶液中の H^+ や OH^- の濃度が非常に小さい。そのため、加えた酸や塩基から生じる H^+ や OH^- の影響が大きく、中和点付近でpHは急激に変化する(図14)。したがって、中和点付近のpHで色が変化する指示薬を用いて滴定すれば、中和点を知ることができる。

なお、中和点で水溶液が必ずしも中性(pH=7)を示すとは限らない。それは、中和で生じる塩によって、水溶液が酸性・塩基性・中性のいずれを示すのかが決まるためである。

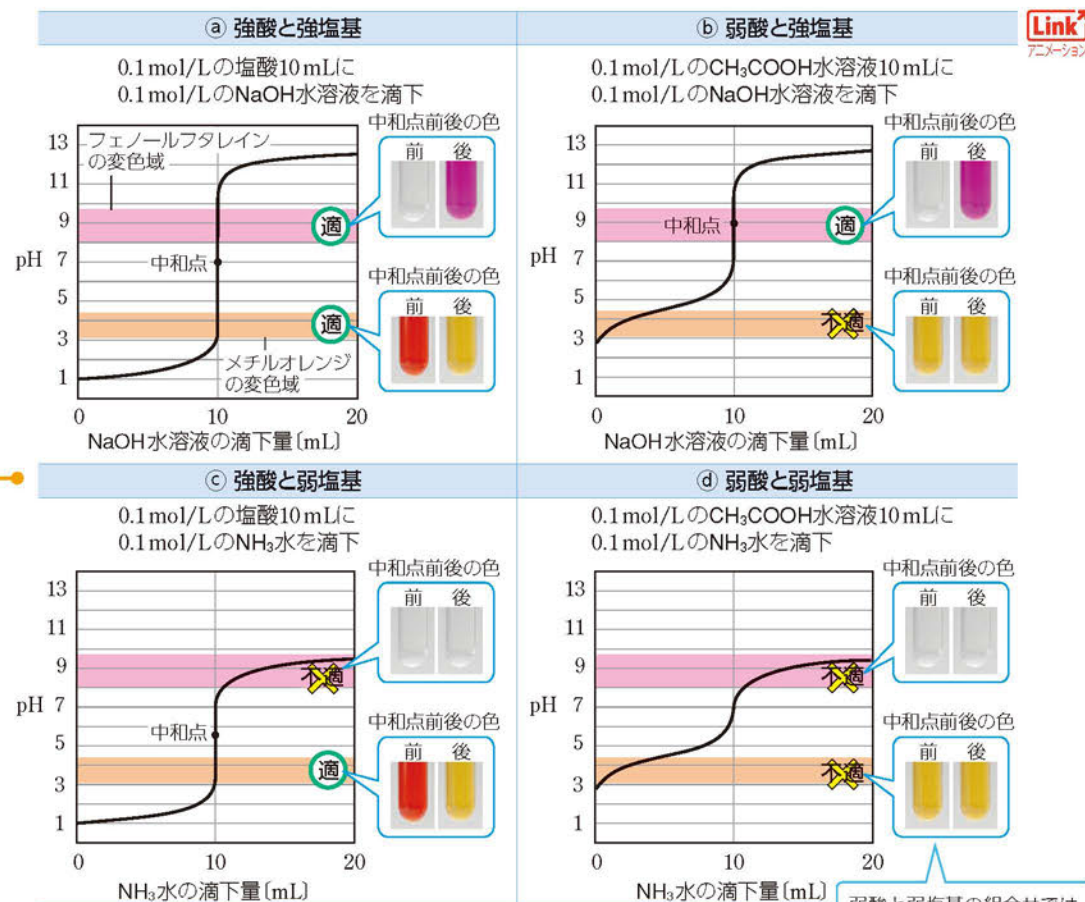


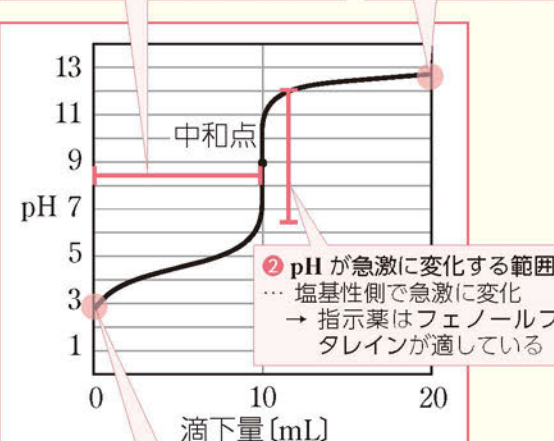
図14 中和反応の滴定曲線 酸に塩基を加えたときの滴定曲線を示した。

弱酸と弱塩基の組合せでは、指示薬を用いて中和点を知ることが難しい

グラフのPoint

0.1mol/Lの酸と0.1mol/Lの塩基の組合せの滴定曲線を示した。

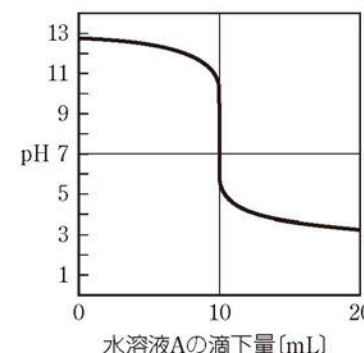
- ③ 中和点までの滴下量 … 10mL
→ 中和に要した体積がわかる
- ④ 終わりのpH … pH=13
→ 強塩基を使用



グラフのQ & A

右の滴定曲線を見て考えてみよう。ただし、用いた酸と塩基の濃度は0.1mol/Lとする。

- Q1. 中和滴定に使用した酸と塩基の組合せは？
→ 初めのpH=13, 終わりのpH=3より、**強塩基に弱酸を滴下した中和滴定**である。
- Q2. メチルオレンジとフェノールフタレインのうち、指示薬として適切なものは？
→ 塩基性側でpHが急激に変化しているで、**フェノールフタレイン**が適切。
- Q3. 中和に必要な水溶液Aの体積は？
→ 中和点のときの水溶液Aの滴下量より、**10mL**である。



4 学んだことを説明してみよう

- 中和反応の量的関係について、「価数」・「濃度」・「体積」を用いて説明してみよう。
- 中和滴定とはどのような実験操作だろうか。濃度がわからない酢酸水溶液を濃度がわかっている水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定するときの手順を説明してみよう。

単元末に、学んだことを説明するコーナーを設けています。「何が理解できたのか」を振り返り、学びを深めることができます(解答例は巻末に掲載)。生徒どうしの「対話的な学び」を通じて、表現力の育成にもつながります。

Link >>>



このQRコードから、中和滴定のシミュレーションコンテンツをご利用いただけます。

教科書で扱っているすべての「実験」に、テロップ・音声付きの映像を完備しています。映像では、実験手順に加え、実験結果も解説しています。紙面右下のQRコードから、実際にご覧いただけます(→詳しくは52)。

C 化学反応式が表す量的関係

化学反応式は、左辺(反応物)と右辺(生成物)でそれぞれの原子の数が等しくなるようにつくった。それでは、化学反応式は実際の化学反応とはどのような関係にあるのだろうか。次の実験を例に考えてみよう。

A 実験 9 化学反応式が表す量的関係を調べる



Link
実験ガイド
映像

【見方・考え方】

化学反応において反応物・生成物の質量を測定し、化学反応式とどのような関係にあるのかを見出す。

実験での着目点を「見方・考え方」として、明示しました。「理科の見方・考え方」が身につけられます。

【操作】

- 電子てんびんでステンレス皿の質量を測定する。
- ステンレス皿に炭酸水素ナトリウムを入れ、薄く広げて全体の質量を測定する。炭酸水素ナトリウムの質量はおおよそ0.4～2.0gとし、班ごとに質量の値を変えるとよい。
- ガスバーナーの強火で3～4分間程度、乾燥した金属製の葉さじなどで静かにかき混ぜながら加熱する。
- 加熱をやめ、ステンレス皿が十分冷めてから全体の質量を測定する。



【結果】

- 反応前の炭酸水素ナトリウムと、生成した炭酸ナトリウムの質量および物質量を求める。
- (1)について、各班のデータをまとめて表にする。
- (2)をもとに、炭酸水素ナトリウム(横軸)と炭酸ナトリウム(縦軸)の質量の関係・物質量の関係をそれぞれグラフに表す。(H = 1.0, C = 12, O = 16, Na = 23)

【考察】

炭酸水素ナトリウムの熱分解の化学反応式を書き、その式と結果(3)で作成した2つのグラフとの関係について考えよ。

Q 実験で二酸化炭素や水の質量・物質量を求めることができた場合、炭酸水素ナトリウムの質量・物質量とどのような関係になると考えられるか。

一部の実験には考察の後に「Q」というさらに理解を深める問いを用意し、思考力を養えるようにしました。

「実験データを分析してみよう」という構成要素を新設しました。ここでは、実験9を実際に行ったときに得られるデータを与え、それについて計算したり、グラフをかいたりしながら、実験データの分析方法を習得することができます。

実験 データを 分析 してみよう

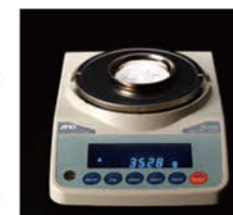
化学反応式が表す量的関係

→ p.98 実験 9

実験データ

以下の実験を行った。

- 電子てんびんでステンレス皿の質量 a を測定した。
- ステンレス皿に炭酸水素ナトリウムを入れ、薄く広げて全体の質量 b を測定した。
- ガスバーナーで数分加熱した。
- 加熱をやめ、ステンレス皿が十分冷めてから全体の質量 c を測定した。



実験を4回行ったところ、各回の a , b , c の値は次のようになった。

実験回数	1回目	2回目	3回目	4回目
ステンレス皿の質量 a [g]	33.90	33.71	33.86	33.70
反応前 全体の質量 b [g]	35.91	35.32	34.41	34.89
反応後 全体の質量 c [g]	35.20	34.74	34.21	34.44

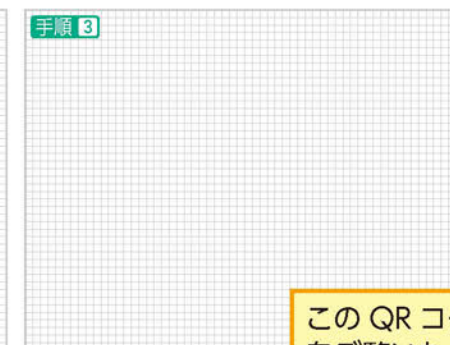
分析

手順 1 実験結果を表にまとめてみよう。

実験回数	1回目	2回目	3回目	4回目
反応前 試料の質量 $b-a$ [g]				
反応後 試料の質量 $c-a$ [g]				

手順 2 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 が加熱によってすべて炭酸ナトリウム Na_2CO_3 に変化したとして、反応前の NaHCO_3 の質量 [g] と生成した Na_2CO_3 の質量 [g] の関係のグラフをかこう。

手順 3 反応前の NaHCO_3 の物質量 [mol] と生成した Na_2CO_3 の物質量 [mol] の関係のグラフをかこう。(H = 1.0, C = 12, O = 16, Na = 23)



このQRコードから、実験映像をご覧いただけます。

Link >>>



実験結果から化学反応式の量的な関係を見出せるテーマを扱いました。実験結果は次ページで解説しています(▶本冊子30)。

得られた実験結果のデータを処理し、そこから化学反応の量的関係を見出す展開にすることで、実験結果の処理の仕方や化学的な考え方を身につけられるようにしました。

●化学反応式が表す量的関係 ▲実験9の結果(3)で作成される、反応前の炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 と生成した炭酸ナトリウム Na_2CO_3 の質量の関係・物質量の関係のグラフの一例を図9に示した。

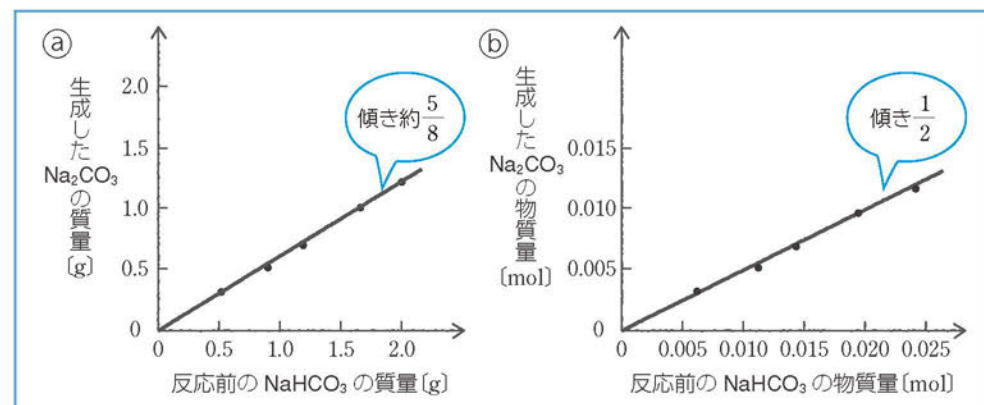


図9 実験9の結果の一例

図9より、 NaHCO_3 (式量84)と Na_2CO_3 (式量106)の質量の比はおよそ8:5、物質量の比は2:1で、ともに一定になることがわかる。

NaHCO_3 の熱分解は、(4)式のように表される。



これより、 NaHCO_3 と Na_2CO_3 の係数の比2:1は、それらの質量の比ではなく、物質量の比と等しいことがわかる。

一般に、化学反応式の係数の比は、各物質の物質量の比と等しい。これを利用すれば、質量や気体の体積など、物質量以外のさまざまな量に関して、物質どうしの関係を知ることができる。

▶ p.105 要点整理

問題ごとに必要な原子量を与えるようにしました。

問15 一酸化炭素の燃焼反応($2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$)について、次の問いに答えよ。

(C = 12, O = 16)

- 6個のCO分子から生成する CO_2 分子は何個か。
- 8molのCOから生成する CO_2 は何molか。また、そのとき O_2 は何mol反応するか。
- 2.8gのCOと反応する O_2 は何gか。また、生成する CO_2 は何gか。
- 標準状態で11.2Lの CO_2 が生成したとすると、反応した O_2 は何gか。
- 標準状態で15LのCOと反応する O_2 は標準状態で何Lか。また、生成する CO_2 は標準状態で何Lか。

「指針」では解法の要点をつかみやすくしています。

教科書本文のすべての例題・類題に解説映像を用意しています。

Link
例題解説

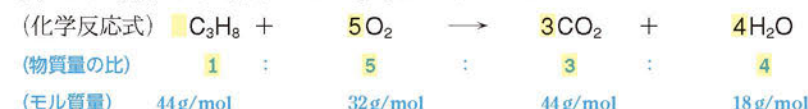
例題5 化学反応の量的関係①

プロパン C_3H_8 4.4gの完全燃焼について、次の問いに答えよ。(H=1.0, C=12, O=16)

- 生成する水の物質量は何molか。
- 生成する二酸化炭素の質量は何gか。
- 燃焼に必要な酸素の体積は、標準状態で何Lか。

指針 化学反応の量的関係の問題は、1まずは化学反応式を立て、2与えられている物質の量を物質量に変換する。次に、3求めたい物質の物質量を、化学反応式の係数の比を利用して求め、4問題で求められている単位に変換する。

解 この反応の化学反応式と物質量の比は、次のようになる1。



C_3H_8 4.4gの物質量は、 $\frac{4.4\text{g}}{44\text{g/mol}} = 0.10\text{mol}$ 2

(1) (C_3H_8 の物質量) : (H_2O の物質量) = 1 : 4より、生成する水の物質量は、 $0.10\text{mol} \times 4 = 0.40\text{mol}$ 3 0.40mol 答

(2) (C_3H_8 の物質量) : (CO_2 の物質量) = 1 : 3より、生成する二酸化炭素の物質量は、 $0.10\text{mol} \times 3 = 0.30\text{mol}$ 3 生成する二酸化炭素の質量は、 $44\text{g/mol} \times 0.30\text{mol} = 13.2\text{g}$ 4 13g 答

(3) (C_3H_8 の物質量) : (O_2 の物質量) = 1 : 5より、燃焼に必要な酸素の物質量は、 $0.10\text{mol} \times 5 = 0.50\text{mol}$ 3 標準状態における気体のモル体積は22.4L/molだから、 $22.4\text{L/mol} \times 0.50\text{mol} = 11.2\text{L}$ 4 11L 答

有効数字2桁なので、小数第1位を四捨五入する

類題5a メタノール CH_3O 8.0gの完全燃焼について、次の問いに答えよ。(H=1.0, C=12, O=16)

- 生成する二酸化炭素と水の質量はそれぞれ何gか。
- 燃焼に必要な酸素の体積は標準状態で何Lか。

類題5b アルミニウムに塩酸を加えると、塩化アルミニウムと水素が生成する。アルミニウム5.40gを完全に反応させるとき、次の問いに答えよ。(H=1.00, Al=27.0, Cl=35.5)

- 反応に必要な塩化水素は何molか。
- 生成する水素の体積は標準状態で何Lか。
- 生成する塩化アルミニウムは何gか。

●過不足のある反応の量的関係 化学反応において反応物が2種類以上ある場合、いずれかの反応物が残ったり不足したりすることがある。

このような場合、それぞれの物質の反応前・変化量・反応後の物質量を表の形に整理して考えるとわかりやすい。



章末問題

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H = 1.0, He = 4.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Mg = 24, S = 32, K = 39, Zn = 65
アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。0℃, $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ の状態を標準状態とする。

1 原子量 ▶p.78~81

表をもとに次の問いに答えよ。

- (1) ナトリウムと塩素の原子量をそれぞれ求めよ。
- (2) 塩化ナトリウムの式量を求めよ。
- (3) 表中の Cl の同位体からできる塩素分子 Cl_2 は合計何種類あるか。

元素	同位体	原子1個の質量[g]	存在比[%]
炭素	^{12}C	2.0×10^{-23}	99
	^{13}C	2.2×10^{-23}	1.0
ナトリウム	^{23}Na	3.8×10^{-23}	100
塩素	^{35}Cl	5.8×10^{-23}	76
	^{37}Cl	6.1×10^{-23}	24

2 物質と原子量・分子量 ▶p.82~87

- (1) 硝酸マグネシウム $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 74g に含まれる酸素原子は何個か。
- (2) ある金属 M の酸化物 MO_2 には、質量比で M が 60% 含まれている。この金属 M の原子量を求めよ。
- (3) 標準状態での体積が 6.72L で質量が 21.3g の気体がある。この気体の標準状態での密度と分子量を求めよ。
- (4) 密度が $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ のドライアイスが気体になると、標準状態における体積は何倍になるか。

3 一定量における物理量の大小 ▶p.82~87

次の問いについて、最も適当な気体を下の(ア)~(オ)から選べ。

- (1) 標準状態での密度が最も大きいもの。
 - (2) 各気体 10g を比較したとき、物質量が最も大きいもの。
 - (3) 各気体 10g を比較したとき、構成する原子の総数が最も多いもの。
 - (4) 各気体 10g を比較したとき、電子の総数が最も多いもの。
- (ア) He (イ) CO_2 (ウ) SO_2 (エ) CH_4 (オ) C_3H_8

4 溶液の濃度 ▶p.91~92

- (1) モル濃度が $13\text{mol}/\text{L}$ の濃硝酸(密度 $1.4\text{g}/\text{cm}^3$)の質量パーセント濃度は何%か。
- (2) $1.0\text{mol}/\text{L}$ の希硫酸を 500mL つくるのに必要な質量パーセント濃度 98% の濃硫酸(密度 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$)の質量は何gか。また、その濃硫酸の体積は何mLか。

考 (3) $1.00\text{mol}/\text{L}$ の硝酸カリウム水溶液 100mL を調製する方法を述べよ。ただし、ビーカーとメスフラスコを必ず使い、使用する硝酸カリウムの質量を明記すること。

ヒント (2) $1\text{cm}^3 = 1\text{mL}$ であることに注意する。

5 見かけの分子量 ▶p.87

ある温度・圧力で、水素と酸素の混合気体 6.0mL を容器に入れて点火した。反応後、もとの温度・圧力にもどすと体積が 3.0mL になり、酸素がすべて反応していた。生成した水は液体になり、液体の水の体積や水に溶ける水素と酸素の量は無視できるものとして、次の問いに答えよ。

- (1) 反応前の水素と酸素の物質量の比を簡単な整数比で答えよ。
- (2) 反応前の混合気体の見かけの分子量はいくらか。
- 考 (3) 反応前の混合気体は空気より重いか、それとも軽いか。ただし、空気は窒素と酸素が物質量比 4:1 の割合で含まれる混合気体とする。

ヒント (3) (2)で求めた混合気体の見かけの分子量と、空気の見かけの分子量を比べる。

6 混合物の反応 ▶p.98~103

メタン CH_4 とプロパン C_3H_8 の混合気体を十分な酸素で完全燃焼させたところ、二酸化炭素が 56L(標準状態)、水が 79.2g 生成した。混合気体中のメタンとプロパンはそれぞれ何 mol か。

ヒント メタンの物質量を $x[\text{mol}]$ 、プロパンの物質量を $y[\text{mol}]$ として、それぞれの化学反応式を考え、二酸化炭素と水が何 mol 生成するか考える。

7 純度 ▶p.98~103

不純物を含む炭酸水素ナトリウム 30.0g を加熱し、炭酸水素ナトリウムをすべて分解させると、標準状態で二酸化炭素が 2.80L と水と炭酸ナトリウムが得られた。不純物は反応しないものとして、次の問いに答えよ。

- (1) この反応の化学反応式を書け。
- (2) 生成した炭酸ナトリウムの物質量は何 mol か。
- (3) 炭酸水素ナトリウムの純度(混合物中の質量の割合)は何%か。

8 化学反応の量的関係 ▶p.98~103

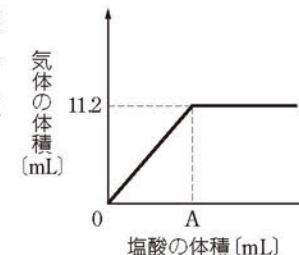
ある量の亜鉛に $0.25\text{mol}/\text{L}$ の塩酸を加え、加えた塩酸の体積と発生した気体の標準状態での体積の関係を調べたところ、右のグラフが得られた。なお、亜鉛と塩酸の反応は、次の化学反応式で表される。



- (1) グラフ中の点 A の体積は何 mL か。
- (2) 反応した亜鉛は何 g か。
- 考 (3) 次の①、②のように条件を変えたとき、塩酸の体積と発生した気体の体積の関係のグラフはどのようなになるか図示せよ。

① 塩酸の濃度を 2 倍にしたとき ② 亜鉛の質量を 2 倍にしたとき

ヒント (3) 塩酸の濃度が 2 倍になると、発生する気体の体積はどうなるか。また、亜鉛の質量が 2 倍になると、必要な塩酸の体積はどうなるか。



発展 水のイオン積と pH の求め方

化学

Link
単元解説

水溶液中には常に水素イオン H^+ と水酸化物イオン OH^- が存在しており、 $[H^+]$ と $[OH^-]$ の積は、温度が一定ならば常に一定の値を示す。

$$[H^+][OH^-] = K_w$$

この $[H^+]$ と $[OH^-]$ の積 K_w を **水のイオン積** という。水のイオン積は、(12)式より、
25℃では次のようになる。

$$K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2 \quad (25^\circ\text{C})$$

この値は、純水や中性の水溶液でも、酸や塩基の水溶液でも、温度が変わらなければ、
溶質によらず常に一定になる。

水のイオン積を利用すると、 $[OH^-]$ の値がわかれば、 $[H^+]$ を求めることができる。
例えば、25℃、 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の水酸化ナトリウム水溶液(電離度 1.0)では、
 $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ であるから、この水溶液の pH は次のように計算できる。

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

例題 A 塩基の水溶液の pH の計算

Link
例題解説

25℃で、次の水溶液の pH を、水のイオン積を用いて求めよ。

- (1) 0.010 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液(電離度 1.0)
- (2) 0.050 mol/L のアンモニア水(電離度 0.020)

指針 いずれも塩基であるので、まず $[OH^-]$ を求める。
その後、水のイオン積を用いて $[H^+]$ を計算し、pH を求める。

解 (1) 水酸化ナトリウムは 1 価の強塩基で、電離度 1.0 より、

$$[OH^-] = 0.010 \text{ mol/L} \times 1.0 = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

塩基のモル濃度 電離度
水のイオン積 $K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ より、

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2}{1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$

pH = 12 答

(2) アンモニアは 1 価の弱塩基で、電離度 0.020 より、

$$[OH^-] = 0.050 \text{ mol/L} \times 0.020 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

塩基のモル濃度 電離度
水のイオン積 $K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ より、

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

pH = 11 答

類題 A 25℃で、次の水溶液の pH を、水のイオン積を用いて求めよ。

- (1) 0.10 mol/L の水酸化カリウム水溶液(電離度 1.0)
- (2) 0.040 mol/L のアンモニア水(電離度 0.025)

[(1) 13 (2) 11]

3 中和反応と塩

Link
単元解説

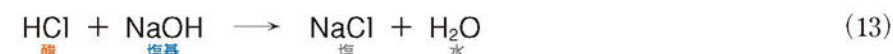
中和反応とは、どのような反応だろうか。

ここでは、中和反応のしくみと塩の性質について理解しよう。

A 中和反応

- 5 酸と塩基が反応して、互いの性質を打ち消しあうことを **中和** といい、その反応を **中和反応** という。

例えば、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混合すると、塩化ナトリウム(塩)と水ができる。



- 10 この反応において、水溶液中で HCl、NaOH、NaCl は、(14)式のようにそれぞれ電離してイオンになっている。反応の前後で変化しない Na^+ と Cl^- を消去すると、(15)式のようになる。



- 15 つまり、中和反応は、酸の H^+ と塩基の OH^- とが結合して、水ができる反応といえる。

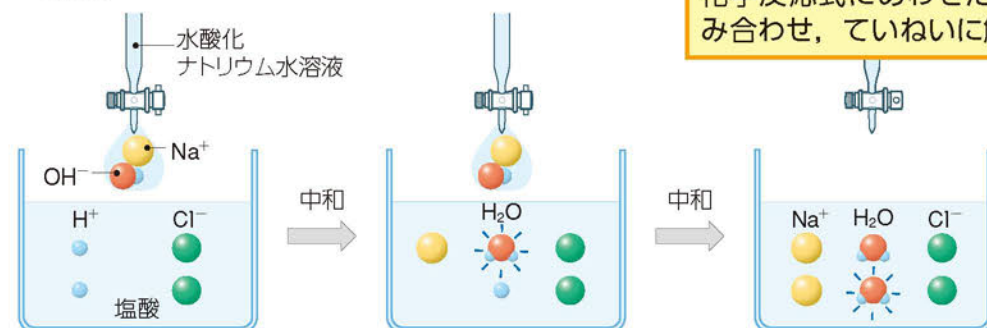


図 11 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和 ($\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$)

ただし、気体の塩化水素 HCl とアンモニア NH_3 の反応のように、塩基に OH^- が含まれない場合は、中和しても水を生じないこともある。



- 問 5 次の酸と塩基の中和反応を、化学反応式で表せ。

(1) CH_3COOH と KOH (2) HCl と $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (3) H_2SO_4 と NaOH



食品保存の化学

食品を保存する技術の背景には化学の活躍がある。多くの食品は、空気や光にさらされることで劣化したり、高温・多湿により細菌類やカビ類が増殖して腐敗したりする。劣化を防ぐには空気や光を遮断したり、腐敗を防ぐには細菌類やカビ類の増殖を抑えたりする必要がある。ここでは、食品保存の技術を紹介する。

古くからの食品保存技術

細菌類やカビ類は、温度や湿度、**pH**などが特定の条件のときに増殖する。これらの条件を適切に管理することで食品の腐敗を防ぐことができる。酢漬け、塩漬け、砂糖漬けなどは古くからある食品保存技術であり、酢漬けでは酸である食酢を用いてpHを低くすることで微生物の増殖を抑制している。このほかにも、さまざまな化学的手法を用いた食品保存技術があり、今では食品の品質や風味が昔よりはるかに長く保持できるようになっている。

野菜のピクルス(酢漬け)



梅干し(塩漬け)



ジャム(砂糖漬け)



図15 さまざまな食品保存方法

脱酸素剤や乾燥剤

脱酸素剤や**乾燥剤**は、製品の品質保持において重要な役割をはたしている。脱酸素剤は焼き菓子などの食品に用いられることが多く、包装容器内の酸素を吸収することで、酸素と油が反応して劣化するのを防いでいる。酸化カルシウムやシリカゲルは水を吸収しやすいので、せんべいやのりなどの湿気に弱い食品に乾燥剤として用いられている。乾燥剤を封入することで、食品の食感を維持したり、カビ類による腐敗を防ぐことができる。



図16 乾燥剤

酸化カルシウム

食品のパッケージ

食品を包む容器やパッケージは、複数のフィルムを使用した多層構造が一般的である。例えば、マヨネーズの容器は、酸素の透過を防ぐために複数の**プラスチック**フィルムを組み合わせたり、輸送中も品質を保つために窒素を充填したり、口部にアルミシールを貼ったりしている。スナック菓子のパッケージには**アルミニウム**を蒸着したフィルムが使用されており、軽くて丈夫だけでなく、空気や湿気、光を遮断できる。また、アルミニウム箔は表面に印刷や着色などを簡単に施すことができるので、製品の特徴に合わせた多様なパッケージデザインが可能である。



図17 マヨネーズの容器
複数の技術を用いて、マヨネーズの酸化を防いでいる。



図18 スナック菓子のパッケージ

食品を安全においしく保つために、さまざまな技術が使われている。私たちがふだん食べている食品には、どのような工夫がされているか調べてみよう。

Pick Up!

ロングライフ食品

食品保存技術の向上によって、通常よりも賞味期限を長くした食品を**ロングライフ食品**とよぶ。

これらは、災害時の備蓄用としても注目されている。例えば、牛乳は通常は長持ちしないが、製造から包装に至るまで外気を遮断して無菌状態とすることで、賞味期限を数か月以上と非常に長くすることができ、常温で保存できるようになった。

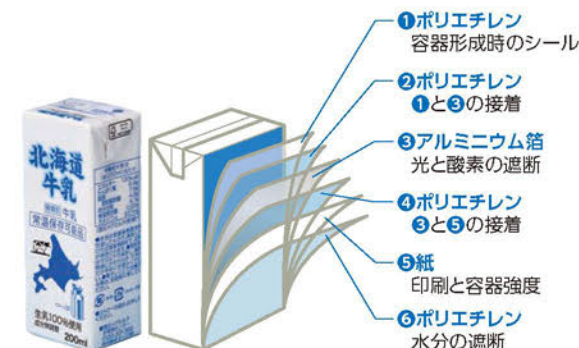


図19 ロングライフ牛乳の例

各テーマには関連する職業に従事する方のインタビュー記事を掲載しましたので、生徒の可能性を広げることができます。

Interview

化学の仕事

新鮮なしょうゆをご家庭に



食品メーカー
容器包装開発チーム
高橋 章仁さん

どのような経緯で開発されたんですか？

しょうゆづくりには、「火入れ」とよばれる加熱殺菌の工程があります。一方で、火入れをしない「生しょうゆ」には新鮮な味わいがあるため、消費者のみなさんに商品として提供できればと考えていました。けれども、生しょうゆは酸化されやすく、変色が目立つため、鮮度を保つための技術が必要でした。しょうゆは空気に触れることで酸化されます。そこで、しょうゆが空気に触れないように工夫した「二重構造の容器」をつくったのです。

どのような工夫をされたんですか？

二重構造の部分では、内側の容器と外側の容器で違う素材を使っています。しょうゆが入っている内側の容器には、酸素を通さず、しぼんだ形が保たれるような、やわらかい性質のプラスチックを選びました。マヨネーズの容器にも使われるような素材です。一方、外側の容器には、強度を保てるよう、内側よりもかたい性質のプラスチックを選びました。しょうゆの出しやすさやボトルの耐久性、リサイクルのしやすさなど、さまざまな観点で素材を選んでいて、現在も改良を続けています。



二重構造の容器の断面

この教科書を読んでいる高校生にメッセージをお願いします！



1つの分野に興味をもつと、そこから「もっと知りたい」という気持ちが大きくなっていくと思います。私の場合、それが化学でした。みなさんも、興味をもったことを追いつけていってください。

探究的な取り組みを促す実験を2テーマ、合計4ページ扱いました。これらの実験にも映像を完備しております。

巻末特集

探究実験

化学の分野の“探究”では、実験を行うことが大切である。実験では、新しい発見があったり、目の前で起こる変化が印象に残ったりするが、単に実験をするだけで終わりにしては、得られるものは少なくなってしまう。

実験の前後に、まわりの先生や生徒と議論をしたり、これまでに学習したことを振り返りながら考えたりすることが重要である。

ここでは、いくつかの実験テーマを取りあげ、実験の前後を含めた“探究”の過程において、どのような活動ができるかを紹介する。

実験
14

しょうゆから食塩を取り出す

▶ p.10 純物質と混合物



Before Experiment ～実験の前に～



保健の授業で、日本人は食塩の摂取量が多く、生活習慣病のリスクが高いことを学びました。

「Before Experiment」では、日常生活における気づきやテーマの設定など実験の前の活動を扱いました。

日本食は世界で注目されていますが、塩だけでなく、しょうゆやみそなどの調味料や、漬け物などにも食塩は含まれています。



そのような調味料などに含まれる食塩の量は、どのように調べられるのでしょうか。

混合物の分離で学習した方法を思い出して、身近な調味料であるしょうゆを例に考えてみましょう。



食塩水だったら水を蒸発させれば食塩が残りますが、しょうゆは黒っぽく色がついているから、同じように実験できるのでしょうか。

しょうゆには水と食塩のほかに、さまざまな有機化合物が含まれています。食塩は無機物質ですから、この違いを利用して分離できそうですね。



有機化合物を燃焼させると、二酸化炭素が発生して灰が残るはずですよ。もう少し調べて実験計画を立ててみます。

実験14 しょうゆから食塩を取り出す

仮説

混合物の分離を利用すれば、しょうゆに含まれる食塩を取り出せるのではないかと。

操作

① 注意 実験時は保護メガネを着用すること。

- ① 蒸発皿にしょうゆ10gをはかり取る。
- ② ガスバーナーで穏やかに加熱して、水を蒸発させる。
- ③ 水が蒸発した後、蒸発皿に残った有機化合物が完全に灰になるまで、十分に燃焼させる。
- ④ 蒸発皿を放冷した後、純水を加えてよくかき混ぜる。
- ⑤ ④の溶液をろ過して灰を取り除く。
- ⑥ あらかじめ質量をはかった蒸発皿にろ液を移し、穏やかに加熱する。
- ⑦ 液体がすべて蒸発したら放冷して、固体が残った蒸発皿の質量をはかる。
- ⑧ ⑦の質量と⑤の蒸発皿の質量の差から、食塩の質量を求める。



「After Experiment」では、実験結果の捉え方や再度実験に取り組む際の考え方などをまとめています。

After Experiment ～実験の後に～



実験で得られた食塩の質量は、しょうゆのパッケージに記載されている量よりもだいぶ少なくなって、失敗してしまいました。

食塩を取り出すという目的は達成できたので、決して失敗ではありません。実験方法を見直して精度の高い結果を得られるように考えてみましょう。ところで、取り出した物質が食塩であることは確認しましたか。



すっかり忘れていました。炎色反応で黄色を示して、硝酸銀水溶液を加えて白色の沈殿ができれば、NaとClを検出できると思います。

検出方法は理解していますね。今回の実験のようにある物質を取り出すというテーマでしたら、取り出した物質が目的のものを確かめるのは大事ですね。それから、食塩の量を調べるだけでしたら、塩分計を使う方法もあります。



食塩の量をはかる方法は、いろいろとあるんですね。「こいくちしょうゆ」と「うすくちしょうゆ」の違いや「減塩しょうゆ」のしくみなど、もっと調べてみようと思います。

その調子です。興味をもったことはどんどん調べてみましょう。



資料編

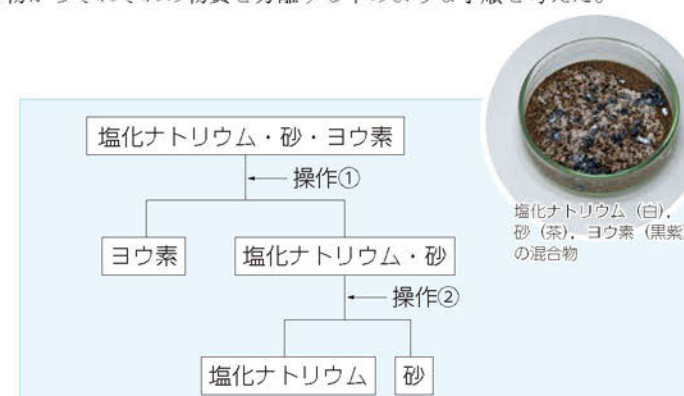
1 思考学習

これまでの学習で身につけた知識を使って、問題にチャレンジしよう。わからない場合は、関連する箇所の文章を読み、例題や問を解いてからもう一度取り組んでみよう。

1 物質の分離

▶ p.11 物質の分離, p.24 物質の三態

歩美さんは物質の分離・精製の授業で学んだことを振り返りながら、塩化ナトリウム、砂、ヨウ素の混合物からそれぞれの物質を分離する下のような手順を考えた。



【考察1】 操作①および操作②の分離操作として、適当なものは何か。

【考察2】 操作②で得られる塩化ナトリウムは水溶液であった。塩化ナトリウムはNaとClからなる化合物である。塩化ナトリウム水溶液を用いて、Na、Clをそれぞれ検出するには、どのような実験を行い、どのような結果を確かめればよいか。

【考察3】 操作②で得られた塩化ナトリウム水溶液から、固体の塩化ナトリウムを得るには、どのような操作を行えばよいか。

【考察4】 初めの混合物を次のように変えたとき、歩美さんが計画した実験手順とまったく同じ手順で分離できないものを1つ選べ。

- (ア) 塩化ナトリウムを硝酸カリウムに変える。
- (イ) ヨウ素をナフタレンに変える。
- (ウ) 砂を硝酸カリウムに変える。
- (エ) 砂を鉄粉に変える。

【考察5】 歩美さんは物質の分離操作には状態変化が関係しているものがあると気がついた。次の記述のうち、物質の状態変化が関係しているものをすべて選べ。

- (ア) 塩化ナトリウム水溶液を蒸留して水を得た。
- (イ) 砂が混ざった水をろ過して砂と水を分離した。
- (ウ) 硝酸カリウムと食塩が溶けている水溶液から再結晶によって硝酸カリウムを得た。
- (エ) うがい薬から抽出によってヨウ素を分離した。
- (オ) ペーパークロマトグラフィーによって黒色のインクを分離した。
- (カ) ナフタレンと砂の混合物から昇華法によってナフタレンを得た。



やや高度な参考・発展は巻末にまとめて掲載し、学習の進度に応じて取捨選択しやすくしました。
本文と関連性の高い参考・発展は本文の適所で掲載しています。
それぞれの参考・発展の扱いは本冊子 48 にまとめています。

ここでは分子の形について、電子式からの考え方を示しながらいねいに解説しました。

資料編 2 巻末参考・発展

ここでは、本編の理解をさらに深める内容を扱っている。
必要に応じて取り組もう。

1 イオンの大きさ・原子の大きさ

⇒本文 p.38, 40 [Link](#)
単元解説

原子やイオンの大きさは、それらの電子配置と密接に関係している。原子番号の増加に伴ってどのように変化していくのか、その傾向について考えてみよう。

●イオンの大きさ 電子配置が同じイオンどうしの大きさは、原子番号が大きいイオンのほうが小さい。

例えば、ネオン Ne と同じ電子配置のイオンの大きさは、図 A のような順になる。これは、原子番号が大きいイオンのほうが、原子核の正電荷が大きくなり、電子を強く原子核へ引きつけるからである。



イオンの大きさを相対的に表した。数値は、イオンの半径のおよその値を nm (ナノメートル) 単位で示したものである (代表的な値を示した)。1 nm = 10⁻⁹ m = 0.000000001 m である。

図 A Ne と同じ電子配置のイオンの大きさ

問 A 塩化物イオン Cl⁻ とカリウムイオン K⁺ とでは、どちらが大きいのか。 [塩化物イオン]

●原子の大きさ 原子の大きさは、それらの電子配置と密接に関係しているため、原子番号の増加に伴う周期的な変化が見られる。おもな傾向を①、②に示した。

- ① 同じ族の元素では、原子番号が大きいほど、原子は大きい。
- ② 同じ周期の元素では、原子番号が大きいほど原子は小さい (18 族は除く)。

	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H 0.030							He 0.140
2	Li 0.152	Be 0.111	B 0.081	C 0.077	N 0.074	O 0.074	F 0.072	Ne 0.154
3	Na 0.186	Mg 0.160	Al 0.143	Si 0.117	P 0.110	S 0.104	Cl 0.099	Ar 0.188

図 B 原子の大きさの例 原子の大きさを相対的に表した。数値は、原子の半径のおおよその値を nm (ナノメートル) 単位で示したものである (代表的な値を示した)。18 族元素の原子の大きさは、他の元素とは求め方が異なり、一概に比べることはできない。

問 B ネオン原子とアルゴン原子とでは、どちらが大きいのか。 [アルゴン原子]

2 分子の形

⇒本文 p.53 [Link](#)
単元解説

分子の形は、分子を構成する原子とそのまわりにある電子対によって立体構造を予想することができる。分子の形を予想する考え方について理解しよう。

分子の形について、「H₂O と CO₂ はどちらも 3 つの原子でできているのに、なぜ分子の形は異なるのだろうか」などの疑問をもつことがあるだろう。分子の形は立体的であるものが多く、構造式では正確には表せない。しかし、次のような **考え方** によって電子式から分子の形を予想できる。

[Link](#) 分子モデル資料

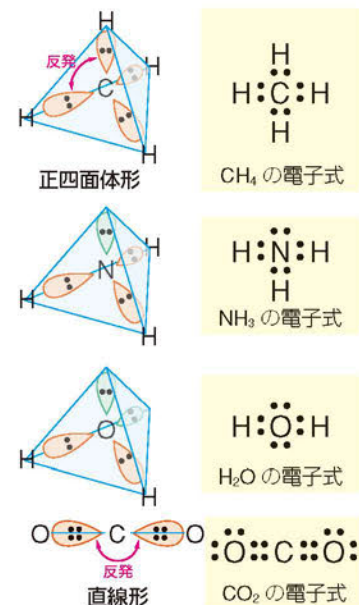
考え方

- ① 分子の中心にある原子のまわりの電子対 (共有電子対や非共有電子対) は、互いに反発しあっているだけ遠くになろうとする。
- ② ① で電子対の反発を考えた上で、非共有電子対を除いた形を分子の形とする。
- ③ 二重結合や三重結合の共有電子対は、1 つのかたまりとして扱う。

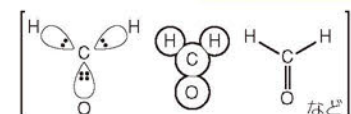
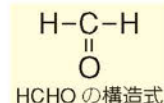
CH₄ 分子の C のまわりには 4 組の共有電子対があるため、**考え方①** より、電子対が最も遠くに位置する (最も角度の大きい) **正四面体形** となる。

NH₃ 分子と H₂O 分子にも、中心の原子のまわりには 4 組の電子対があるため、**考え方①** より、CH₄ 分子と同様に正四面体形に電子対が位置する。4 組の電子対のうち、NH₃ 分子では 1 組、H₂O 分子では 2 組が非共有電子対である。**考え方②** より、非共有電子対を除いて分子の形を考えると、NH₃ 分子は **三角錐形**、H₂O 分子は **折れ線形** となる。

一方、CO₂ 分子の C のまわりには、**考え方③** より、電子対のかたまり (二重結合の共有電子対) が 2 つあるといえる。したがって **考え方①** より、電子対のかたまりどろしは中心の C をはさんで正反対に位置し、分子の形は **直線形** となる。



問 A ホルムアルデヒド HCHO の構造式は右のように書ける。これをもとに、HCHO 分子の形を予想し、図示せよ。



負極: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$
 (2)b
 (3) CuSO_4 水溶液
 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ の反応が起こり CuSO_4 が減少するので、 CuSO_4 水溶液の濃度を高くすると電流を長く流し続けられる。

p.172 問 11 2.0kg

解説 Fe_2O_3 (式量 160) 1mol から Fe (式量 56) 2mol が得られるから、必要な Fe_2O_3 は、
 $160\text{g/mol} \times \frac{1.4 \times 10^3\text{g}}{56\text{g/mol}} \times \frac{1}{2} = 2.0 \times 10^3\text{g} = 2.0\text{kg}$

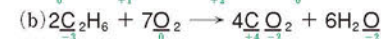
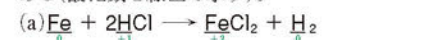
p.176 章末問題

1 工

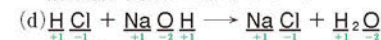
解説 (ア) 水素原子を受け取る反応は還元である。
 (イ) 電子を受け取る反応は還元である。
 (ウ) 酸化剤自身は還元される。

2 (a) HCl (b) O_2

解説 酸化数が減少する原子を含む物質が酸化剤である(酸化数を緑色で示す)。



酸化数が変化した原子はない。



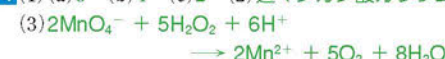
酸化数が変化した原子はない。

3 (1) (ア) 2 (イ) 2 (ウ) 還元 (エ) +4 (オ) +6 (カ) 4 (キ) 2 (ク) 酸化 (ケ) +4 (コ) 0

(2) 酸化剤

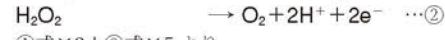
解説 過酸化水素 H_2O_2 や二酸化硫黄 SO_2 は、相手によって、酸化剤としても還元剤としても作用する。

4 (1) (a) 5 (b) 4 (c) 2 (2) 過マンガン酸カリウム

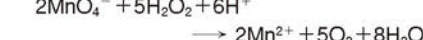


(4) $9.0 \times 10^{-2}\text{mol/L}$

解説 (1) ~ (3)



①式 $\times 2$ + ②式 $\times 5$ より、



このとき、電子を受け取る物質が酸化剤としてはたらく。

(4) 反応式より、1mol の KMnO_4 は 5mol の e^- を受け取り、1mol の H_2O_2 は 2mol の e^- を失う。
 H_2O_2 水の濃度を $c\text{[mol/L]}$ とすると、

$1.5 \times 10^{-2}\text{mol/L} \times \frac{24.0}{1000}\text{L} \times 5 = c \times \frac{10.0}{1000}\text{L} \times 2$

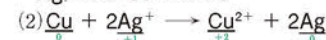
$c = 9.0 \times 10^{-2}\text{mol/L}$

5 (1) A: Zn B: Mg C: Au D: Ag E: Cu
 (2) Cu

解説 (a) 熱水と反応して H_2 を発生する B は Mg。

(b) 塩酸と反応する金属は Mg と Zn。B は Mg なので、A は Zn。

(c) C は希硝酸に溶けないから Au。D、E は Cu が Ag。イオン化傾向が $E > D$ であるから、D が Ag、E が Cu となる。



6 ウ

解説 電池の負極では電子を失う反応、酸化反応が起こる。

資料編 (p.223 ~)

p.224 問 1 (1) 10^2 (2) 10^6 (3) 10^{-2} (4) 10^{-7}

p.224 問 2 (1) 2.24×10^5 (2) 9.65×10^4

(3) 6.7×10^{-2} (4) 2.4×10^{-4}

p.224 問 3 (1) 10^{14} (2) 10^{-5} (3) 10^{15}

(4) 5.6×10^9 (5) 2.5×10^{-6}

p.225 問 4 46.4°C

p.225 問 5 (1) 2桁 (2) 3桁

p.225 問 6 (1) 1.78×10^4 (2) 5.67×10^{-5}

p.226 問 7 (1) 2.3 (2) 3.1 (3) 2.1

p.226 問 8 (1) 7.0 (2) 1.2

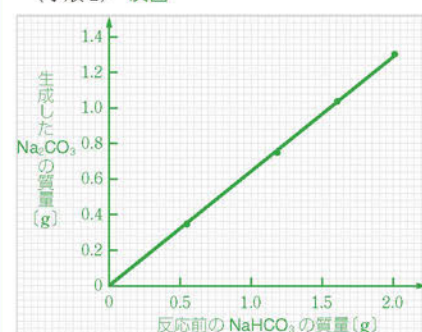
実験データを分析してみようの解答

p.99 化学反応式が表す量的関係

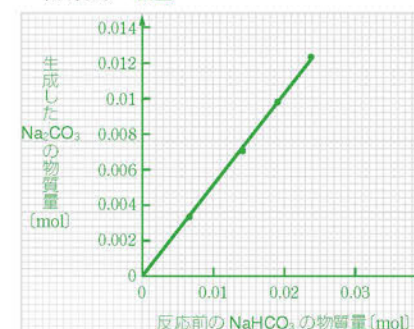
(手順1) 次表

実験回数	1回目	2回目	3回目	4回目
反応前 試料の質量 $b - a$ (g)	2.01	1.61	0.55	1.19
反応後 試料の質量 $c - a$ (g)	1.30	1.03	0.35	0.74

(手順2) 次図



(手順3) 次図



p.131 中和滴定

(手順1) 次表(解答例)

実験回数	1回目	2回目	3回目	4回目
初めの目盛り (mL)	0.00	8.53	15.63	22.76
終わりの目盛り (mL)	8.53	15.63	22.76	29.83
滴下量 (mL)	8.53	7.10	7.13	7.07

(手順2) 7.10mL

(手順3) $7.1 \times 10^{-1}\text{mol/L}$, 4.3%

解説 (手順2) 1回目は他の3回に比べて滴下量が多く、実験操作を誤ったときの結果だと考えられるため、1回目を除外して計算する。

$\frac{7.10\text{mL} + 7.13\text{mL} + 7.07\text{mL}}{3} = 7.10\text{mL}$

(手順3) 中和滴定に用いた酢酸水溶液の濃度を $c\text{[mol/L]}$ とすると、

$1 \times c \times \frac{10}{1000}\text{L} = 1 \times 0.10\text{mol/L} \times \frac{7.10}{1000}\text{L}$
 $c = 7.1 \times 10^{-2}\text{mol/L}$

実験操作で10倍に希釈しているので、薄める前の食酢に含まれる酢酸のモル濃度は、
 $7.1 \times 10^{-1}\text{mol/L}$ となる。

また、食酢 1L に含まれる CH_3COOH (分子量 60) の質量は、
 $60\text{g/mol} \times 7.1 \times 10^{-1}\text{mol} = 42.6\text{g}$
 食酢 1L (密度 1.0g/cm^3) の質量は、 $1\text{L} = 1000\text{mL} = 1000\text{cm}^3$ なので、
 $1.0\text{g/cm}^3 \times 1000\text{cm}^3 = 1000\text{g}$

よって、食酢中の酢酸の質量パーセント濃度は、
 $\frac{42.6\text{g}}{1000\text{g}} \times 100 = 4.26 \approx 4.3$

思考学習の解答

p.195 物質の分離

考察1 操作①: 昇華法 操作②: ろ過

考察2 Na: 水溶液を白金線の先につけてガスバーナーの外炎の中に入れ、炎が黄色になることを確認する。

20 Cl: 水溶液に硝酸銀水溶液を加えて、白色沈殿が生じることを確認する。

考察3 水溶液を蒸発皿に入れて加熱し、水を蒸発させる。

考察4 ウ 考察5 ア、カ

解説 (考察1) 操作①: 塩化ナトリウム、砂、ヨウ素を加熱すると、ヨウ素は昇華して気体になるが、塩化ナトリウム、砂は昇華しないため、その気体を冷却するとヨウ素のみを取り出すことができる。
 操作②: 塩化ナトリウムは水に溶けるが、砂は水に溶けないので、水を加えてよくかき混ぜたのちに、ろ過すると砂だけがろ紙の上に残り、分離することができる。

(考察3) 塩化ナトリウムと水を加熱すると、沸点の差により、水だけが蒸発するため、固体の塩化ナトリウムを得ることができる。

(考察4) 砂を硝酸カリウムに変えると、操作①では硝酸カリウムは昇華しないので、ヨウ素は分離できるが、操作②では硝酸カリウムと塩化ナトリウムはどちらも水に溶けてしまうため、分離することができない。

(考察5) (ア) 蒸留は、溶液を加熱して蒸気を発生させ(蒸発)、その蒸気を冷却して液体にする(凝縮)ことで、目的の物質を分離する操作である。

(カ) 昇華法は、固体の物質を熱して気体に変化させ(昇華)、発生した気体を冷却して固体にする(凝華)ことで、目的の物質を分離する方法である。

p.196 放射性同位体を用いた年代測定

考察1 11400年前

考察2 ③ 考察3 ①

解説 (考察1) ^{14}C の割合はもとの割合の

$\frac{25}{100} = \frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^2$ となっている。

よって、求める年数は、 $5700\text{年} \times 2 = 11400\text{年}$ 。

(考察2) グラフより、 $t = T$ のとき原子の数 N がはじめにあった原子の数 N_0 の $\frac{1}{2}$ になる。 $t = T$ のとき、
 $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2}$

同様に、 $t = 2T$ のとき、 $\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^2$, $t = 3T$ のとき、
 $\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^3$ よって、 $\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ と表せる。

(考察3) 過去の大気中の ^{14}C の割合が現在より高かったと仮定すると、死亡時の生物に取り込まれていた ^{14}C の割合も高くなる。この場合、測定試料中の ^{14}C の割合まで減少するには、さらに長い年月をかけて放射性崩壊が進む必要がある。そのため、実際の年代は、 ^{14}C の割合が一定であると仮定して計算した年代よりも古い年代となる。

立式や途中計算などの解答過程をていねいに解説していますので、生徒がつまづいた際にも活用していただけます。

巻末の物質図録では教科書に登場する物質とその利用例を多数掲載し、合計7ページ扱いましたので、物質を調べる辞書のように活用いただけます。



二水和物
白色
固体

塩化カルシウム CaCl_2

潮解性がある。吸湿性が強い。除湿剤や融雪剤、カルシウムの製造、土壌の改良剤に使われている。

▶ p.51



除湿剤

吸湿性が強いので、押し入れ用の除湿剤などに用いられる。実験室での気体の乾燥の際、アンモニアの乾燥には適さない。



白色
固体

塩化銀 AgCl

水に難溶。光によって分解して銀の微粒子になり、黒紫色に変わる(感光性)。銀めっき材料、電極、写真の感光剤に使われている。

▶ p.20



無色
気体

塩化水素 HCl

刺激臭がある。水に非常に溶けやすい。水溶液を塩酸といい、強酸性を示す。 NH_3 と反応して白煙を生じる。塩酸は、多くの金属を腐食する。胃酸の成分、塩化ビニルの原料。

▶ p.59,110



二水和物
褐色
(二水和物
は緑色)
固体

塩化銅(Ⅱ) CuCl_2

潮解性がある。二水和物や濃い水溶液は緑色で、薄めるとしだいに青色になる。着色剤の原料や花火の発色剤(青色)、殺菌剤に使われている。

▶ p.144



着色剤

葉緑素(クロロフィル)と塩化銅(Ⅱ)を反応させると生じる銅クロロフィルは、着色剤としてチューインガムなどに加えられる。



白色
固体

塩化ナトリウム NaCl

食塩の主成分で、生物の生命維持に重要な物質。水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウムの原料のほか、生理食塩水に使われている。

▶ p.48,51



六水和物
白色
固体

塩化マグネシウム MgCl_2

潮解性がある。にがりの主成分。豆腐の凝固剤、融雪剤やマグネシウムの製造、グラウンドの防塵剤(ぼうじんざい)に使われている。

▶ p.10



豆腐の凝固剤

加熱した豆乳ににがりを加えると、豆腐ができる。にがりは、豆乳を凝固させるはたらきをする。



無色
液体

過酸化水素 H_2O_2

酸化剤。水とどんな割合でも混ざりあう。紙・パルプの漂白剤、半導体素子の洗浄剤。約3%の水溶液はオキシドールとよばれ、消毒薬に使われている。

▶ p.150,152



衣料用漂白剤

液体の衣料用酸素系漂白剤には過酸化水素が含まれているものがある。過酸化水素は漂白剤としてはたらくが、最終的には水と酸素に分解する。



黒紫色
固体

過マンガン酸カリウム KMnO_4

針状結晶。水溶液は赤紫色。酸化剤、殺菌剤、漂白剤のほか、水質調査の際の試薬として使われている。

▶ p.148

いくつかの物質には QR コンテンツとして分子モデルのアニメーションをご用意しています。

物質図録



アニメ
無色
液体

酢酸 CH_3COOH

刺激臭がある。弱酸。水とどんな割合でも混ざりあう。純粋なものは冬季に凝固するので水酢酸といわれる。医薬品、繊維、樹脂の原料。

▶ p.60



食酢(醸造酢)

醸造酒(じょうぞうしゅ)に酢酸菌という菌を加えて発酵させることでつくられる。原料となる醸造酒によって、さまざまな食酢ができる。



白色
固体

酸化アルミニウム Al_2O_3

アルミナともいう。水に不溶。融点が高く、硬い。宝石のルビーやサファイアの主成分。アルミニウムやファイナセラムミックスの原料、時計の風防、研磨剤に使われている。

▶ p.173



白色
固体

酸化カルシウム CaO

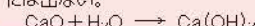
生石灰ともいう。水と反応すると多量の熱を発生しながら水酸化カルシウムになる。発熱剤、脱水剤、乾燥剤に使われている。セメントの原料。

▶ p.188



乾燥剤

外気の湿度によって、吸湿力が変化する。化学反応による吸湿のため、一度吸収した水分は再度外には出ない。



暗褐色
固体

酸化銀 Ag_2O

水に難溶。加熱すると銀と酸素に分解する。光によっても分解するので、褐色瓶に入れて暗所に保存。銀電池の正極に使われている。

▶ p.168



赤色
固体

酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3

赤さびの成分。赤褐色の顔料として、建築物や工業用品の着色に用いられる。鉄道のレールを溶接する際に利用される。

▶ p.172



赤色
固体

酸化銅(Ⅰ) Cu_2O

水に不溶。赤銅鉱の主成分。湿った空気中では、徐々に酸化されて酸化銅(Ⅱ)になる。

▶ p.145



船底塗料用の添加剤

フジツボなどの水生生物が船底へ付着すると、水流の抵抗が増加してしまうため、大型船などで利用されている。



黒色
固体

酸化銅(Ⅱ) CuO

水に不溶。銅を空気中で加熱すると得られる。加熱した酸化銅(Ⅱ)に水素を通すと、還元されて銅になる。陶磁器の着色剤に使われる。

▶ p.142,145



褐色
固体

酸化鉛(Ⅳ) PbO_2

水に不溶。酸化剤。電気を通す。鉛蓄電池の正極に使われている。

▶ p.169



黒色
固体

酸化マンガン(Ⅳ) MnO_2

水に不溶。酸化剤。二酸化マンガンのもとよばれる。過酸化水素の分解反応で、触媒としてはたらく。ガラスの色消しや乾電池の正極に使われている。

▶ p.149

化学基礎教科書の比較

改訂版 化学基礎 (化基/104-901), 改訂版 高等学校
化学基礎 (化基/104-902), 改訂版 新編 化学基礎
(化基/104-903) の違いをまとめました。



		改訂版 化学基礎		改訂版 高等学校 化学基礎		改訂版 新編 化学基礎		
項目		A5 判・280 ページ		B5 変型判・248 ページ		B5 判・224 ページ		
参考	分子の形	○ (p.73)	囲み	○ (p.203)	巻末	—		
	溶解度	○ (p.122 ~ 123)	囲み	○ (p.208)	巻末	○ (p.105)	囲み	
	未定係数法	○ (p.129)	囲み	○ (p.95)	囲み	—		
	化学の基礎法則	○ (p.138 ~ 139)	囲み	○ (p.210 ~ 211)	巻末	○ (p.116 ~ 117)	囲み	
	pH 指示薬の構造と色の变化	○ (p.153)	囲み	—		—		
	酸性酸化物と塩基性酸化物	○ (p.160)	囲み	—		—		
	塩が生成する反応	○ (p.160)	囲み	—		—		
	標準液	○ (p.163)	囲み	—		○ (p.137)	囲み	
	電気伝導度を利用した中和滴定	○ (p.165)	囲み	○ (p.212)	巻末	—		
	逆滴定	○ (p.170)	囲み	○ (p.212)	巻末	—		
	二段階中和	○ (p.172 ~ 173)	囲み	○ (p.213)	巻末	—		
	酸化剤・還元剤のはたらきを示す 反応式のつくり方	○ (p.187 ~ 188)	本文	○ (p.150)	囲み	○ (p.154)	本文	
	原子がとりうる酸化数の範囲	○ (p.193)	囲み	○ (p.155)	囲み	○ (p.154)	囲み	
	水質と COD	○ (p.199)	囲み	○ (p.214)	巻末	○ (p.158)	囲み	
	発展	錯イオンの名称と書き方	○ (p.75)	囲み	○ (p.204)	巻末	○ (p.65)	囲み
さまざまな分子間力		○ (p.78 ~ 80)	本文	○ (p.60 ~ 61)	囲み	○ (p.69)	囲み	
結晶格子と単位格子		○ (p.92 ~ 95)	囲み	○ (p.204 ~ 205)	囲み	○ (p.83)	囲み	
弱酸・弱塩基の電離平衡		○ (p.148)	囲み	—		—		
水のイオン積と pH の求め方		○ (p.154)	囲み	○ (p.120)	囲み	○ (p.131)	囲み	
塩の加水分解		○ (p.157)	囲み	○ (p.123)	囲み	○ (p.134)	囲み	
鉛蓄電池の構造と反応		○ (p.211)	本文	○ (p.169)	本文	○ (p.166)	本文	
リチウムイオン電池の構造と反応		○ (p.212)	本文	○ (p.170)	本文	—		
燃料電池の構造と反応		○ (p.213)	本文	○ (p.171)	本文	○ (p.167)	本文	
電気分解の反応と利用		○ (p.218 ~ 223)	本文	○ (p.215 ~ 218)	巻末	○ (p.170 ~ 173)	本文	
原子と分子の電子軌道		○ (p.246 ~ 248)	巻末	—		—		
標準電極電位		○ (p.249)	巻末	—		—		
その他		中学の復習	△ (用語の列挙)		○ (用語の解説)		◎ (図も掲載して解説)	
		問題のヒント	—		○ (難易度の高い問題に付記)		—	
		英単語・英文	○ (用語に併記)		○ (下部にまとめて記載)		—	
	Zoom	○ (6 テーマ)		○ (5 テーマ)		—		
	思考学習	○ (6 テーマ, 本文)		○ (6 テーマ, 巻末)		○ (4 テーマ, 巻末)		
	グラフの読み方	○ (5 テーマ)		○ (5 テーマ)		○ (5 テーマ)		
	実験データの分析	○ (記述形式)		○ (記述形式)		○ (穴埋め形式)		
	解説動画	○ (例題解説のみ)		○ (単元解説, 例題・類題解説)		○ (例題解説のみ)		

本文 本文で扱った 囲み 本文の囲み記事で扱った 巻末 巻末記事で扱った

それぞれの教科書の特色に応じて扱う問題に配慮しました。

「粒子の数と質量」の類題を例にそれぞれの教科書を比較しました。

改訂版 化学基礎 では、本文で学習した内容を確認する問題や
学習した内容をさらに深めた問題を扱っています。

さまざまなタイプの
問題を収録！

- 【類題 1】 次の問いに答えよ。
(アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$, $H=1.0$, $C=12$, $O=16$, $Na=23$, $S=32$)
- (1) ダイヤモンド 0.20 g に含まれる炭素原子の数は何個か。
 - (2) 二酸化炭素分子 3.0×10^{23} 個の質量は何 g か。
 - (3) 炭素原子 1 個の質量は何 g か。
 - (4) 水 36 g に含まれる水素原子の数、酸素原子の数は、それぞれ何個か。
 - (5) 硫酸ナトリウム 71 g に含まれるナトリウムイオンの数、硫酸イオンの数は、それぞれ何個か。

◀ 改訂版 化学基礎
p.110



改訂版 高等学校化学基礎 では、難易度の高い問題に適宜ヒントを入れ
ています。また、計算しやすい数値に変えている問題もあります。

ヒントを入れて取り
組みやすく工夫！

改訂版 化学基礎 のやや難易度の高い (3) の問題にヒントを設けて取り
組みやすくしております。

- 【類題 1】 次の問いに答えよ。
(アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$, $H=1.0$, $C=12$, $O=16$, $Na=23$, $S=32$)
- (1) ダイヤモンド 0.20 g に含まれる炭素原子の数は何個か。
 - (2) 二酸化炭素分子 3.0×10^{23} 個の質量は何 g か。
 - (3) 炭素原子 1 個の質量は何 g か。
 - (4) 水 36 g に含まれる水素原子の数、酸素原子の数は、それぞれ何個か。
 - (5) 硫酸ナトリウム 71 g に含まれるナトリウムイオンの数、硫酸イオンの数はそれぞれ何個か。
- 【ヒント】 (3) 炭素原子が 6.0×10^{23} 個 (1 mol) 集まると何 g であるかということから考える。

◀ 改訂版 高等学校化学基礎 p.84



基礎的な問題
を重点的に！

改訂版 新編化学基礎 では、基礎的な問題に重点をおき、また、
あまり計算が複雑にならないように配慮して問題を作成しました。

改訂版 化学基礎 の (1), (2), (4) の基礎的な問題のみを掲載しております。

- 【類題 1】 次の問いに答えよ。(原子量・アボガドロ定数は、ページ下部の値を用いよ。)
- (1) 二酸化炭素分子 CO_2 3.0×10^{23} 個の質量は何 g か。
 - (2) ダイヤモンド C 0.20 g 中に含まれる炭素原子の数は何個か。
 - (3) 水 36 g に含まれる水素原子の数、酸素原子の数はそれぞれ何個か。

◀ 改訂版 新編化学基礎 p.97



いずれの教科書も収録問題の解答および解説を巻末に収録しておりますので、
生徒の学びへのサポートはどの教科書でも充実しております。

■授業時間配分表 改訂版 高等学校 化学基礎 (化基／104－902)

章	節	配当時間
序章 化学の特徴		2
第1編 物質の構成と化学結合	第1章 物質の構成	7
	第2章 物質の構成粒子	7
	第3章 粒子の結合	11
第2編 物質の変化	第1章 物質と化学反応式	11
	第2章 酸と塩基の反応	9
	第3章 酸化還元反応	11
終章 化学が拓く世界		2
合計		60

※化学基礎は、標準2単位で年間授業時間数の合計は70時間ですが、この表では学校行事のことも考慮して、60時間で計算しています。

■著作者・編集委員

東京工業大学名誉教授
辰巳 敬

東京大学教授
工藤 一秋

渋谷教育学園渋谷中学高等学校教諭
新井 利典

元岩手県立盛岡第三高等学校教諭
円井 哲志

東京電機大学中学校・高等学校教諭
米山 裕

創価大学名誉教授
伊藤 真人

関東学院大学准教授
友野 和哲

元芝中学校・高等学校教諭
庄司 憲仁

和洋九段女子中学校高等学校校長
中込 真

慶應義塾大学教授
緒明 佑哉

法政大学教授
山崎 友紀

サレジオ学院中学校・高等学校教諭
高木 俊輔

芝中学校・高等学校教諭
兵藤 友紀

法政大学教授
尾池 秀章

元大阪府立大学大学院教授
渡辺 巖

東京都立日野台高等学校教諭
高橋 竜大

豊島岡女子学園中学校・高等学校教諭
水村 弘良

■編集協力者

広島城北中・高等学校教諭

飯盛 聡士

京都府立乙訓高等学校教諭

中川 雅博

東海大学付属静岡翔洋高等学校中等部教頭

松下 哲郎

サイエンスライター

漆原 次郎

埼玉県立春日部高等学校教諭

飯山 英一

湘南白百合学園中学・高等学校教諭

斜木 宏海

豊島学院高等学校教頭

森 暁

江戸川女子中学校・高等学校教諭

梶谷 武史

東京女学館中学校・高等学校教諭

長谷川 將

静岡県立浜松湖北高等学校教諭

山下 勝美

元東京都立日野台高等学校教諭

中川 一人

岐阜県立岐阜高等学校教諭

日比野 良平

愛知県立知立東高等学校教諭

渡邊 孝佳

NEW『改訂版 高等学校 化学基礎』に 完全準拠の授業用プリント型ノートが登場！



『改訂版 高等学校 化学基礎 準拠 ナビゲーションノート』

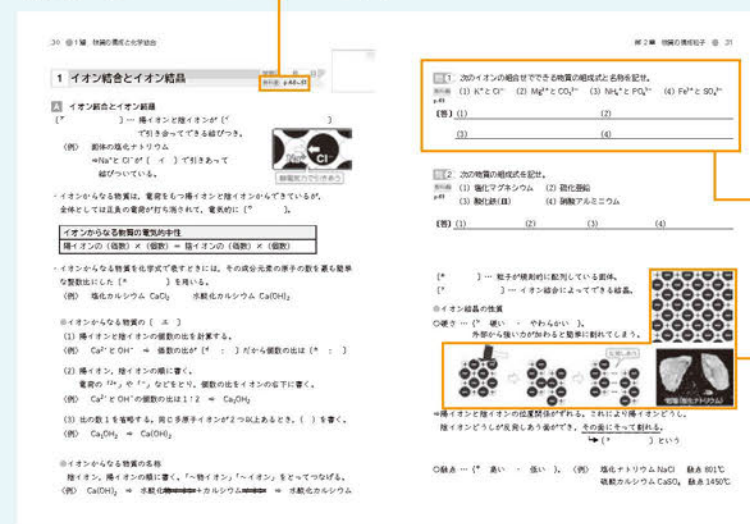
B5判／128頁(1色)／定価275円(税込)

学習内容の整理に最適な、授業用プリントをイメージした書きこみ式ノート教材です。

日々の授業で、教科書の学習内容の確認にお使いいただけます。

また、奥付のQRコードからアクセスして、本書の解答や教科書の解説動画を閲覧できますので、自学用としてお使いいただくのにも便利です。

教科書の参照ページを示しています。



書籍の内容は、ご採用校
専用データ「授業用ス
ライドデータ(穴埋めタ
イプ)」と連動しています。

教科書の「問」、「例題」、「類題」、「学
んだことを説明してみよう」を、解
答スペースつきで掲載しています。

図版は教科書と同じものを使用し、
用語もあわせています。

途中計算など詳細な解説をご
用意し、自学でも利用しやす
くしています。

ご採用校には、本冊
Wordデータ、紙面PDF
データ、解答PDFデータ、授
業用スライドデータ(穴埋めタ
イプ)※、自己評価表Excelデー
タをご用意しています(専用サ
イト「チャート×ラボ」よりダ
ウンロードできます)。
※教授資料の付属データ(本冊
子→60)と同じものです。

学びをもっと! 深める! 広げる!

『改訂版 高等学校 化学基礎』 QRコンテンツ一覧

改訂で
コンテンツ数
が大幅UP!

サンプル
はこちら



映像・アニメーションで化学反応や実験手順を理解!

実験映像



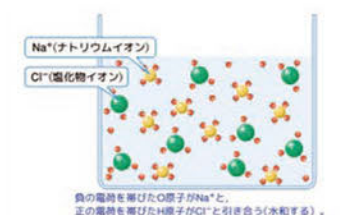
実験編と解説編にわけた「問かけ映像」や特定の現象を気軽に確認できる「Short映像」を新しく用意しました。

- 銅の酸化と酸化銅(Ⅱ)の還元
- 3種類の白い粉を見分ける
- 液体試薬の扱い方
- 粉末試薬の扱い方
- 試験管の加熱
- 試験管の洗浄
- ガスバーナーの使い方
- 電子てんびんの使い方
- ビュレットの使い方
- ホールピペットの共洗い
- ろ過
- 蒸留
- 昇華法
- 再結晶
- 抽出
- ペーパークロマトグラフィー
- 薄層クロマトグラフィー
- 混合物の分離
- 黄リンの自然発火
- 同素体(硫黄)
- 炎色反応
- 塩化銀の沈殿
- 石灰水と二酸化炭素の反応
- 成分元素の検出
- 加熱による水の状態変化
- 陰極線 電場を加えた場合
- 陰極線 磁場を加えた場合
- リチウムの切断
- カリウムの切断
- ナトリウムと水の反応
- カルシウムと水の反応
- 岩塩のへき開
- イオンからなる物質の性質
- 分子の極性と溶解
- ナイロン66の合成
- 金属の電気伝導性

- 金属の性質
- アボガドロ定数の測定
- 物質量を体感する
- 塩化ナトリウム(岩塩)の溶解
- 塩化ナトリウム水溶液の調製
- 塩化アンモニウムの結晶の析出
- リトマス試験紙
- 身のまわりの酸・塩基とリトマス紙の変色
- 塩化水素とアンモニアの反応
- 塩酸・酢酸水溶液と亜鉛の反応
- 塩酸・酢酸水溶液の電気の通しやすさ
- 中和とBTB溶液の色の変化
- 入浴剤の発泡
- 水酸化ナトリウムの潮解
- シュウ酸標準液のつくり方
- 二段階の中和滴定
- 二酸化硫黄と硫化水素の反応
- 過酸化水素水と過マンガン酸イオン(硫酸酸性)の反応
- 鉄(Ⅱ)イオンと二クロム酸イオン(硫酸酸性)の反応
- 二酸化硫黄の水溶液と硫化水素の反応
- 過酸化水素水とヨウ化カリウムイオンの反応
- ハロゲンの酸化力の比較
- 酸化剤と還元剤の反応
- 銀イオンと銅の反応
- 金属のイオン化傾向を調べる
- 金属樹の析出
- マグネシウムと熱水の反応
- アルミニウムと塩酸の反応
- 熱濃硫酸と銅の反応
- 銅と希硝酸の反応
- 銅と濃硝酸の反応
- 金と王水の反応
- 水の電気分解
- 燃料電池
- 銅の電解精錬
- アルミニウムの製錬
- ファラデーの法則
- ペットボトルから繊維をつくる
- しょうゆから食塩を取り出す
- クエン酸の価数を求める
- レモン果汁に含まれる酸の量を調べる
- 問かけ映像 NEW
- (実験編)状態変化に伴う体積の変化
- (解説編)状態変化に伴う体積の変化
- (実験編)塩化ナトリウムの電気伝導性
- (解説編)塩化ナトリウムの電気伝導性

- (実験編)化学反応式が表す量的関係を調べる
- (解説編)化学反応式が表す量的関係を調べる
- (実験編)塩の水溶液の性質を調べる
- (解説編)塩の水溶液の性質を調べる
- (実験編)中和滴定に使用する器具
- (解説編)中和滴定に使用する器具
- (実験編)食酢中の酸の濃度を求める
- (解説編)食酢中の酸の濃度を求める
- Short映像 NEW
- 斜方硫黄の生成
- 単斜硫黄の生成
- ゴム状硫黄の生成
- リチウムの炎色反応
- ナトリウムの炎色反応
- カリウムの炎色反応
- カルシウムの炎色反応
- ストロンチウムの炎色反応
- バリウムの炎色反応
- 銅の炎色反応
- 塩化ナトリウムの電気伝導性-固体
- 塩化ナトリウムの電気伝導性-水溶液
- 塩化ナトリウムの電気伝導性-液体
- 金属の電気伝導性-固体
- 金属の電気伝導性-液体
- 臭化カリウム水溶液と塩素水の反応
- 塩化カリウム水溶液と臭素水の反応
- ヨウ化カリウム水溶液と臭素水の反応
- 臭化カリウム水溶液とヨウ素の反応
- ヨウ化カリウム水溶液と塩素水の反応
- 塩化カリウム水溶液とヨウ素の反応
- 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液と過マンガン酸カリウム水溶液(硫酸酸性)の反応
- 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液と二クロム酸カリウム水溶液(硫酸酸性)の反応
- ヨウ化カリウム水溶液と過マンガン酸カリウム水溶液(硫酸酸性)の反応
- ヨウ化カリウム水溶液と二クロム酸カリウム水溶液(硫酸酸性)の反応
- 二酸化硫黄と過マンガン酸カリウム水溶液(硫酸酸性)の反応
- 二酸化硫黄と二クロム酸カリウム水溶液(硫酸酸性)の反応
- 過酸化水素水と過マンガン酸カリウム水溶液(硫酸酸性)の反応
- 過酸化水素水と二クロム酸カリウム水溶液(硫酸酸性)の反応
- ヨウ化カリウム水溶液と過酸化水素水(硫酸酸性)の反応

アニメーション おすすめ



静止画では理解しにくい内容も、アニメーションとして見ることで理解が深まります。360°自由に回転可能な「分子モデル」やヒントから元素を当てる「元素当てゲーム」、各物質の物性や名称の由来、トリビアなども紹介した「元素の周期表」など、学習を助けるさまざまなコンテンツを用意しています。

アニメーション

- 物質の分類とその例
- 水の状態変化
- ヘリウム原子の構造モデル
- 電子配置の模式図
- ナトリウムイオンの生成とネオンの電子配置
- 塩化物イオンの生成とアルゴンの電子配置
- 付加重合
- 縮合重合
- 金属結晶の結晶格子
- イオン結晶の結晶格子
- 溶解の模式図
- 再結晶

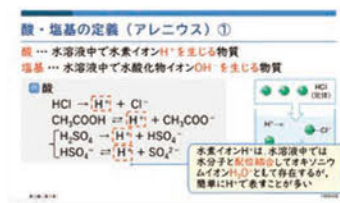
- 酸と塩基
- 強弱による酸・塩基の分類
- 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和
- 酢酸ナトリウムの加水分解
- 酢酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液の中和
- 滴定曲線と指示薬
- 酸化・還元と酸素・水素・電子のやりとり
- 酸化・還元と酸化数
- 酸化剤と還元剤
- イオン化傾向
- ダニエル電池
- 燃料電池のしくみ
- 水溶液の電気分解の例

分子モデル NEW

- メタン
- エタン
- プロパン
- シクロヘキサン(いす形)
- シクロヘキサン(舟形)
- エチレン
- プロペン
- アセチレン
- メタノール
- エタノール
- ジメチルエーテル
- ホルムアルデヒド
- アセトアルデヒド
- アセトン
- ギ酸
- 酢酸
- 酢酸エチル
- ステアリン酸
- オレイン酸
- ベンゼン
- アンモニア
- アンモニウムイオン
- オゾン
- カーボンナノチューブ
- ケイ素
- ダイヤモンド
- フラーレン(C60)
- 塩化水素
- 塩素
- 過酸化水素
- 黒鉛
- 次亜塩素酸
- 硝酸
- 水
- 水素
- 二酸化ケイ素
- 二酸化炭素
- 二酸化窒素
- 硫酸
- 鉛イオン(正四面体)
- 鉛イオン(正八面体)
- 鉛イオン(正方形)
- 鉛イオン(直線)
- シュウ酸
- ポリエチレン
- ポリエチレンテレフタレート
- ポリプロピレン
- その他
- 元素当てゲーム
- 元素の周期表

解説動画で自宅学習!

単元解説 NEW おすすめ

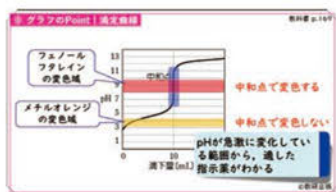
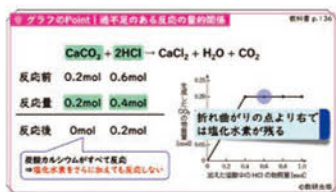


教科書の各単元を解説し、生徒自身による内容理解を手助けします。

- 化学の特徴
- 純物質と混合物①
- 純物質と混合物②
- 物質とその成分
- 物質の三態と熱運動
- 原子とその構造-原子の構造と原子核
- 原子とその構造-電子とその配置
- イオン
- 周期表
- イオン結合とイオン結晶
- 共有結合と分子-分子とその表し方

- 共有結合と分子-配位結合
- 分子間にはたらく力
- 【発展】分子間力と沸点・融点
- 高分子化合物
- 共有結合の結晶
- 金属結合と金属結晶
- 原子量・分子量・式量
- 【参考】未定係数法
- 酸・塩基-酸・塩基の定義
- 酸・塩基-酸・塩基の強弱と価数
- 水素イオン濃度とpH
- 【発展】水のイオン積とpHの求め方
- 中和反応と塩
- 【発展】塩の加水分解
- 中和滴定
- 酸化と還元-酸化・還元の定義
- 酸化と還元-酸化数
- 酸化剤と還元剤-酸化剤・還元剤の定義と反応
- 酸化剤と還元剤-酸化還元反応の量的関係
- 金属の酸化還元反応
- 酸化還元反応の利用-電池の原理
- 酸化還元反応の利用-実用電池
- 酸化還元反応の利用-金属の製錬
- イオンの大きさ・原子の大きさ
- 分子の形
- 錯イオン
- ステアリン酸の単分子膜によるアボガドロ定数の測定
- 化学の基礎法則
- 逆滴定
- 電気伝導度を利用した中和滴定
- 二段階中和
- 水質とCOD
- 電気分解の反応と利用
- 金属結晶の結晶格子
- イオン結晶の結晶格子
- 物質-物質量の定義と質量
- 物質-物質量と気体の体積
- 溶液の濃度
- 化学反応式と物質-化学反応式の表し方
- 化学反応式と物質-化学反応式と量的関係
- 溶解度
- まとめ 化学結合と結晶

グラフ解説

NEW
おすすめ

教科書の「グラフのPoint」(本冊子→27)の内容をテロップ・ナレーションつきで詳しく解説しています。

- 状態変化
- イオン化エネルギーと電子親和力
- 分子間力と沸点
- 過不足のある反応の量的関係
- 滴定曲線

例題解説

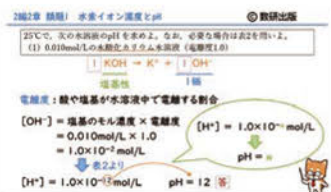


本文中の例題について、テロップ・ナレーションつきで解説しており、生徒の自学自習の助けとなります。

- 元素と単体
- 粒子の数と質量の関係
- 気体の体積と質量の関係
- 濃度の換算
- 飽和溶液
- 再結晶
- 化学反応式の作り方
- 化学反応の量的関係①
- 化学反応の量的関係②
- 水素イオン濃度とpH
- 塩基の水溶液のpHの計算
- 中和反応の量的関係
- 酸化数の決定
- 酸化還元滴定による濃度決定
- ファラデーの法則

類題解説

NEW



例題同様の解説で、自学自習による基本的な問題演習を手助けします。

- 元素と単体
- 粒子の数と質量の関係
- 気体の体積と質量の関係
- 濃度の換算
- 飽和溶液
- 再結晶
- 化学反応式の作り方
- 化学反応の量的関係① (類題 5a)
- 化学反応の量的関係② (類題 5b)
- 化学反応の量的関係③ (類題 6a)
- 化学反応の量的関係④ (類題 6b)
- 水素イオン濃度とpH
- 塩基の水溶液のpHの計算
- 中和反応の量的関係
- 酸化数の決定
- 酸化還元滴定による濃度決定
- ファラデーの法則

各種資料も充実！

Web サイト

学習内容の参考になる Web サイトにアクセスすることができます。

- 身近にある容器と実験用具*
- 試薬瓶の種類と使い方*
- 電子てんびんのしくみ*
- いろいろなてんびん*
- 蒸留で物質を分けて取り出す*
- ナフサの分留*
- 水を分解すると*
- 花火のしくみ*
- 二酸化炭素の発生実験*
- 炭酸水の泡を調べてみよう*
- 状態変化で質量や体積は？*
- 液体が固体になった時の体積変化*
- 水以外の物質の状態変化*
- 水の温度による体積変化*
- 水が姿を変えるときには？*
- 姿を変える水*
- 高温の水蒸気を作る実験*
- 原子と分子*
- 「原子」研究の歴史*
- ガラスの電気を帯びた粒 アルファ線*
- ナトリウム カリウム カルシウム*
- 電流が流れる水溶液とは？*
- 食塩をとくと水は電流を通す*
- 気体によって性質は違う？*
- 水素ってどんな気体？*
- アンモニアってどんな気体？*
- 塩素ってどんな気体？*
- 水・油・エタノールの固体の性質*
- 氷になると体積は？*
- ドライアイスの利用*
- 液体窒素を利用した低温実験*

- 液体窒素で物質の状態変化実験*
- 液体窒素の利用*
- プラスチックの性質は？*
- ポリプロピレンをつくる*
- 原油からプラスチック*
- プラスチックごみと野生生物*
- 金をばす*
- 金属の性質とは？*
- 銅板の加工*
- 明石海峡大橋の鉄のワイヤー*
- 地下鉄のアルミニウム車両*
- アルミ缶のリサイクル*
- 貴金属*
- 人類が利用してきた金属*
- 空気の水の重さの測定*
- 気体の種類で重さは？*
- 銅をすべて酸化するには？*
- 酸化銅の銅と酸素の割合は？*
- 炭素が燃えると質量は？*
- 酸性と塩基性の違いは？*
- 酸性・アルカリ性を示すイオンは？*
- 「原子」研究の歴史*
- 酸性雨の影響*
- 酸性雨の起源*
- 酸性湖水の中和作業*
- 酸性の水の魚への影響*
- 水でうすめた硫酸のpH*
- 万能pH試験紙の使い方*
- pHを詳しく調べる試験紙*
- pHメーターの使い方*
- 蒸留水のpHをはかる*
- カレー粉試験紙の作り方*
- 酸性・塩基性を見分けるには？*
- BTB溶液と水溶液の性質*
- 酸とアルカリを混ぜると？*

- 銅の酸化と質量の関係は？*
- スチールウールの燃焼*
- 太陽電池の活用*
- 太陽電池のしくみと製造*
- 太陽電池と環境保護*
- 太陽電池住宅の普及*
- 太陽電池の発電と光の強さ*
- 宇宙太陽発電*
- 電池の金属と水溶液*
- 電池のしくみは？*
- ボルタの電池と電池*
- ボルタの電池の欠点*
- ダニエル電池*
- 乾電池のしくみ*
- 乾電池が充電できないわけ*
- 電池のリサイクル*
- 「電池」の歴史*
- ニッケル水素電池のしくみ*
- 宇宙で活躍する燃料電池*
- 燃料電池自動車*
- 手作り燃料電池で実験*
- 製鉄所の内部のようす*
- 製鉄所の高炉内での変化*
- 製鉄所の転炉内での変化*
- 鉄はどう取り出す？*
- 鉄の製錬*
- アルミニウム資源
- 電解質の水溶液に電流を流すと？*
- 持続可能な開発目標(SDGs)を紹介する外務省のサイト
- スラグの活用

※は NHK for School

重要用語などをドリル形式で学習！

中学校の復習

1編1章 物質の構成 1/9

純粋な物質のうち、1種類の元素からできているものを「単体」といい、2種類以上の元素からできているものを「化合物」という。

付せんをはさず
付せんをつける

できた
できなかった

問題を通じて中学校の学習内容の復習を行うことで、高校の学習内容にすんなりと入ることができます。

要点の確認

1編1章1節 純物質と混合物 1/7

液体とそれに溶けない固体の混合物から、ろ紙などを用いて固体を分離する操作を「ろ過」という。

付せんをはさず
付せんをつける

できた
できなかった

問題を通じて各単元の要点を確認でき、効率よく復習を行うことができます。

ドリル (基礎固め)

NEW

混合物と純物質 1/8

次の物質は混合物と純物質のいずれか答えよ。

牛乳

① 混合物
② 純物質

解答

基本的な内容をくり返し学習するドリルによって、基礎知識を定着させることができます。

実験ガイド

NEW
おすすめ

【操作手順】

シュウ酸二水和物の結晶約0.63gをとり、その質量を正確にはかる。

- Point
- 電子てんびんは水平になるように置く。
 - 何も乗っていない状態が0.00となるように、ゼロ点調整をしてから測定をはじめ。
 - 一度試薬びんから取り出した試薬は、びんに戻さない。
 - 電子てんびんの皿の部分に試薬をこぼ

授業中に生徒が実験の手順を確認し、データを記録したりまとめたりする、ガイドブック的なコンテンツです。

- 化学反応式が表す量的関係を調べる
- 食酢中の酸の濃度を求める

資料

「化学」の学習内容や、詳しい物性データ、立体的な図解などの資料を見ることができます。

- 元素の安定同位体
- イオン化エネルギー・電子親和力
- イオン化エネルギー・電子親和力・電気陰性度
- イオン結晶
- pH指示薬と変色域
- 塩の加水分解
- 原子の電子軌道
- 原子の電子配置表
- 分子の電子軌道
- 金属結晶
- 電子配置の模式図(立体)
- QRコンテンツ一覧表

●コンテンツ数

実験映像、Short映像	120点
アニメーション	25点
分子モデル	47点
元素当てゲーム	1点
元素の周期表	1点
単元解説	53点
グラフ解説	5点
例題解説	15点
類題解説	17点
中学校の復習*	54点
要点の確認*	191点
ドリル (基礎固め)*	269点
Web サイト	95点
実験ガイド	2点
資料	12点
合計	907点

※ドリルコンテンツについては、問題の数を示しています。

教授資料のご案内

POINT

1 主体的&探究的な学びに役立つ情報を掲載

POINT

2 授業で役立つ付属データが充実

POINT

3 教科書の解説動画で自学自習をサポート

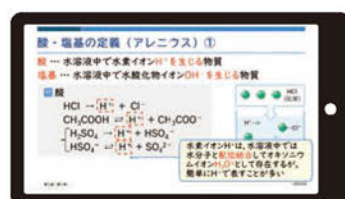
教授資料の構成



教授資料 本冊



付属データ



解説動画(Web配信)

- ・DVD-ROMに収録されているすべてのデータを、チャート×ラボ(▶93)からダウンロードできるようになります。
- ・DVD-ROM収録外のデータや、追加・修正が生じた場合の最新データもチャート×ラボにございます。

改訂版 高等学校 化学基礎 教授資料 B5判 + DVD-ROM/価格未定

※教授資料の発行予定や内容は予告なく変更される可能性があります。

「教授資料 本冊」の特色

- 「各編の解説」+「実験の解説」+「問題の解答・解説」で構成。
- 「各編の解説」では、教科書の内容解説のほか、授業のペース配分の検討に役立つ授業展開例をそれぞれの単元のページに掲載。
- 「実験の解説」では、実験の手順、注意点、結果例のほか、実験の準備など、実験に関する情報が充実しています。
- 「問題の解答・解説」では、教科書に掲載されている問、類題、演習問題、思考学習の解答・解説を掲載しています。
- 単元末の「学んだことを説明してみよう」の解答例と解説を掲載。主体的な学びをサポートします。
- 理解を深める発問とその指導例を掲載します。グループワーク用ワークシートと組み合わせ、対話を意識した取り組みが行えます。

教科書の解説動画をご用意しています！

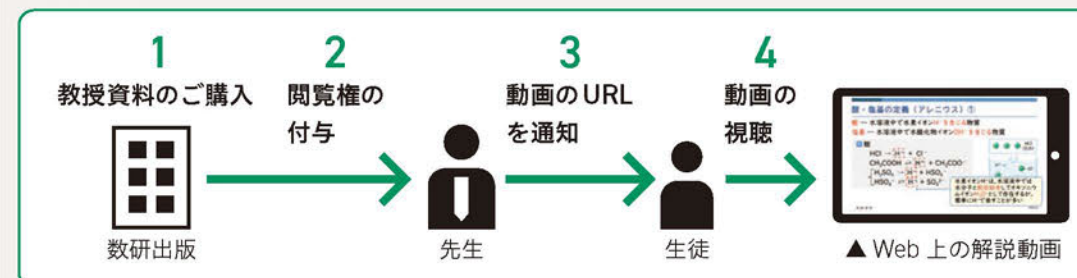
教科書の解説動画は、「教授資料」「指導者用デジタル教科書(教材)」「学習者用デジタル教科書・教材」のいずれかをご購入いただいた場合に、追加費用なしでご視聴いただけます。

- 自学自習をサポートします。
- 反転学習にも活用できます。
- 対面授業が難しい状況下でも学習が進められます。



サンプルはこちら！▶

ご利用のイメージ



※ご利用までの具体的な手順については、教授資料本冊に記載しております。

※「指導者用デジタル教科書(教材)」では、授業中に解説動画を拡大提示することができます。また、「学習者用デジタル教科書・教材」では、画面より解説動画にダイレクトにアクセスして視聴することができます(ただし、商品ライセンスを所持している生徒に限ります)。

解説動画数 各単元の学習内容を解説する動画と類題の解き方を解説する動画の2種類の動画をご用意。

内 容	改訂版 化学基礎	改訂版 高等学校 化学基礎	改訂版 新編 化学基礎	化学	新編 化学
各単元の解説動画	52 本	53 本*	44 本	72 本	72 本
類題の解説動画	20 本	17 本*	12 本	26 本	20 本

※「改訂版 高等学校 化学基礎」では、教科書の QR コードからも同じコンテンツが見られます。(▶本冊子 53, 54)

▼教科書の解説動画のイメージ画面

酸・塩基の定義(アレニウス)①
酸…水溶液中で水素イオンH⁺を生じる物質
塩基…水溶液中で水酸化物イオンOH⁻を生じる物質

酸
HCl → H⁺ + Cl⁻
CH₃COOH ⇌ H⁺ + CH₃COO⁻
H₂SO₄ ⇌ H⁺ + HSO₄⁻
HSO₄⁻ ⇌ H⁺ + SO₄²⁻

塩基
HCl (塩酸)
H⁺ + OH⁻ → H₂O

水素イオンH⁺は、水溶液中では水分子と配位結合してオキソニウムイオンH₃O⁺として存在するが、簡単にH⁺で表すことが多い。

▲授業用スライドデータ ▶本冊子 60 ▲授業用プリントデータ ▶本冊子 60

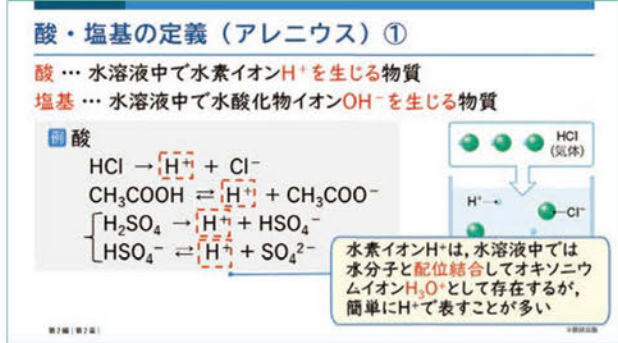
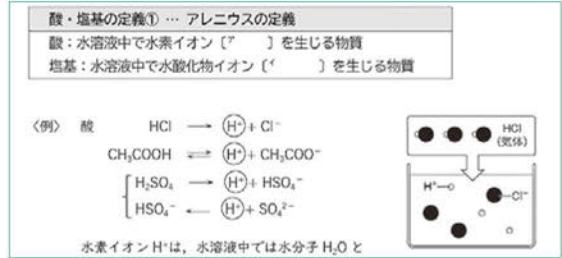
連携して使える！

『改訂版 高等学校 化学基礎 教授資料』付属データ一覧

すべて「チャート×ラボ」からダウンロードできます。



サンプルはこちら!▲

コンテンツ名	形式	内 容
◆授業でそのまま使える ▶本冊子 60		
授業用スライドデータ サンプル	Power Point Google スライド	板書代わりに使える演示用のスライドデータです。シンプルな穴埋めタイプのものや、教科書解説動画に対応した解説タイプなどをご用意しています。 
授業用プリントデータ サンプル	Word	教科書の内容に対応した授業用プリントのデータです。授業用スライドとリンクしています。 
映像	MP4	教科書紙面の QR コンテンツなどの映像・アニメーションです。QR コードを介さずご覧いただけます。 
アニメーション	HTML	
教科書紙面データ	PDF	教科書紙面の PDF データです。
回答フォーム類	Google フォーム Microsoft Forms	「学んだことを説明してみよう」や「基本事項の確認テスト」の回答フォームなどを Google フォーム形式および Microsoft Forms 形式でご利用します。端末にデータを配信したり、回答を集約したりすることができます。
◆テストやプリントの作成に使える ▶本冊子 61		
教科書テキストデータ	Word	プリント作成などに便利な、教科書本文のテキストデータです。
教科書図版データ	JPEG	教科書に掲載の図版データです。カラー版のほか、白黒印刷でも見やすいモノクロ版、引線文字なしの図版もご利用しています。

コンテンツ名	形式	内 容
◆実験に役立つ ▶本冊子 61		
実験レポート サンプル	Word	教科書の実験で使えるレポート用紙です。実験方法や結果欄なども掲載していますので、教科書を開かずにレポート用紙だけで実験を進められます。
実験関連データ	Excel	測定値のデータ例など、実験に関するデータをまとめたプリントデータです。
◆主体的な学びに役立つ ▶本冊子 61		
理解を深める発問とその指導例	Word	授業で扱える発問とその指導例を掲載したテキストデータです。
グループワーク用ワークシート	Word	一人で考えた後、グループで話し合っ考えをまとめ、整理するためのワークシートです。理解を深める発問に取り組む際にも使えます。
振り返りシート	Word	授業の理解度の確認、疑問に思ったことを書き出すなど、学習内容の振り返りにお使いいただけるプリントデータです。
節末チェック用ワークシート	Word	グループ学習にも使える「学んだことを説明してみよう」のワークシートです。
思考学習 NEW	Word	日常と化学の結びつきや実験データをもとに考えさせる問題などのデータです。
◆演習に使える充実の問題データ ▶本冊子 62		
単元テスト NEW サンプル	Word	教科書の学習内容をまとめたテストのデータです。知識・思考のマークつきで、観点別評価にお役立ていただけます。問題文と解答欄を載せていますので、そのまま印刷してお使いいただくことができます。
基本事項の確認テスト NEW サンプル	Word	学習内容や知識の確認ができる、小テスト形式のプリントです。毎回の授業での確認にお使いいただけます。
問題の解答・解説	Word PDF	教科書中の問、類題、演習問題、思考学習の解答・解説のデータを、Word と PDF でご利用しています。
準拠問題集データ	Word PDF	「改訂版 高等学校 化学基礎」(化基/104-902)「改訂版 新編 化学基礎」(化基/104-903)の準拠問題集のデータです。本冊・別冊ともに Word データと PDF データを収録しています。
読解力養成プリント サンプル	Word	基本的な文章の読み取りから、会話文やグラフ・表の読み取り問題まで、読解力養成に使える小テスト形式のプリントです。
◆その他 ▶本冊子 63		
重要用語一覧	Excel	教科書の重要用語を日本語と英語でリストアップした一覧表です。
学習指導計画(シラバス)例	Excel	学習指導計画の標準的な一例を示しています。
観点別評価規準例	Excel	「知識・技能」、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」の3つの観点について、評価方法をまとめています。
観点別評価集計例	Excel	生徒1人1人の3つの観点にもとづく評価を入力・集計できるファイルです。
ループリック評価表 NEW サンプル	Excel	3観点について、ループリック評価ができるように基準例を表にまとめたものです。
教授資料紙面データ	PDF	教授資料の紙面データです。
AL 型授業の進め方	Power Point	KJ 法やジグソー法など、さまざまな言語活動の手法を紹介しています。

※教授資料付属データに追加や修正が生じた際は、「チャート×ラボ」にご用意する場合もございます。

※「映像・アニメーション」および「図版データ」について、数研出版株式会社が著作権を所有していない一部のデータは収録されていません。

授業でそのまま使える

● 授業用スライドデータ

PowerPoint

Google スライド

板書代わりにお使いいただけるスライドデータです。教科書に沿って要点がまとめられた「解説タイプ」と、重要な用語を穴埋め形式で確認することができる「穴埋めタイプ」をご用意しています。

● 授業用プリントデータ

Word

ノート代わりにお使いいただけるプリントデータです。Wordで作成していますので、授業で取り上げる内容や進度に合わせて、好みの形に編集していただけます。

・授業用スライドと併せて使うとより授業が効率的に！

酸・塩基の定義（アレニウス）①

酸…水溶液中で水素イオン H^+ を生じる物質

塩基…水溶液中で水酸化物イオン OH^- を生じる物質

酸

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

$$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$$

$$H_2SO_4 \rightarrow H^+ + HSO_4^-$$

$$HSO_4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{2-}$$

水素イオン H^+ は、水溶液中では水分子と配位結合してオキソニウムイオン H_3O^+ として存在するが、簡単に H^+ で表すことが多い

アレニウスは、酸と塩基を次のように定義

酸・塩基の定義①…アレニウスの定義

酸：水溶液中で水素イオン $[H^+]$ を生じる物質

塩基：水溶液中で水酸化物イオン $[OH^-]$ を生じる物質

例 酸 $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

$$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$$

$$H_2SO_4 \rightarrow H^+ + HSO_4^-$$

$$HSO_4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{2-}$$

水素イオン H^+ は、水溶液中では水分子 H_2O と

※ Google スライドのご使用にあたっては、Google アカウントが必要となります。

・授業用スライド・プリントデータの内容は、教科書準拠「ナビゲーションノート」と連動！▶本冊子 51

・授業用スライドデータの内容は、教科書解説動画と連動！▶本冊子 57

・教科書中の問・例題・類題も掲載！ NEW

● 映像・アニメーション

MP4

HTML

教科書紙面のQRコンテンツなどの映像・アニメーションのデータを収録しています。QRコンテンツの一覧は本冊子のQRコンテンツのページをご覧ください(▶本冊子 52 ~ 55)。

● 回答フォーム類

Google フォーム

Microsoft Forms

Google フォームやMicrosoft Formsによる「基本事項の確認テスト」や教科書の「学んだことを説明してみよう」の回答フォームをご用意します。

化学基礎で学んだことを説明してみよう
第1編 第1章 第3節

次の問いかけに対して、学んだことを振り返りながら説明してみよう。

* 必須の質問です

固体・液体・気体の違いを、「粒子間の引力」・「熱運動」に着目して説明してみよう。

沸騰という現象を、「液体内部」という語を用いて説明してみよう。

先生が作成したフォームを、生徒の端末に簡単に配信できます。生徒から返送された回答を瞬時に集約できます。

※データは弊社 Web サイト「チャート×ラボ」にてご用意します。

※ Google フォームのご使用にあたっては、Google アカウントが必要となります。

※ Microsoft Forms のご使用にあたっては、Microsoft アカウントが必要となります。Microsoft Forms は Microsoft の登録商標です。

テストやプリントの作成に使える

● 教科書紙面データ・テキストデータ

PDF

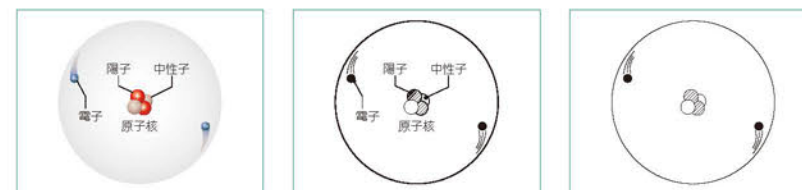
Word

教科書紙面のPDFデータと本文のテキストデータです。スクリーンへの紙面の投影、授業用プリントや定期テストの作成など、授業を補助するデータとしてお使いいただけます。

● 教科書図版データ

JPEG

カラー図版のほか、モノクロ化した図版や引線文字をなくした図版データも収録していますので、目的に合わせてご使用いただけます。



実験に役立つ

● 実験レポート・関連データ

Word

教科書の「実験」で使えるレポート用紙です。出力してそのまま生徒に配布することができます。

実験データの例などの関連データも収録しています。

「準備」・「方法」から「考察」まで掲載！

「結果」や「考察」には記入欄を設けていますので、レポート1つで実験を行えます。

■実験■

- 電子てんびんで、ステンレス皿の質量を測定する。
- ステンレス皿に炭酸水素ナトリウム $NaHCO_3$ を入れ、薄く広げて全体の質量を測定する。炭酸水素ナトリウムの質量はおおよそ0.4g ~ 2.0gとし、瓶ごとに質量の値を変える。
- ガスバーナーの強火で3 ~ 4 分間程度加熱する。
- 加熱をやめ、ステンレス皿が十分冷めたら全体の質量を測定する。



■結果・データ処理■

- 反応前の炭酸水素ナトリウム $NaHCO_3$ と生成した炭酸ナトリウム Na_2CO_3 の質量をもとに、それ

主体的な学びに役立つ

● 理解を深める発問とその指導例

Word

化学に関連した発問例とその指導例を収録しております。また、授業の際にお使いいただける、書き込み式の振り返りシートのテンプレート(Word形式)も収録しております。

● 振り返りシート

Word

生徒に配布することで、授業の理解度の確認、疑問に思ったことを書き出すなど、学習内容の振り返りにお使いいただけるプリントデータです。

● グループワーク用ワークシート

Word

一人で考えた後、グループで話し合って考えをまとめ、整理するためのワークシートです。

● 節末チェック用ワークシート

Word

教科書の「学んだことを説明してみよう」に使えるワークシートです。グループ学習にも使えます。

● 思考学習 NEW

Word

実験データなどをもとに思考力をはたかせながら考察させる問題です。教科書に掲載されている「思考学習」とは異なる題材を扱っています。

※各画像はイメージです。内容・データ形式は予告なく変更する可能性があります。

演習に使える充実の問題データ

● 単元テスト NEW

教科書の学習内容ごとに小分けにした「単元テスト」のデータをご用意しています。それぞれの問題には「知識・技能」または「思考・判断・表現」のマークを設定していますので、テストを通じて観点別評価を行うことも可能です。

[サンプル](#)

問題 第2章 数と式の関係	
1. 次の式を整理せよ。 ① $3x + 5y = 10$ のとき $2x + 3y = 8$ の値を求めよ。 ② $2x + 3y = 8$ のとき $3x + 5y = 10$ の値を求めよ。 ③ $2x + 3y = 8$ のとき $4x + 6y = 16$ の値を求めよ。 ④ $2x + 3y = 8$ のとき $6x + 9y = 24$ の値を求めよ。 ⑤ $2x + 3y = 8$ のとき $8x + 12y = 32$ の値を求めよ。 ⑥ $2x + 3y = 8$ のとき $10x + 15y = 40$ の値を求めよ。 ⑦ $2x + 3y = 8$ のとき $12x + 18y = 48$ の値を求めよ。 ⑧ $2x + 3y = 8$ のとき $14x + 21y = 56$ の値を求めよ。 ⑨ $2x + 3y = 8$ のとき $16x + 24y = 64$ の値を求めよ。 ⑩ $2x + 3y = 8$ のとき $18x + 27y = 72$ の値を求めよ。	2. 次の式を整理せよ。 ① $3x + 5y = 10$ のとき $2x + 3y = 8$ の値を求めよ。 ② $2x + 3y = 8$ のとき $3x + 5y = 10$ の値を求めよ。 ③ $2x + 3y = 8$ のとき $4x + 6y = 16$ の値を求めよ。 ④ $2x + 3y = 8$ のとき $6x + 9y = 24$ の値を求めよ。 ⑤ $2x + 3y = 8$ のとき $8x + 12y = 32$ の値を求めよ。 ⑥ $2x + 3y = 8$ のとき $10x + 15y = 40$ の値を求めよ。 ⑦ $2x + 3y = 8$ のとき $12x + 18y = 48$ の値を求めよ。 ⑧ $2x + 3y = 8$ のとき $14x + 21y = 56$ の値を求めよ。 ⑨ $2x + 3y = 8$ のとき $16x + 24y = 64$ の値を求めよ。 ⑩ $2x + 3y = 8$ のとき $18x + 27y = 72$ の値を求めよ。

● 基本事項の確認テスト NEW

選択式の問題で構成された5分程度で解り組める小テスト形式のプリントです。毎回の授業での内容確認にお使いいただけます。

[サンプル](#)

Google フォーム

Microsoft Forms

Word

基本事項の確認テスト 第2編 第1章 第1節

次の文章中のかっこ内に入るものとして最も適切なものを選び。

* 必須の箇所です

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を()という。

☐ 式量 ☐ 分子量 ☐ 原子量

● 問題の解答・解説

教科書に掲載されている問、類題、演習問題、思考学習の解答・解説データをご用意しています。生徒にそのまま配布したり、お好みの形に編集できたりします。

Word

PDF

● 準拠問題集データ

教科書『改訂版 高等学校 化学基礎』(化基/104-902)、『改訂版 新編 化学基礎』(化基/104-903)の準拠問題集に収録されている問題データです。Word形式のデータには解答編も収録します。

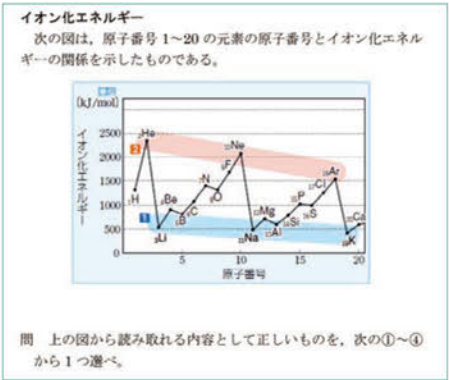
Word

PDF

● 読解力養成プリント

基本的な文章やグラフ・表の読み取りなど、読解力養成に使える小テスト形式のプリントです。

Word



知識がなくても文章を読めば正解できる問題です。問題文を正確に読み取る読解力を高めます。

その他データ類

● 重要用語一覧

教科書本文で太字語句になっている重要用語を一覧でまとめたデータです。日本語表記だけでなく、英語表記も掲載しています。

Excel

● 学習指導計画(シラバス)例

学習指導計画の標準的な一例をまとめたデータです。授業計画を立てるときの参考としてお使いいただけます。

Excel

● 観点別評価規準例・観点別評価集計例

学習指導要領での観点別学習状況の評価の3観点「知識・技能」、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」について、『観点別評価規準例』のほか、教科書やシラバスと併せてご利用いただける『観点別評価集計例』をご用意しております。



[サンプル](#) はこちら! ▲

▼▶ 観点別評価集計例

生徒1人1人の3観点に基づく評価を入力・集計できるファイルです。

一学期		活動評価										集計		
観点	評価	知識・技能			思考・判断・表現			主体的に学習に取り組む態度				知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
		単元①	単元②	単元③	単元①	単元②	単元③	単元①	単元②	単元③	単元④			
1年生 01	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B		A	A	B
2年生 02	C	B	C	B	A	A	B	A	A	A		C	A	A
3年生 03	C	C	B	A	A	A	B	A	A	A		C	A	A
4年生 04	B	A	B	C	C	A	A	A	A	A		C	A	A
5年生 05	A	C	B	B	B	B	A	B	B	B		B	B	B
6年生 06	C	C	B	C	C	C	B	C	C	C		C	C	C
7年生 07	B	C	A	A	B	B	C	C	C	C		B	B	C
8年生 08	B	C	C	A	B	B	A	B	B	B		C	B	B
9年生 09	B	A	A	A	A	A	C	C	C	C		A	A	B
10年生 10	C	C	A	C	C	C	C	C	B	B		B	C	B

二学期		活動評価										集計		
観点	評価	知識・技能			思考・判断・表現			主体的に学習に取り組む態度				知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
		単元①	単元②	単元③	単元①	単元②	単元③	単元①	単元②	単元③	単元④			
1年生 01	C	C			A	A	B	B	B	B	3	B	B	3
2年生 02	A	C			C	B	B	B	B	B	3	B	B	3
3年生 03	B	B			A	A	A	A	A	A	5	A	A	5
4年生 04	B	B			C	A	A	B	C	A	3	B	C	A
5年生 05	C	A			B	B	B	B	B	B	3	B	B	3
6年生 06	C	B			C	C	C	C	C	C	1	C	C	1
7年生 07	B	C			B	B	B	B	B	B	3	B	B	3
8年生 08	B	B			C	A	B	C	A	B	3	C	A	B
9年生 09	A	B			A	A	B	A	A	B	4	A	A	B
10年生 10	B	A			B	C	B	B	B	B	3	B	B	3

● ルーブリック評価表 NEW

評価の3観点について、ルーブリック評価ができるように基準例を表にまとめたものです。『観点別評価集計例』などとともに、観点別評価の際にお使いいただけます。

[サンプル](#)

第1編 第1章 物質と現象		使用教科書: 教科書『化学基礎』										評価の方法	
評価の観点	評価の項目	評価の基準					評価の基準					評価の方法	評価の方法
		知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度	知識・技能		
知識・技能	物質の性質	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	知識・技能	知識・技能
	物質の分類	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	知識・技能	知識・技能
	物質の変化	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	知識・技能	知識・技能
思考・判断・表現	物質の性質	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	思考・判断・表現	思考・判断・表現
	物質の分類	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	思考・判断・表現	思考・判断・表現
	物質の変化	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	思考・判断・表現	思考・判断・表現
主体的に学習に取り組む態度	物質の性質	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	物質の性質を説明できる。	主体的に学習に取り組む態度	主体的に学習に取り組む態度
	物質の分類	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	物質の分類を説明できる。	主体的に学習に取り組む態度	主体的に学習に取り組む態度
	物質の変化	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	物質の変化を説明できる。	主体的に学習に取り組む態度	主体的に学習に取り組む態度

● 教授資料紙面データ

教授資料紙面のPDFデータです。授業を補助するデータとしてお使いいただけます。

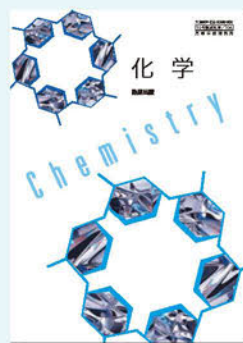
PDF

● AL型授業の進め方

KJ法やジグソー法など、さまざまな言語活動の手法を紹介しています。

PowerPoint

※各画像はイメージです。内容・データ形式は予告なく変更する可能性があります。



化学

化学/706

A5判・512ページ

広く深く学び、
大学進学を見据えた力を
養うことができる教科書

「化学」は、こんな教科書！

特長 1

「主体的・対話的で深い学び」を実現

思考学習

日常生活と化学の結びつき、実験データや資料をもとに考察させる問題を掲載。知識を活用する能力を育成できます。

全9か所掲載。大学入学共通テスト対策にも使えます！

本冊子 → 76

特長 2

豊富な題材で広く深く学べて入試にも対応

参考・発展で学びを深める

本文の記述を深める内容を各所で扱いました。また、関連する問に取り組むことで、習得した知識を活用する力を養えますので、大学入試対策にも万全です。

特長 3

つまづき解消のための工夫が充実

Zoom

理解しづらい内容や間違えやすい内容を先生と生徒の対話形式でわかりやすく解説しました。全5か所掲載。

本冊子 → 74

授業時間配分表 化学(化学/706)

編・章	配当時間
第1編 物質の状態	
第1章 固体の構造	4
第2章 物質の状態変化	3
第3章 気体	9
第4章 溶液	10
第2編 物質の変化	
第1章 化学反応とエネルギー	6
第2章 電池と電気分解	6
第3章 化学反応の速さとしくみ	5
第4章 化学平衡	12
第3編 無機物質	
第1章 非金属元素	7
第2章 金属元素(I)	5
第3章 金属元素(II)	6

編・章	配当時間
第4編 有機化合物	
第1章 有機化合物の分類と分析	3
第2章 脂肪族炭化水素	5
第3章 アルコールと関連化合物	9
第4章 芳香族化合物	10
第5編 高分子化合物	
第1章 高分子化合物の性質	2
第2章 天然高分子化合物	9
第3章 合成高分子化合物	7
終章 化学とともに歩む	2
合計	120

※化学は、標準4単位で年間授業時間数の合計は140時間ですが、この表では学校行事のことも考慮して、120時間で計算しています。

著作者・編集協力者

●著作者

東京工業大学名誉教授

辰巳 敬

創価大学名誉教授

伊藤 真人

法政大学教授

尾池 秀章

東京大学教授

工藤 一秋

横浜国立大学教授

窪田 好浩

横浜国立大学名誉教授

小林 憲正

九州大学名誉教授

新名主 輝男

法政大学教授

山崎 友紀

元大阪府立大学大学院教授

渡辺 巖

渋谷教育学園渋谷中学高等学校教諭

新井 利典

元山口県立山口高等学校教諭

石田 純一

元芝中学校・高等学校教諭

庄司 憲仁

サレジオ学院中学校・高等学校教諭

高木 俊輔

和洋九段女子中学校高等学校校長

中込 真

芝中学校・高等学校教諭

兵藤 友紀

豊島岡女子学園中学校・高等学校教諭

水村 弘良

東京電機大学中学校・高等学校教諭

米山 裕

●編集協力者

江戸川女子中学校・高等学校教諭 梶谷 武史

開成中学校・高等学校教諭 小笹 哲夫

元岩手県立盛岡第三高等学校教諭 円井 哲志

元東京都立日野台高等学校教諭 中川 一人

サイエンスライター 漆原 次郎

目次

第1編 物質の状態

第1章 固体の構造

1. 結晶とアモルファス	7
2. 金属結晶	10
3. イオン結晶	14
4. 分子間力と分子結晶	18
5. 共有結合の結晶	23
章末問題	25

第2章 物質の状態変化

1. 粒子の熱運動	26
2. 三態の変化とエネルギー	28
3. 気液平衡と蒸気圧	31
章末問題	37

第2編 物質の変化

第1章 化学反応とエネルギー

1. 化学反応と熱	90
2. ヘスの法則	100
3. 化学反応と光	111
章末問題	114

第2章 電池と電気分解

1. 電池	116
2. 電気分解	124
章末問題	134

第3編 無機物質

第1章 非金属元素

1. 元素の分類と周期表	194
2. 水素・貴ガス元素	197
3. ハロゲン元素	199
4. 酸素・硫黄	204
5. 窒素・リン	211
6. 炭素・ケイ素	217
章末問題	224

第2章 金属元素(I)-典型元素-

1. アルカリ金属元素	226
2. アルカリ土類金属元素	230
3. アルミニウム・スズ・鉛	234
章末問題	239

第3章 気体

1. 気体の体積	38
2. 気体の状態方程式	44
3. 混合気体の圧力	46
4. 実在気体	50
章末問題	58

第4章 溶液

1. 溶解とそのしくみ	60
2. 溶解度	65
3. 希薄溶液の性質	72
4. コロイド溶液	80
章末問題	87

第3章 化学反応の速さとしくみ

1. 化学反応の速さ	136
2. 反応条件と反応速度	139
3. 化学反応のしくみ	146
章末問題	152

第4章 化学平衡

1. 可逆反応と化学平衡	153
2. 平衡状態の変化	160
3. 電解質水溶液の化学平衡	170
章末問題	191

第3章 金属元素(II)-遷移元素-

1. 遷移元素の特徴	240
2. 鉄	243
3. 銅	247
4. 銀・金	250
5. 亜鉛	252
6. クロム・マンガン	254
7. その他の遷移金属	256
8. 金属イオンの分離・確認	260
章末問題	268

第4編 有機化合物

第1章 有機化合物の分類と分析

1. 有機化合物の特徴と分類	270
2. 有機化合物の分析	274
章末問題	281

第2章 脂肪族炭化水素

1. 飽和炭化水素	282
2. 不飽和炭化水素	288
章末問題	297

第3章 アルコールと関連化合物

1. アルコールとエーテル	302
2. アルデヒドとケトン	308
3. カルボン酸	312
4. エステルと油脂	317
章末問題	325

第4章 芳香族化合物

1. 芳香族炭化水素	326
2. フェノール類と芳香族カルボン酸	332
3. 芳香族アミンとアゾ化合物	342
4. 有機化合物の分離	345
章末問題	350

本文補足 参考

原子と分子の電子軌道	436
資料編	440
解答と解説	450
索引	487

実験 TRY

1. 金属結晶の単位格子の模型をつくる	13
2. 水の沸騰について調べる	36
3. ボイルの法則とシャルルの法則を検証する	42
4. 分子の極性と溶解	64
5. コロイドの性質	86
6. ヘスの法則	101
7. 燃料電池をつくる	121
8. ファラデーの法則	127
9. 化学反応と触媒	144
10. 平衡の移動	160
11. 酢酸の電離定数と pH	175
12. ハロゲンの酸化力の比較	200
13. 硫酸の性質	210
14. スズの合金をつくる	236
15. 鉄のイオンの性質の比較	245

第5編 高分子化合物

第1章 高分子化合物の性質

1. 高分子化合物の構造と性質	352
章末問題	357

第2章 天然高分子化合物

1. 糖類	359
2. アミノ酸とタンパク質	376
3. 核酸	391
章末問題	394

第3章 合成高分子化合物

1. 合成繊維	397
2. 合成樹脂	406
3. ゴム	414
章末問題	419

巻末特集

探究実験	420
英語で*化学*	434

終章 化学とともに歩む

第1部 さまざまな物質と人間生活	終章-2
第2部 化学が築く未来	終章-10

(◀本冊子78)

(◀本冊子80)

(◀本冊子84)

(◀本冊子85)

参考や発展等は十分な量を用意していますので、教科書本文をさらに詳しく学習したい場合でもお使いいただけます。

参考

面心立方格子と六方最密構造の関係	12	分子量の測定	280
浸透圧の測定	79	エノール形とケト形	295
リチウムイオン電池の構造と反応	122	不飽和度	295
標準電極電位	123	けん化価とヨウ素価	324
速度定数と平衡定数	156	芳香族アルデヒド	336
平衡定数とルシャトリエの原理	167	高分子化合物の分子量の測定	356
反応の起こる方向	168	糖類の利用	368
弱酸の電離平衡と滴定曲線	184	アミノ酸の電離平衡	380
硫化水素の電離平衡	189	炭素繊維(カーボンファイバー)	403
沈殿滴定	190	機能性高分子化合物	412
亜鉛とアルミニウム	253	グタペルカ	415
合金	258	原子と分子の電子軌道	436

発展

単位格子とイオン半径	16	マルコフニコフ則	290
双極子モーメント	22	ザイツェフ則	305
実在気体の状態方程式	53	酸化による炭素間二重結合の開裂	315
ラウールの法則	72	旋光性	317
イオン結晶の格子エネルギー	110	ベンゼン環とその安定性	331
基底状態と励起状態	113	アミノ酸の立体構造とDL表示法	379
活性化エネルギーの求め方	150	酵素反応の反応速度	390
多段階反応と律速段階	151	ATP	392
塩の水溶液のpH	179	DNAの複製とタンパク質の合成	393
緩衝液のpH	181		

コラム

熱気球	43	ブリキとトタン	246
凝固点降下の利用	75	核磁気共鳴	279
逆浸透	79	メタンハイドレート	284
人工透析	83	シクロヘキサンの分子構造	287
ポルタ電池	117	石油と天然ガス	296
生体内の緩衝液	184	エステル化の反応機構	318
酸性雨と酸性酸化物	206	脂質	358
肥料の三要素	215	世界初・日本初の合成繊維	397
一酸化炭素の毒性	218	アラミド繊維	399
温室効果ガス	219	シリコンゴム	417
テルミット	235	科学と産業の先駆者 高峰譲吉	433

(▶ 本冊子 76)

思考学習

気体の蒸気圧と状態方程式	57
リチウムイオン電池と放電容量	133
指示薬の変色域	182
リン酸の多段階の電離平衡と存在比	216
鉄の腐食	246
硫酸銅(Ⅱ)五水和物の加熱による質量変化	249
アルカンの沸点・融点	300
置換基の配向性	340
アミノペプチンの構造の推定	370

Zoom

(◀ 本冊子 74)

実在気体とボイルの法則・シャルルの法則	54
エンタルピー変化を表した図	108
無機物質の反応式	266
構造式の簡略化のしかた	298
ピニロンの合成の計算	404

編扉にはその編で学習する内容に関連した写真を大きく掲載しました。生徒の化学への興味関心を引きつけます。

第1編 物質の状態

私たちの身のまわりの物質は、固体・液体・気体などのさまざまな状態で存在している。この編では、それら物質の状態の性質や状態間の変化について学ぶ。物質の状態の性質を学ぶことで、身のまわりの現象についてより深い理解を得られるだろう。

第1章 固体の構造	6
第2章 物質の状態変化	26
第3章 気体	38
第4章 溶液	60

三十穂の氷柱(みそつちのつらら)は奥秩父の冬の観光名所。ライトアップされた姿は幻想的である。氷柱は、雪解け水が氷に状態変化して成長していく。

化学基礎の内容と関連が深い章では、化学基礎の復習を章はじめに扱いました。
化学基礎で学習したことを振り返りながらスムーズに化学の学習を進められます。

第1章 固体の構造

Structure of Solids



◀塩田(オーストラリア)
食塩の主成分である塩化ナトリウムは、 Na^+ と Cl^- が規則的に並んだ結晶である。日本で販売されている食塩の多くは、海外から輸入した塩田塩を精製したものである。

化学基礎の復習

金属結合……自由電子による金属元素の原子どうしの結合。



イオン結合……陽イオンと陰イオンが静電気力(クーロン力)で引きあってできる結合。



組成式……物質を構成する原子の元素記号に、その原子の数の比をつけて表した化学式。 NaCl 、 CaCl_2 など。

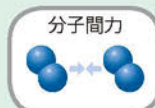
共有結合……2個の原子の間で原子どうしが価電子を出しあって共有してできる結合。



電気陰性度……原子が共有電子対を引きつける強さの程度を表した値。

結合の極性……共有結合している原子どうしに電気陰性度の差があり、原子間に電荷のかたよりの状態。

分子間力……分子間にはたらき、分子どうしを結びつける力。



6 第1編 物質の状態

化学基礎の復習にはドリル形式の学習コンテンツを用意しました。
紙面見開きの右下のQRコードから、ご利用いただけます。

単元冒頭に「問いかけ+学習目標」を示しました。
学習の到達点を明示することで、目的意識をもって主体的に学習が始められます。

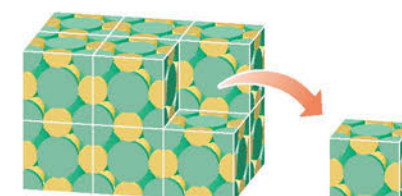
1 結晶とアモルファス

固体中で、粒子はどのような配列をとるのだろうか。
ここでは、結晶とアモルファスについて理解しよう。

A 結晶

5 復習 粒子が規則的に配列している固体を **結晶** と言う。結晶は、おもに金属結晶、イオン結晶、分子結晶、共有結合の結晶の4つに分類される。

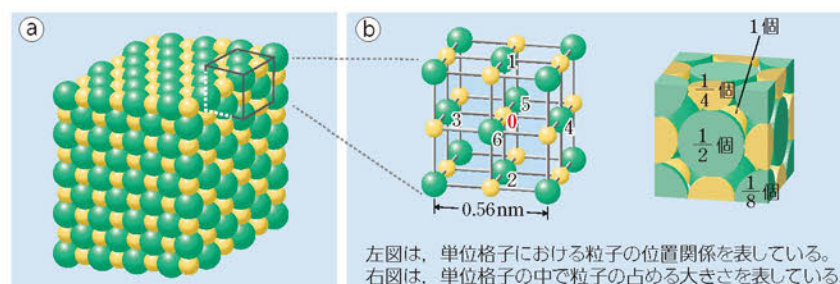
10 関連 ●結晶格子と単位格子 結晶中の規則正しい粒子の配列構造のことを **結晶格子** と言う。また、結晶格子の最小のくり返し構造のことを **単位格子** と言う。



結晶格子 単位格子

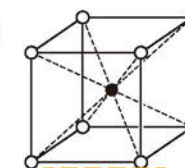
●配位数 図2のある粒子●に注目してみよう。この粒子は6個の

別の粒子●に囲まれていることがわかる。このように、ある1つの粒子に着目したとき、その粒子に最も近い他の粒子の数を **配位数** という。この例の場合、●の粒子の配位数は6になる。同様に、●の粒子も6個の●の粒子に囲まれているので、●の粒子の配位数は6である。



▲図2 配位数 0をつけた粒子●に接する粒子●に番号をふった。

問1 2種類の粒子○、●からなるある結晶は、右のような単位格子をもつ。●粒子の配位数はいくつか。



7

D エンタルピー変化と化学反応式

●エンタルピー変化を付した反応式 化学反応に伴う熱の出入りは、化学反応式にエンタルピー変化を付した式で示すことができる。

例えば、1 mol の水素 H_2 が完全燃焼して液体の水 H_2O が生成し、286 kJ の熱量が放出される反応は、次の手順で作ることができる。

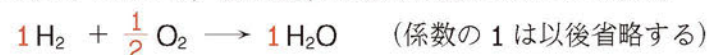
エンタルピー変化を付した反応式の作り方 (例: H_2 の完全燃焼)

① 化学反応式を書く。



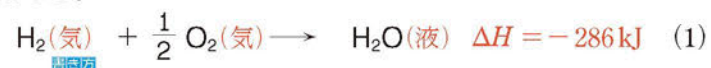
② 着目する物質の係数を1にする。

着目する物質(この場合は水素 H_2)の係数が1になるように、化学反応式をつくる。このとき、他の物質の係数が分数になることもある。



③ 物質の状態とエンタルピー変化 ΔH を書く。

それぞれの物質の状態を化学式の後ろに書き、反応式の横にエンタルピー変化 ΔH を書く。 ΔH は発熱反応では負の値、吸熱反応では正の値となる。



この式は生成物(1 mol の $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$)がもつエンタルピーと反応物(1 mol の $\text{H}_2(\text{気})$ と $\frac{1}{2}$ mol の $\text{O}_2(\text{気})$)がもつエンタルピーの差(ΔH)が-286 kJであることを表している。また、エンタルピー変化を付した反応式の化学式は、それぞれ係数で示された物質量の物質がもつエンタルピーを表しており、 ΔH の単位は「kJ」になる。

書き方 物質の状態

物質の状態により物質がもつエンタルピーが異なるため、物質の状態を明記する。物質の状態は25℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ のときのものを明記し、気体(gas)の場合は(気)または(g)、液体(liquid)の場合は(液)または(l)、固体(solid)の場合は(固)または(s)で表す。また、炭素Cのような同素体をもつ物質では、C(黒鉛)、C(ダイヤモンド)のように同素体の名前を書く。水に溶解した状態も、例えば NaCl(aq) のように書く(▶p.97 1)。ただし、25℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で、その状態が明らかな場合には、状態を書かないこともある。

●エンタルピー変化を表した図 化学反応に伴う熱の出入りは、エンタルピー変化を図にまとめて表すこともできる。このような図はエネルギー図とよばれることもあり、次の手順で作ることができる。

エンタルピー変化を表した図の作り方 (例: H_2 の完全燃焼)

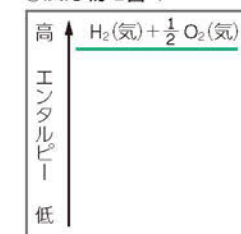
① 反応物と生成物がもつエンタルピーの関係を調べる。



$\Delta H < 0$ より、生成物がもつエンタルピー < 反応物がもつエンタルピーであることがわかる。

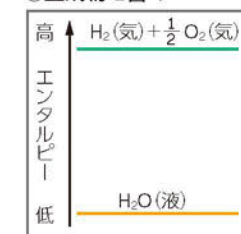
② ①で調べたことを図にまとめる。

③ 反応物を書く



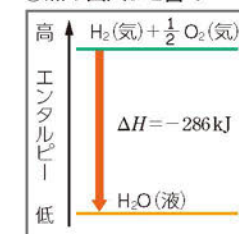
エンタルピーを示す縦軸をとる。その横に反応物を状態とともに書く。

④ 生成物を書く



エンタルピーの大きいほうが上になるように、生成物を状態とともに書く。

⑤ 熱の出入りを書く

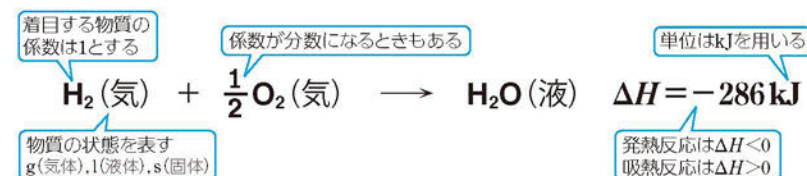


反応物から生成物に矢印を書き、その横にエンタルピー変化を示す。

問1 次の反応をエンタルピー変化を付した反応式で表せ。また、エンタルピー変化を表した図を書け。

- 気体のエタン C_2H_6 1 mol を完全燃焼させると、二酸化炭素 CO_2 と液体の水 H_2O が生じ、1561 kJ の熱量を放出する。
- 炭素(黒鉛)C 1 mol と水蒸気を反応させると、一酸化炭素 CO と水素 H_2 が生じ、131 kJ の熱量を吸収する。

まとめ エンタルピー変化を付した反応式



着目する物質の係数は1とする

係数が分数になるときもある

単位はkJを用いる

物質の状態を表す
g(気体), l(液体), s(固体)

発熱反応は $\Delta H < 0$
吸熱反応は $\Delta H > 0$

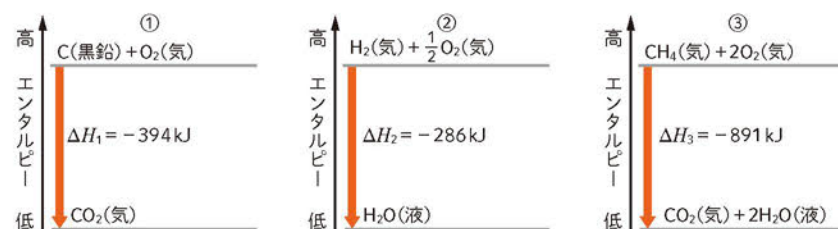
Zoom エンタルピー変化を表した図

雄馬さんはヘスの法則を学習しましたが、どうしてもわからないところがあるようです。いっしょに考えてみましょう。



エンタルピー変化を表した図がうまく書けません。特に複数の反応からなる場合はどのように書いたらいいのでしょうか。

まずはエンタルピー変化を表した図を読み取ってみましょう。次の図はどのようなエンタルピー変化を表していますか。



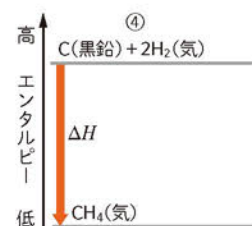
①は炭素(黒鉛)の燃焼エンタルピー、②は水素の燃焼エンタルピー、③はメタンの燃焼エンタルピーを表しています。

そうですね。①は二酸化炭素の生成エンタルピー、②は液体の水の生成エンタルピーとも言えますね。では、3つの反応を用いて、メタンの生成エンタルピー ΔH を求めてみましょう。



メタンの生成を式と図で表すと次のように書けます。
 $\text{C(黒鉛)} + 2\text{H}_2(\text{気}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{気}) \quad \Delta H = Q[\text{kJ}]$

それでは、①～④を組み合わせて物質の関係図をつくります。まず同じ物質に注目してみましょう。



③と④に $\text{CH}_4(\text{気})$ が含まれています。これをもとに図を組み合わせることができそうです。

その通りです。④の反応物と生成物に $2\text{O}_2(\text{気})$ を足すと⑤のようになります。



あつ、わかりました！これなら、このように③を組み合わせると⑥が作れます。

正解です。それでは、この図の一番上から一番下までどのような反応が起こり、そのときのエンタルピー変化はどう表せますか。



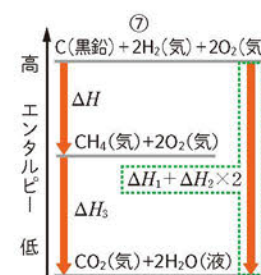
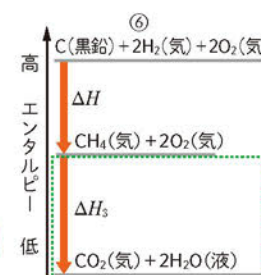
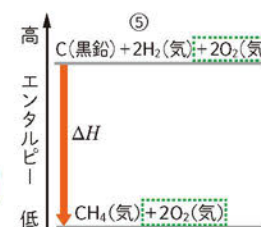
えっと 1mol の C(黒鉛) が燃焼して 1mol の $\text{CO}_2(\text{気})$ が生成して、 2mol の $\text{H}_2(\text{気})$ が燃焼して 2mol の $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$ が生成しています。ということは①と②×2の反応なので、エンタルピー変化は、 $\Delta H_1 + \Delta H_2 \times 2$ になります。

そうですね。これまでの関係をまとめると⑦のように表せます。ここからメタンの生成エンタルピー ΔH が求められますか？



⑦から、 $\Delta H_1 + \Delta H_2 \times 2 = \Delta H + \Delta H_3$ という関係が成りたつので、 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 \times 2 - \Delta H_3 = -75\text{ kJ}$ と求められます。

よくできました。また、⑦からp.104の公式「生成エンタルピーと反応エンタルピーの関係」が成りたつことも確認できますね。1つずついねいに図にまとめるように練習しましょう。



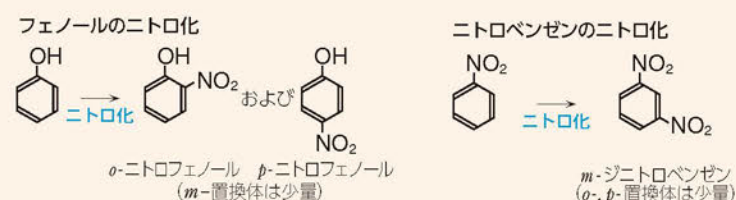
教科書の公式を振り返らせ、なぜこのような公式が成りたつのかを再確認することができるので、理解が深まります。

思考学習では、日常生活や実験を題材に考察させる内容を扱いました。
ここまでに学習した知識を深め、知識を活用する力を養うことができます。

この章では置換基の配向性を取りあげました。
この題材は、第2回大学入学共通テストや大学入学共通テスト試行調査にも
出題されたほか、各大学の入試でも見かける内容です。

思考学習 置換基の配向性

フェノールのニトロ化では、おもに *o*-ニトロフェノールと *p*-ニトロフェノールが生じ、*m*-ニトロフェノールはほとんど生じない。一方、ニトロベンゼンをさらにニトロ化すると、おもに *m*-ジニトロベンゼンが生じ、*o*-ジニトロベンゼンや *p*-ジニトロベンゼンはほとんど生じない。



このように、ベンゼンの一置換体に、さらに置換反応を行う場合、すでに結合している置換基により、2つ目の置換基の入りやすい位置が決まる。これを置換基の配向性という。

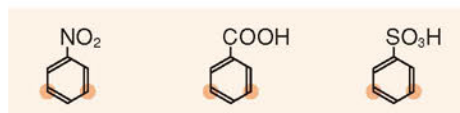
●オルト・パラ配向性

-OH, -NH₂, -CH₃, -Clなどの基が結合している場合、*o*-位と *p*-位が置換されやすくなる。これを、オルト・パラ配向性という。



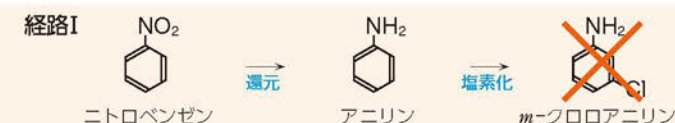
●メタ配向性

-NO₂, -COOH, -SO₃Hなどの基が結合している場合、*o*-位と *p*-位が置換されにくくなり、*m*-位が相対的に置換されやすくなる。これを、メタ配向性という。

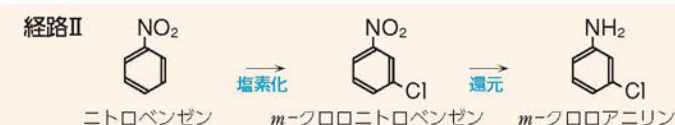


置換基の配向性を利用すると、目的物質を効率的に合成することができる。
例えば、ニトロベンゼンから *m*-クロロアニリンを合成する経路を考えてみよう。

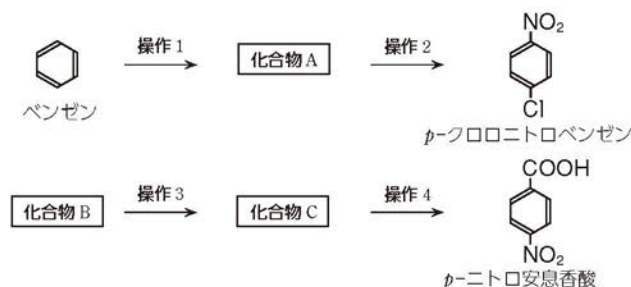
アニリンを経由する経路Ⅰは可能だろうか。まず、ニトロベンゼンからアニリンを得る。-NH₂はオルト・パラ配向性なので、アニリンを塩素化すると *o*-クロロアニリンや *p*-クロロアニリンがおもに得られる。よって、経路Ⅰは *m*-クロロアニリンを得るには不適當である。



では、*m*-クロロニトロベンゼンを経由する経路Ⅱは可能だろうか。-NO₂はメタ配向性なので、ニトロベンゼンを塩素化すると *m*-クロロニトロベンゼンがおもに得られる。これを還元すれば *m*-クロロアニリンが得られるため、経路Ⅱは適當である。



【考察1】 次のように、*p*-クロロニトロベンゼンと *p*-ニトロ安息香酸を効率的に合成する実験を計画した。化合物A～Cの構造式を答えよ。また、操作1～4として最も適當なものを、(a)～(e)からそれぞれ1つずつ選べ。同じものをくり返し選んでもよい。



- 濃硫酸と濃硝酸を加えて加熱する。
- 紫外線を当てて塩素を反応させる。
- 鉄を触媒にして塩素を反応させる。
- 過マンガン酸カリウムを反応させ、希硫酸で処理する。
- 二酸化炭素を高温・高圧で反応させる。

思考学習の問題を読み解き、考察をすることで、思考力・判断力・表現力を育成することができます。
思考学習は教科書中に全9テーマ掲載しています。
大学入学共通テストで問われる力の育成にもお使いいただけます。

探究実験

化学の分野の“探究”では、実験を行うことが大切である。実験では、新しい発見があったり、目の前で起こる変化が印象に残ったりするが、単に実験をするだけで終わりにしては、得られるものは少なくなってしまう。
実験の前後に、まわりの先生や生徒と仮説を立てて議論をしたり、これまでに学習したことを振りかえりながら考えたりすることが重要である。
ここでは、いくつかの実験テーマを取りあげ、実験の前後を含めた“探究”の過程において、どのような活動ができるかを紹介する。

実験 22 しょうゆに含まれる食塩の量を求める

▶ p.190 沈殿滴定

Before Experiment ～実験の前に～



化学基礎では、しょうゆから食塩を取り出す実験をしましたが、しょうゆに含まれる食塩の量はいったいどれくらいなのでしょう。



食塩のとり過ぎはからだに良くないというし、「減塩」という表示をよく見かけるようになったから、数字で示せるといいね。

料理などで食塩の量をはかるときには塩分計が使われますが、化学の実験では「モール法」で求めます。試料に硝酸銀 AgNO_3 水溶液を滴下して、塩化物イオン Cl^- を塩化銀 AgCl として沈殿させていきます。指示薬としてクロム酸カリウム K_2CrO_4 を加えておくと、 AgCl が沈殿して、 Cl^- がほとんどなくなったところで Ag_2CrO_4 の赤褐色の沈殿が生じるので、 Cl^- の量がわかるというわけです。



AgCl が沈殿する反応を定量に用いるとは、とても興味深い方法ですね。化学で学んだことをもとに、身近な疑問を解決していくことは面白そうです。



これは化学基礎でも行った“探究”ではないのでしょうか。そのときに学んだ「探究の進め方」にそって、考えていこうと思います。

探究の進め方

課題の発見	A テーマを決める
	B 仮説を立てる
課題の探究	C 情報を収集する
	D 実験計画を立てる
	E 実験を実施する
課題の解決	F 結果を分析・考察する
	G レポートをまとめる
	H 発表をする

A テーマを決める



私の家では昔から「うすくちしょうゆ」を使っているよ。色が少し淡いのが特徴。去年、めんつゆと麦茶を間違えたって聞いたけど、このしょうゆもそのような色をしているね。



その話はもうやめてよ…。しょうゆにもいくつか種類があるんだね。黒色に近いしょうゆも見たことがあるよ。

きっとそれは「こいくちしょうゆ」ですね。私の家ではこいくちしょうゆを使っています。うすくちしょうゆは、料理本来の色をしょうゆの色で邪魔しないように、色を淡くしているのです。



中学校の修学旅行で京都を訪れたとき、京料理についてその話を聞いた覚えがあります。うすくちしょうゆでも多く使うと色がついてしまうので、少量でしっかりと味がつけられるように食塩を濃くしてあると教えていただきました。



しょうゆの違いを化学の実験で調べることができたら、とても興味深いなあ。これをテーマにしてみようよ。

B 仮説を立てる



テーマは「しょうゆに含まれる食塩の量を求める」にしよう。仮説はどうでしょうか。



私は、修学旅行で聞いた「うすくちしょうゆはこいくちしょうゆよりも食塩の濃度が大きい」ということを確かめてみたい。

20

私は健康に気をつけたいので、減塩しょうゆに含まれる食塩の量が、こいくちしょうゆに比べて本当に少ないのかを知りたいです。



それでは、仮説は「こいくちしょうゆ、うすくちしょうゆ、減塩しょうゆでは、それぞれに含まれる食塩の量に差があるのではないかとしたいと思います。

課題を発見できましたね。しっかりと探究が進められていますね。





2019年のノーベル化学賞は、「リチウムイオン電池の開発」に対して3名の研究者に授与された。リチウムイオン電池は何に使われていて、どのような経緯で開発されたものだろうか。次の英文を読んで Question に答えてみよう。

- reward ~
▶ ~を顕彰する, ~に賞を与える
- fossil fuel-free society
▶ 化石燃料に依存しない社会
- power ~
▶ ~に動力を与える, ~を動かす
- oil crisis
▶ 石油危機
- cathode
▶ 還元極(電池の正極, 電気分解での陰極)
- titanium disulphide
▶ 二硫化チタン
- intercalate ~
▶ ~を間に収容する

The Nobel Prize in Chemistry 2019 rewards the development of the lithium-ion battery. This lightweight, rechargeable and powerful battery is now used in everything from mobile phones to laptops and electric vehicles. It can also store significant amounts of energy from solar and wind power, making possible a fossil fuel-free society.

Lithium-ion batteries are used globally to power the portable electronics that we use to communicate, work, study, listen to music and search for knowledge. Lithium-ion batteries have also enabled the development of long-range electric cars and the storage of energy from renewable sources, such as solar and wind power.

The foundation of the lithium-ion battery was laid during the oil crisis in the 1970s. Stanley Whittingham worked on developing methods that could lead to fossil fuel-free energy technologies. He started to research superconductors and discovered an extremely energy-rich material, which he used to create an innovative cathode in a lithium battery. This was made from titanium disulphide which, at a molecular level, has spaces that can house — intercalate — lithium ions.

434 巻末特集



▲ Fig.1 a mobile phone and laptop



▲ Fig.2 solar power

The battery's anode was partially made from metallic lithium, which has a strong drive to release electrons. This resulted in a battery that literally had great potential, just over two volts. However, metallic lithium is reactive and the battery was too explosive to be viable.

- 5 John Goodenough predicted that the cathode would have even greater potential if it was made using a metal oxide instead of a metal sulphide. After a systematic search, in 1980 he demonstrated that cobalt oxide with intercalated lithium ions can produce as much as four volts. This was an important breakthrough and would lead to much more powerful batteries.
- 10 With Goodenough's cathode as a basis, Akira Yoshino created the first commercially viable lithium-ion battery in 1985. Rather than using reactive lithium in the anode, he used petroleum coke, a carbon material that, like the cathode's cobalt oxide, can intercalate lithium ions.

The result was a lightweight, hardwearing battery that could be charged hundreds of times before its performance deteriorated. The advantage of lithium-ion batteries is that they are not based upon chemical reactions that break down the electrodes, but upon lithium ions flowing back and forth between the anode and cathode.

Lithium-ion batteries have revolutionised our lives since they first entered the market in 1991. They have laid the foundation of a wireless, fossil fuel-free society, and are of the greatest benefit to humankind.

© The Royal Swedish Academy of Sciences <https://www.nobelprize.org/>

- anode
▶ 酸化極(電池の負極, 電気分解での陽極)
- literally
▶ 文字通り
- potential
▶ 起電力, 潜在的な可能性
- reactive
▶ 反応性の高い
- viable
▶ 実用化できる
- breakthrough
▶ 打開策, 突破口
- commercially
▶ 商用的な
- hardwearing
▶ 長持ちする
- deteriorate
▶ 低下する
- break down ~
▶ ~を劣化させる

英文の内容を確認しよう



Question

- ① リチウムイオン電池の開発に携わった人物を、登場順にあげよ。
- ② リチウムイオン電池が使われているものを、文章中から1つあげよ。
- ③ リチウムイオン電池の内部では、2つの電極の間で何が流れているのだろうか。

英文を読んだあとに取り組む問題を掲載しました。化学で学習した内容を振り返る問題としております。



435

このQRコードから、英文の和訳をご利用いただけます。

解答と解説

～問・類題・章末問題～

※発展に含まれる問題の解答については、問題文の末尾に[]に入れて示した。

第1編 第1章 固体の構造

p.7 問1 8

p.12 類題1 27

解説 面心立方格子には4個の原子が含まれている。この金属のモル質量を M [g/mol] とすると、

$$\frac{M}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} \times 4 = 2.7 \text{ g/cm}^3$$

$M = 26.73 \text{ g/mol} \div 27 \text{ g/mol}$ 原子量は 27

p.20 問2 HF

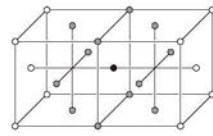
解説 HF は分子間に水素結合がはたらいっている。分子量から予想される値よりも沸点が異常に高くなる。

p.25 章末問題

- ① (1) 面心立方格子 (2) 12個 (3) 4個
(4) 8.5×10^{22} 個 (5) $1.1 \times 10^{-22} \text{ g}$ (6) 63
(7) $1.3 \times 10^{-8} \text{ cm}$

解説 (2) 面心立方格

子を2つ横に並べて考える。図の原子●に着目すると、12個の原子●に囲まれていることがわかる。



$$(3) \frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$$

(4) 結晶 1.0 cm^3 中に含まれる Cu 原子の数を x とすると、

$$(3.6 \times 10^{-8} \text{ cm})^3 \times 4 = 1.0 \text{ cm}^3 : x$$

$$x = \frac{1.0 \text{ cm}^3 \times 4}{(3.6 \times 10^{-8} \text{ cm})^3} = 8.51 \times 10^{22} \div 8.5 \times 10^{22}$$

$$(5) \frac{9.0 \text{ g/cm}^3 \times (3.6 \times 10^{-8} \text{ cm})^3}{4}$$

$$= 1.05 \times 10^{-22} \text{ g} \div 1.1 \times 10^{-22} \text{ g}$$

(6) 原子1個の質量にアボガドロ定数をかけて、モル質量を求める。

$$\frac{9.0 \text{ g/cm}^3 \times (3.6 \times 10^{-8} \text{ cm})^3}{4} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$$

$$= 63.45 \text{ g/mol} \div 63 \text{ g/mol}$$
 原子量は 63

(7) 立方体の面の対角線で原子が接している。単位格子の辺の長さ a [cm] と原子半径 r [cm] の関係は、 $\sqrt{2}a = 4r$

$$r = \frac{\sqrt{2}}{4} a = \frac{1.4}{4} \times 3.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$= 1.26 \times 10^{-8} \text{ cm} \div 1.3 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

- ② (1) 6個 (2) 12個

(3) $\text{Na}^+ : 4$ 個 $\text{Cl}^- : 4$ 個

(4) 2.2 g/cm^3 (5) $1.1 \times 10^{-8} \text{ cm}$

解説 (2) 単位格子の中心にある Na^+ で考えると、最も近い Na^+ は単位格子の各辺にある12個である。

$$(3) \text{Na}^+ : \frac{1}{4} \times 12 + 1 \times 1 = 4$$

$$\text{Cl}^- : \frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$$

(4) 密度 = $\frac{\text{単位格子中の原子の質量}}{\text{単位格子の体積}}$

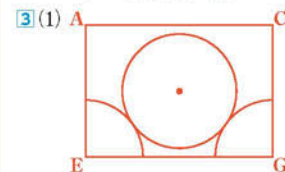
$$= \frac{(23 + 35.5) \text{ g/mol}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} \times 4$$

$$= \frac{(5.6 \times 10^{-8} \text{ cm})^3}{2.21 \times 10^{-23} \text{ g/cm}^3} \div 2.2 \text{ g/cm}^3$$

(5) Na^+ と Cl^- は立方体の各辺上で接している。単位格子の辺の長さは Na^+ と Cl^- の直径の和に等しい。 Na^+ のイオン半径を r [cm] とすると、

$$5.6 \times 10^{-8} \text{ cm} = 2r + 2 \times 1.7 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$r = 1.1 \times 10^{-8} \text{ cm}$$



$$(2) \frac{\sqrt{3}}{2} a = 4r \quad (3) 7.6 \times 10^{-11} \text{ m}$$

解説 (2) 長方形 AEGC において、AE は単位格子の辺の半分の長さなので $\frac{1}{2}a$ 。したがって、対角線 AG の長さは $\frac{\sqrt{3}}{2}a$ になり、これが原子半径 r の4倍に等しい。

$$(3) r = \frac{\sqrt{3}}{8} a = \frac{1.7}{8} \times 3.56 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$= 7.565 \times 10^{-11} \text{ m} \div 7.6 \times 10^{-11} \text{ m}$$

第1編 第2章 物質の状態変化

p.29 類題1 91kJ

解説 水 36g の物質量は $\frac{36 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 2.0 \text{ mol}$

(i) 50℃の水 36g を 100℃の水にするのに必要な熱量は、

$$36 \text{ g} \times 4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{℃)} \times (100 - 50) \text{ ℃}$$

$$= 7560 \text{ J} = 7.56 \text{ kJ}$$

(ii) 100℃の水 2.0 mol を 100℃の水蒸気にするのに必要な熱量は、

$$41 \text{ kJ/mol} \times 2.0 \text{ mol} = 82 \text{ kJ}$$

(iii) 100℃の水蒸気 36g を 120℃の水蒸気にするのに必要な熱量は、

$$36 \text{ g} \times 2.1 \text{ J/(g} \cdot \text{℃)} \times (120 - 100) \text{ ℃}$$

$$= 1512 \text{ J} = 1.512 \text{ kJ}$$

よって、総熱量は、

$$7.56 \text{ kJ} + 82 \text{ kJ} + 1.512 \text{ kJ} = 91.072 \text{ kJ} \div 91 \text{ kJ}$$

p.33 問1 (1) $7.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ (2) ジエチルエーテル

p.34 問2 90℃

解説 液体の蒸気圧が外圧に等しくなると沸騰が起こるので、水の蒸気圧が $7.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ ($0.7 \times 10^5 \text{ Pa}$) になるときの温度を読み取る。

p.36 問3 (1) 水：固体 二酸化炭素：気体

(2) 固体から液体に変化する

(3) 気体から直接固体に変化する

p.37 章末問題

① (1) AB 間：固体 BC 間：固体と液体

CD 間：液体 DE 間：液体と気体

(2) 融解するときに吸収する熱量： $(b-a)$ [J]
蒸発するときに吸収する熱量： $(d-c)$ [J]

(3) BC 間：与えられた熱が、結晶中の分子の配列を崩して、液体にするのに使われるため。

DE 間：与えられた熱が、液体分子の間にはたらく分子間力を断ち切って、気体にするのに使われるため。

$$(4) \frac{a}{t_2 - t_1} \text{ [J/℃]}$$

解説 (2) BC 間の状態変化は融解なので、その間に吸収される熱量が融解熱である。また、DE 間の状態変化は蒸発(沸騰)なので、その間に吸収される熱量が蒸発熱である。

(4) 結晶の状態は AB 間であり、 t_1 から t_2 になる間に a [J] の熱量が必要である。

② (1) 63℃ (2) 水：液体 エタノール：気体
(3) 分子間力が大きい物質のほうが蒸発しにくいので、蒸気圧が低くなる。同じ温度で比較すると、水のほうがエタノールよりも蒸気圧が低いので、分子間力が大きい。

解説 (2) 物質は、蒸気圧曲線の右下の温度・圧力条件下では気体として存在し、左上の温度・圧力条件下では液体として存在する。

- ③ (1) $8.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ (2) 9.96 m

解説 (1) 気体のエタノールの蒸気圧により、水銀柱が $(760 - 700) \text{ mm} = 60 \text{ mm}$ 押し下げられているので、高さ 60 mm の水銀柱による圧力を Pa 単位に換算する。求める圧力を p [Pa] とすると、

$$760 \text{ mm} : 1.01 \times 10^5 \text{ Pa} = 60 \text{ mm} : p \text{ [Pa]}$$

$$p = 7.97 \times 10^3 \text{ Pa} \div 8.0 \times 10^3 \text{ Pa}$$

(2) 液柱の高さは液体の密度に反比例するから、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ のときの水柱の高さは、

$$760 \text{ mm} \times \frac{13.5 \text{ g/cm}^3}{1.00 \text{ g/cm}^3} = 10260 \text{ mm}$$

になるはずである。

実際には、倒立させた管の上部の空間には水蒸気が存在し、水蒸気圧 $3.00 \times 10^3 \text{ Pa}$ の分だけ水柱が押し下げられる。これを、水銀柱の高さを経て、水柱の高さに換算すると、

$$760 \text{ mm} \times \frac{3.00 \times 10^3 \text{ Pa}}{1.01 \times 10^5 \text{ Pa}} \times \frac{13.5 \text{ g/cm}^3}{1.00 \text{ g/cm}^3}$$

$$= 304.7 \text{ mm}$$

よって、実際の水柱の高さは、

$$10260 \text{ mm} - 304.7 \text{ mm}$$

$$= 9955.3 \text{ mm} \div 9.96 \text{ m}$$

第1編 第3章 気体

p.39 問1 (1) $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (2) 50 mL

解説 (1) 求める圧力を p [Pa] とすると、

$$1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 6.0 \text{ L} = p \times 2.0 \text{ L}$$

$$p = 3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(2) 求める体積を V [mL] とすると、

$$1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 25 \text{ mL} = 5.0 \times 10^4 \text{ Pa} \times V$$

$$V = 50 \text{ mL}$$

p.41 問2 (1) 15.0 L (2) 267℃

解説 (1) 求める体積を V [L] とすると、

$$\frac{10.0 \text{ L}}{(27 + 273) \text{ K}} = \frac{V}{(177 + 273) \text{ K}}$$

$$V = 15.0 \text{ L}$$

(2) 求める温度を T [K] とすると、

$$\frac{10.0 \text{ L}}{(27 + 273) \text{ K}} = \frac{18.0 \text{ L}}{T}$$

$$T = 540 \text{ K}$$

$$540 - 273 = 267 \text{ より、求める温度は}$$

$$267 \text{ ℃}$$

p.42 類題1 $4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$

解説 求める圧力を p [Pa] とすると、

$$\frac{2.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 5.0 \text{ L}}{(27 + 273) \text{ K}} = \frac{p \times 3.0 \text{ L}}{(87 + 273) \text{ K}}$$

$$p = 4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

リサイクルと人間生活

— ライフサイクルを考える —

私たちが日常生活で利用している多くの製品は、自然界から採取した物質を原材料として製造されている。そして、私たちの手元に渡った製品は使用され、廃棄またはリサイクルされる。ライフサイクルとよばれるこの過程について、金属製品やプラスチック製品を例に考えてみよう。



ライフサイクルアセスメント(LCA)

私たちが使う製品について、原材料の採取・製造・流通・使用・廃棄・リサイクルまでの一連の過程をライフサイクルといい、製品がライフサイクル全体でどのような影響を環境に与えるかを評価する方法の一つにライフサイクルアセスメント(LCA)がある。LCAの考え方は、公害が問題となり始めた1970年ごろに提唱され、日本でも1990年代後半ごろから社会に浸透してきた。

例えば、一般的なレジ袋とマイバッグについて、1枚当たりのCO₂排出量をライフサイクル全体で比較すると、マイバッグのほうが50倍多いと試算されている。この試算に基づくと、マイバッグを50回以上くり返し利用すれば、レジ袋を毎回使い捨てるよりもトータルのCO₂排出量が少なくなる計算になる。また、レジ袋についても、ゴミ袋や買い物袋として再利用すれば、新たなレジ袋の分のCO₂排出量を減らすことにつながる。どちらかが無条件に「エコ」というわけではなく、LCAを意識して使い方を考えなければならない。

レアメタルのリサイクル

金属元素のうち、天然での存在量が少なかったり、純粋な金属を得ることが難しかったりするものをレアメタルとよぶことがある。レアメタルは、パソコンやスマートフォンなどの精密機器に必須の金属で、他の元素で代替できないことも多いので、安定的な入手が重要である。



かつて、金属を含む使用済み製品は埋め立て処分をされていたが、それらを金属資源ととらえる「都市鉱山」という考え方がある。2008年時点の試算では、日本の都市鉱山のレアメタル蓄積量について、金Auが当時の世界の天然埋蔵量の16%(6800t)、銀Agが22%(60000t)であり、他にも天然埋蔵量の10%を超える量が眠っている金

終章-6 化学とともに歩む

属が多数あると報告されている。

ただ、多量の金属資源が眠っているとはいえ、さまざまな金属やプラスチックが混ざっていて乱雑さ(▶p.93, p.168)の極めて高い都市鉱山から目的の金属を取り出すためには、大量のエネルギーが必要である。実際、2018年度に使用済み小型電子機器から再資源化されたAuは479kg、Agは5441kgにすぎない。

レアメタルは他の元素で代替ができないため、多くのエネルギーを使ってでも回収しなければならないことが多いが、LCAの観点で考え、少しでも環境負荷を抑えるために、さまざまな分離・抽出方法(密度を利用した気流選別、磁力を利用した磁力選別、溶解性を利用した溶媒抽出など)が開発されている。

プラスチックのリサイクル



プラスチックのリサイクルには、回収・成形して再び製品にするマテリアルリサイクルと、化学的に分解してモノマーなどにしてから再利用するケミカルリサイクルがある。プラスチックの種類ごとに処理方法が異なるため、回収時に分別しなければならない。例えばペットボトルの場合、本体はポリエチレンテレフタレート、キャップはポリプロピレン、ラベルはポリエチレンであり、分別して回収する必要がある。

LCAを考慮した場合、ペットボトルのリサイクルによる環境負荷低減効果は高く、日本ではペットボトルの約85%が何らかの形でリサイクルされ、そのうち約12%がペットボトルに再生された(2018年)。

リサイクルが難しい場合は、焼却時の発熱を熱エネルギーとして回収することもできる(熱回収)。プラスチックの原料は原油であるので、それに匹敵する大きな発熱量が得られる。回収された熱は、暖房や温水プールなどに活用されるだけでなく、火力発電にも利用される。結果的に、相当する化石燃料の使用が削減されるため、LCAの観点から、リサイクルではなくあえて熱回収を行うこともある。

12 つくる責任 つかう責任



現在、国際社会で「持続可能な開発目標」(Sustainable Development Goals; SDGs)が設定され、さまざまな取り組みがなされている。SDGsの一つに「つくる責任 つかう責任」というものがあり、廃棄物の大幅な削減にも触れられている。人間活動は持続可能な地球環境があって成り立つものであり、そのためには製品全体のライフサイクルを考慮した環境負荷の評価が必要である。

Question

- ▶ 金属のリサイクルにおいて、気流選別・磁力選別・溶媒抽出が、それぞれ物質のどのような性質を利用して、どのように行われているか、調べてみよう。
- ▶ プラスチックの再利用について、マテリアルリサイクル・ケミカルリサイクル・熱回収の長所と短所を考えてみよう。



終章-7

SDGsについても簡単に扱っています。

健康を支える化学

私たちの体の中では、絶え間なく化学反応が起こっている。しかし、生命の営みのしくみすべてが科学的に解明されているわけではないため、科学や技術の進歩とともに、その謎が少しずつ解き明かされ、私たちの健康を支えることが期待されている。

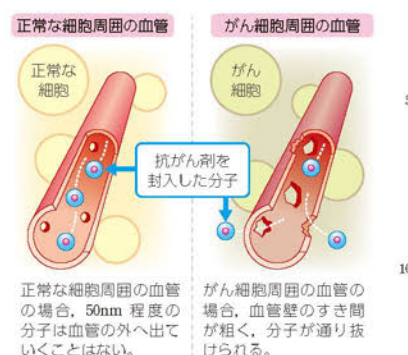


ドラッグデリバリーシステム DDS (Drug Delivery System)

薬の適切な血中濃度を維持する技術をドラッグデリバリーシステム DDS という。これにより、薬の副作用を減らしたり、服用量を少なくすることが期待されている。

近年の技術の進歩により、ナノメートルレベル ($1\text{nm} = 1 \times 10^{-9}\text{m}$) で分子や結晶をつくることができるようになった。ナノレベルの小さい物質は、そのサイズにより、血管中の移動のしやすさが変わってくることが見出されている。

ナノレベルでつくった分子は内部に抗がん剤などの薬を入れることができるため、それらを注入する方法が開発されている。



▲図5 DDSのしくみ

超微量分析

近年、生体内の細胞がごく微量のイオンやタンパク質、外部からのウイルスなどを認識して、相互作用や信号のやり取りを行っていることに注目した「バイオセンシング」という技術が発展している。この技術を利用すれば、新たな超微量分析の方法が生まれるだけでなく、病気の予防や早期発見、新しい材料の創成につながることを期待されている。

例えば、糖尿病の患者は定期的に血糖値を測定する必要があるが、腕などにセンサーを貼りつけて1日中モニタリングすることも可能になっている。



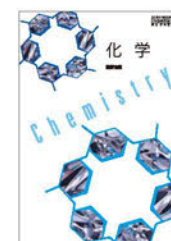
▲図6 血糖値をはかるセンサー

終章-14 化学とともに歩む

特集

化学教科書の比較

化学 (化学/706), 新編 化学 (化学/707) の内容の扱い方の違いをまとめました。



		化学	新編 化学
項目		A5判・512ページ	B5判・384ページ
本文・参考	面心立方格子と六方最密構造の関係	○ (p.12) 囲み	○ (p.14) 囲み
	イオン結晶の構造とイオン半径の比	○ (p.15) 本文	○ (p.16) 囲み
	実在気体とボイルの法則・シャルルの法則	○ (p.54 ~ 56) (Zoom)	○ (p.46) 囲み
	リチウムイオン電池の構造と反応	○ (p.122) 囲み	—
	標準電極電位	○ (p.123) 囲み	—
	速度定数と平衡定数	○ (p.156) 囲み	—
	圧平衡定数	○ (p.158 ~ 159) 本文	○ (p.123) 囲み
	反応の起こる方向	○ (p.168 ~ 169) 囲み	—
	共通イオン効果	○ (p.188) 本文	○ (p.144) 囲み
	硫化水素の電離平衡	○ (p.189) 囲み	—
	沈殿滴定	○ (p.190) 囲み	—
	不飽和度	○ (p.295) 囲み	—
	アミノ酸の電離平衡	○ (p.380 ~ 381) 囲み	—
	単位格子とイオン半径	○ (p.16 ~ 17) 囲み	—
発展	双極子モーメント	○ (p.22) 囲み	—
	実在気体の状態方程式	○ (p.53) 囲み	—
	ラウールの法則	○ (p.72) 囲み	—
	イオン結晶の格子エネルギー	○ (p.110) 囲み	—
	基底状態と励起状態	○ (p.113) 囲み	—
	活性化エネルギーの求め方	○ (p.150) 囲み	—
	多段階反応と律速段階	○ (p.151) 囲み	—
	塩の水溶液の pH	○ (p.179) 囲み	○ (p.139) 囲み
	緩衝液の pH	○ (p.181) 囲み	○ (p.141) 囲み
	マルコフニコフ則	○ (p.290) 囲み	—
	ザイツェフ則	○ (p.305) 囲み	—
	酸化による炭素間二重結合の開裂	○ (p.315) 囲み	—
	アミノ酸の立体構造と DL 表示法	○ (p.379) 囲み	—
	酵素反応の反応速度	○ (p.390) 囲み	—
その他	DNA の複製とタンパク質の合成	○ (p.393) 囲み	—
	英単語	○ (用語に併記)	—
	Zoom	○ (5 テーマ)	—
思考学習		○ (本文)	○ (巻末)

本文 本文で扱った 囲み 本文の囲み記事で扱った - 扱っていない

『化学』QR コンテンツ一覧

QRコンテンツの活用で、
学習内容の理解がもっと深まります。



サンプルはこちら！▲

◆ムービー(映像)

化学反応や実験の手順を動画で見ることができます。テロップ・音声が入っているものもご紹介します。

- 金属結晶の単位格子の模型をつくる
- 水の沸騰について調べる
- ボイルの法則とシャルルの法則を検証する
- 分子の極性と溶解
- 再結晶
- コロイドの性質
- 発熱反応の利用
- ヘスの法則
- ルミノール反応による化学発光を観察してみよう

- 燃料電池をつくる
- ファラデーの法則
- 銅の電解精錬工場
- アルミニウムの製造
- 速い反応の例(塩化銀の沈殿)
- スチールウールの燃焼
- 温度と反応速度
- 塩酸と石灰石の反応
- 化学反応と触媒
- 平衡の移動
- 温度変化と平衡の移動
- 酢酸の電離定数と pH

- 共通イオン効果
- 金属の性質
- 銅の酸化と酸化銅(II)の還元
- ハロゲンの酸化力の比較
- デンプンのヨウ素デンプン反応
- フッ化水素によるガラスの腐食
- 塩化水素とアンモニアの反応
- ヨウ化銀の沈殿
- 同素体(硫黄)
- 亜鉛イオン(酸性)と硫化水素の反応
- 亜鉛イオン(塩基性)と硫化水素の反応
- 鉄(II)イオン(酸性)と硫化水素の反応
- 鉄(II)イオン(塩基性)と硫化水素の反応
- 鉛(II)イオンと硫化水素の反応
- 銅(II)イオンと硫化水素の反応
- 銀イオンと硫化水素の反応
- 二酸化硫黄と硫化水素の反応
- 硫酸の脱水作用
- 濃硫酸と銅の反応
- 濃硫酸と鉄の反応
- 希硫酸と銅の反応
- 希硫酸と鉄の反応
- 硫酸の性質
- 液体窒素



金属結晶の単位格子の模型をつくる



温度と反応速度

- Cu と希硝酸の反応
- Cu と濃硝酸の反応
- 石灰水と二酸化炭素の反応
- 水晶
- リチウム
- ナトリウム
- カリウム
- ルビジウム
- Na と水の反応
- 炎色反応
- 水酸化ナトリウムの潮解
- マグネシウム
- カルシウム
- ストロチウム
- バリウム
- Mg と熱水の反応
- 炭酸水素カルシウム水溶液の加熱
- アルミニウム
- Al と塩酸の反応
- Al と水酸化ナトリウム水溶液の反応
- スズ
- 鉛
- スズの合金をつくる

- アルミニウムイオンと水酸化ナトリウム水溶液の反応
- アルミニウムイオンとアンモニア水の反応
- テトラヒドロキシドアルミン酸イオンと塩酸の反応
- 希硫酸と鉛(II)イオンの反応
- 鉄
- 鉄(II)イオンと水酸化ナトリウム水溶液の反応
- 鉄(II)イオンとヘキサシアニド鉄(III)酸イオンの反応
- 鉄(II)イオンとヘキサシアニド鉄(II)酸イオンの反応
- 鉄(II)イオンとチオシアン酸イオンの反応
- 鉄(III)イオンと水酸化ナトリウム水溶液の反応
- 鉄(III)イオンとヘキサシアニド鉄(III)酸イオンの反応
- 鉄(III)イオンとヘキサシアニド鉄(II)酸イオンの反応
- 鉄(III)イオンとチオシアン酸イオンの反応
- 鉄のイオンの性質の比較
- 鉄の腐食
- 銅

- 銅(II)イオンとアンモニア水の反応
- 銅(II)イオンと水酸化ナトリウム水溶液の反応
- 硫酸銅(II)五水和物の加熱
- 銀
- 銀イオンとアンモニア水の反応
- 銀イオンと水酸化ナトリウム水溶液の反応
- 銀イオンと塩化物イオンの反応
- 塩化銀の感光
- 金
- Au と王水の反応
- 亜鉛
- Zn と水酸化ナトリウム水溶液の反応
- 亜鉛イオンと水酸化ナトリウム水溶液の反応
- 亜鉛イオンとアンモニア水の反応
- クロム
- クロム酸イオンとニクロム酸イオン
- マンガン
- 鉄(II)イオンと過マンガン酸イオン(硫酸酸性)の反応
- 亜硫酸イオンと過マンガン酸イオン(硫酸酸性)の反応
- ヨウ化物イオンと過マンガン酸イオン(硫酸酸性)の反応
- 炎色反応
- 抽出
- 成分元素の検出
- メタンの発生と捕集
- メタンの燃焼
- アルカン、アルケン、アルキンと臭素水の反応
- アセチレンの生成
- アセチレンの燃焼
- 脂肪族炭化水素の性質
- エタノールと Na の反応
- 銀鏡反応
- フェーリング液の還元
- メタノールの酸化
- ヨードホルム反応
- 酢酸エチルの性質を調べる
- セッケンの合成
- セッケンと合成洗剤の比較
- ベンゼンの燃焼
- ニトロベンゼン
- 塩化鉄(III)水溶液による呈色反応
- サリチル酸メチルの合成
- アセチルサリチル酸の合成
- サリチル酸とその誘導体の比較
- フェノール類とアルコールの性質
- アニリンブラックによる染色
- アセトアニリドの合成
- アゾ化合物の合成
- 有機化合物の分離
- 単糖・二糖の性質
- ヨウ素デンプン反応
- ニトロセルロースの合成



フッ化水素によるガラスの腐食



脂肪族炭化水素の性質



ナイロン 66 の合成



デンプンから水飴をつくる

- 銅アンモニアレーヨンの合成
- グリシンのニンヒドリン反応
- 卵白水溶液の変性
- タンパク質の性質
- ナイロン 66 の合成
- フェノール樹脂の合成
- 尿素樹脂の合成
- 吸水性高分子
- しょうゆに含まれる食塩の量を求める
- スポーツドリンクの糖度を比較する
- 植物で布を染める
- 医薬品を識別する
- 食品に含まれるアミノ酸を探す
- デンプンから水飴をつくる

◆アニメーション

図版(静止画)だけでは理解しにくい内容も、アニメーションとして見ることで内容の理解が深まります。

- 周期表
- 元素当てゲーム
- 金属結晶の結晶格子
- イオン結晶の結晶格子
- 水の状態変化
- イオン化傾向
- ダニエル電池
- 鉛蓄電池
- 酢酸ナトリウムの加水分解
- 緩衝作用
- 接触式硫酸製造法
- ハーバー・ボッシュ法
- オストワルト法
- アンモニアソーダ法
- 金属イオンの系統分析
- 分子モデル(メタン)
- 分子モデル(エタン)
- 分子モデル(プロパン)
- 置換反応
- 分子モデル(シクロヘキサン-いす形)
- 分子モデル(シクロヘキサン-舟形)
- 分子モデル(エチレン)
- 付加重合
- 鏡像異性体
- 有機化合物の分離
- 縮合重合
- DNAの二重らせん構造
- イオン交換水

周期表

金属結晶の結晶格子

ハーバー・ボッシュ法

◆例題解説

例題の解説を動画で見ることができます。すべて音声つき。

- 結晶格子の密度
- 水の状態変化と熱量
- ボイル・シャルルの法則
- 気体の分子量
- 分圧の法則
- 水上置換で捕集した気体の量
- 水和水をもつ物質の溶解量
- 再結晶
- 濃度の換算
- 凝固点降下による分子量の測定
- ヘスの法則①
- ヘスの法則②
- 反応エンタルピーと結合エネルギー
- ファラデーの法則
- 連結した電解槽の電気分解
- 平衡定数と物質質量
- 水溶液の pH

- 弱酸の電離定数と水素イオン濃度
- 6種類の金属イオンの分離
- 元素分析
- 有機化合物の分離
- 重合度
- ビニロンの合成

例題2 水の状態変化と熱量

(i) 融解に必要な熱量を求める

水の融解熱: 6.0 kJ/mol

水 180 g の物質質量: $\frac{180\text{ g}}{18\text{ g/mol}} = 10\text{ mol}$

よって、 10 mol の水をすべて融解するのに必要な熱量は、 $6.0\text{ kJ/mol} \times 10\text{ mol} = 60\text{ kJ}$

◆Web サイト

学習内容の参考になる Web サイトにアクセスすることができます。

- 氷になると体積は？※
- 水の温度による体積変化※
- 大気圧でおし上げられる水※
- 結露のしくみ※
- 二酸化炭素の状態変化※
- 菓子の袋の気圧による変化※
- けんぴきょうで見た食塩がとける様子※
- クールに水を凍らせる※
- 血球と浸透圧※
- ボルタの電堆と電池※
- ダニエル電池※
- 「電池」の歴史※
- 宇宙で活躍する燃料電池※
- 水素ってどんな気体？※
- 宇宙の元素～水素～
- 塩を生むもの～ハロゲン～
- 塩素ってどんな気体？※
- 炎の正体～酸素～
- ギリシアの火～硫黄～
- 最も身近な劇薬～硫酸～
- 生と死の元素～窒素～
- 液体窒素の利用※
- アンモニアってどんな気体？※
- 生命の元素～炭素～
- 賢者の石～ケイ素～
- 太陽電池のしくみと製造※
- 混沌という名の物質～二酸化炭素～
- ドライアイスの製造※
- 気体の捕集法※
- ナトリウム カリウム カルシウム※
- ホットケーキの中の泡は何か？※
- 流転する白～カルシウム～
- 塩化カルシウムとカルシウム※
- アルミニウムはどう取り出す？※
- アルミニウム資源※
- アルミ缶のリサイクル※
- 電気の缶詰～アルミニウム～
- 重きあがね～鉛～
- 金属の酸化を利用して…※
- 金属の王～鉄～
- 製鉄所内部のようす
- 鉄はどう取り出す？※
- 鉄の製錬※
- キプロスのあかがね～銅～
- 銅はどう取り出す？※
- 輝きはいつか消える～銀～
- 金をのばす※
- 貴金属※
- 白金触媒※
- 自動車の触媒装置※
- 神秘のみずがね～水銀～
- 砂糖と食塩の違いは？※
- 燃える氷 メタンハイドレート
- ポリプロピレンを作る※
- 性質の違うプラスチック※
- ナフサの分留※
- 水滴に石けんを加えると※
- プラスチックの性質は？※
- 生分解性プラスチックとは？※
- 生分解性プラスチックのごみ袋※
- 輪ゴムができるまで
- 科学技術情報発信・流通総合システム(J-STAGE)
- ペットボトル リサイクル
- 転機をむかえる日本のエネルギー※

※は NHK for School

◆ドリル型コンテンツ

重要用語などをドリル形式で学習することができます。

- 化学基礎の復習
- 要点の確認(各節末)
- 確認問題(無機物質)

1課1章 1節 結晶とアモル...

2課2章 電池と電気分解

3課1章 非金属材料

◆資料

- 英語で化学の和訳

『化学』教授資料のご案内

化学 教授資料 B5判 + DVD-ROM/30,800円(税込)

付属データ一覧

↓のデータは、専用サイト「チャート×ラボ」からのダウンロードとなります。

コンテンツ名	形式	内容
◆授業でそのまま使える		
授業用スライドデータ	PowerPoint Googleスライド ↓	板書代わりに使える演示用のスライドデータです。 シンプルな穴埋めタイプのものや、教科書解説動画に対応した解説タイプなどをご用意しています。
授業用プリントデータ	Word	授業用スライドとリンクした授業用プリントのデータです。
映像	MP4	教科書紙面のQRコンテンツなどの映像・アニメーションです。
アニメーション	HTML	QRコードを介さずご覧いただけます。
教科書紙面データ	PDF	教科書紙面のPDFデータです。
回答フォーム	Googleフォーム Microsoft Forms	「学んだことを説明してみよう」などの回答フォームをGoogleフォーム形式およびMicrosoft Forms形式でご用意します。 端末にデータを配信したり、回答を集約したりすることができます。
◆テストやプリントの作成に使える		
教科書テキストデータ	Word	プリント作成などに便利な、教科書本文のテキストデータです。
教科書図版データ	JPEG	教科書に掲載の図版データです。カラー版のほか、白黒印刷でも見やすいモノクロ版、引線文字なしの図版もご用意しています。
◆実験に役立つ		
実験レポート	Word	教科書の実験で使えるレポート用紙です。実験方法や結果欄なども掲載していますので、教科書を開かずにレポート用紙だけで実験を進められます。
実験関連データ	Excel	実験で得られる測定値のデータ例など、実験に関するデータをまとめたプリントデータです。
◆主体的な学びに役立つ		
理解を深める発問とその指導例	Word	授業で扱える発問とその指導例を掲載したテキストデータです。
グループワーク用ワークシート	Word	一人で考えた後、グループで話し合っ考えをまとめ、整理するためのワークシートです。理解を深める発問に取り組む際にも使えます。
振り返りシート	Word	授業の理解度の確認、疑問に思ったことを書き出すなど、学習内容の振り返りにお使いいただけるプリントデータです。
節末チェック用ワークシート	Word	「学んだことを説明してみよう」に使えるワークシートです。 グループ学習にも使えます。
◆演習に使える充実の問題データ		
問題の解答・解説	Word PDF	教科書中の問、類題、章末問題、思考学習の解答・解説のデータを、WordとPDFでご用意しています。
読解力養成プリント	Word	基本的な文章の読み取りから、会話文やグラフ・表の読み取り問題まで、読解力養成に使える小テスト形式のプリントです。
◆その他		
重要用語一覧	Excel	教科書の重要用語を日本語と英語でリストアップした一覧表です。
学習指導計画(シラバス)例	Excel	学習指導計画案の標準的な一例を示しています。
観点別評価規準例	Excel	「知識・技能」、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」の3つの観点について、評価方法をまとめています。
観点別評価集計例	Excel	生徒1人1人の3つの観点にもとづく評価を入力・集計できるファイルです。
教授資料紙面データ	PDF	教授資料の紙面データです。
AL型授業の進め方	PowerPoint	KJ法やジグソー法など、さまざまな言語活動の手法を紹介しています。

※教授資料付属データに追加や修正が生じた際は、弊社Webサイト「チャート×ラボ」にご用意する場合もございます。
※「映像・アニメーション」および「図版データ」について、数研出版株式会社が著作権を所有していない一部のデータは収録されていません。

教科書をサポートする充実の副教材

令和8年度用 副教材(予定) ※発行予定や内容は予告なく変更される可能性があります。

教科書の準拠問題集は、▶本冊子51

副教材の詳細
はこちら!



書名	内容
チャート式シリーズ ①新化学基礎 ②新化学 化学基礎・化学	① A5判/264頁/定価1,606円(税込) ② A5判/592頁/定価2,574円(税込) ・伝統の正統派参考書。実験やグラフを扱った問題などの解き方を特集しました。
フォトサイエンス 化学図録	AB判/320頁/定価990円(税込) ・写真をふんだんに掲載した図録。QRコンテンツ有り。
①リードα化学基礎 ②リードα化学 ③リードα化学基礎+化学	① A5判/144頁(2色)+別冊解答120頁(2色)/定価781円(税込) ② A5判/232頁(2色)+別冊解答216頁(2色)/定価935円(税込) ③ A5判/328頁(2色)+別冊解答296頁(2色)/定価1,089円(税込) ・日常～受験準備までレベルアップできる問題集。QRコンテンツ有り。
①リードLight 化学基礎 ②リードLight ノート化学基礎 ③リードLight ノート化学 (②は①を書き込み式にしたノート判)	① B5変型判/104頁(2色)+別冊解答88頁(2色)/定価770円(税込) ② B5判/120頁(2色)+別冊解答56頁(2色)/定価781円(税込) ③ B5判/200頁(2色)+別冊解答112頁(2色)/定価979円(税込) ・基本事項の習得に最適な問題集。QRコンテンツ有り。
ゼミノート化学基礎	B5判/112(2色)+別冊解答32頁(1色)/定価902円(税込) ・穴埋め+問題で共通テスト準備まで対応した問題集。QRコンテンツ有り。
Visual Select 化学基礎ノート	B5判/80頁(4色)+別冊解答40頁(2色)/定価638円(税込) ・フルカラーの写真や図で楽しく学べる書き込み式問題集。
高校化学の基礎	B5判/48頁(2色)+別冊解答24頁(1色)/定価418円(税込) ・「物質の構成と化学結合」、「物質と化学反応式」を扱った問題集。
フォローアップドリル 化学基礎シリーズ フォローアップドリル 化学シリーズ	化学基礎 ①物質の構成と化学結合(※1) ②物質・化学反応式(※2) ③酸・塩基・酸化・還元/電池・電気分解(※2) 化学 ①物質の状態(※2) ②熱化学・反応速度・化学平衡(※2) ③無機物質(※2) ④有機化合物(※2) ⑤高分子化合物(※2) ※1 B5判/24頁(2色)+別冊解答16頁(1色)/定価308円(税込) ※2 B5判/32頁(2色)+別冊解答16頁(1色)/定価330円(税込) ・くり返し演習で基本をマスターできるドリル型問題集。
①チェック&演習化学基礎 ②チェック&演習化学	① B5判/96頁(1色)+別冊解答80頁(2色)/定価825円(税込) ② B5判/176頁(1色)+別冊解答144頁(1色)/定価1,001円(税込) ・最新の入試を徹底分析した共通テスト対策問題集。
化学重要問題集	A5判/168頁(1色)+別冊解答184頁(2色)/定価935円(税込) ・最新傾向の問題を網羅した入試対策問題集。QRコンテンツ有り。
化学入試問題集	A5判/112頁(1色)+別冊解答48頁(1色)/定価891円(税込) ・最新の入試問題で構成した入試対策問題集。

指導に役立つ情報や教材データをお届け!

先生のための会員制サイト **チャート×ラボ**

「チャート×ラボ」で何ができるの?

- ご採用の教材に関連したデータのダウンロードや、数研出版が作成したプリントデータを生徒のタブレットやスマートフォンに配信することができます。
- 指導者用デジタル教科書(教材)、学習者用デジタル副教材の体験版をお試しいただけます。
- 数研出版主催のセミナーにお申込みいただけます。

会員限定の情報も
お届けするよ

くわしくはこちら <https://lab.chart.co.jp/>



※「チャート×ラボ」のご利用は、教育機関関係者(小学校・中学校・高等学校・大学などの学校に勤務されている方、教育委員会・教育センターなど教育関係職員の方)に限定しております。

機能向上 基本機能

指 学 学+ 副



ペン、マーカー、消しゴム、ふせん、スタンプなどの基本的な機能は、ツールバーから選択して利用できます。

ツールバーの位置は、下部だけでなく左右にも変更できます。

一部の教材には、特別支援機能も収録しています。



機能向上 スライドビュー

投影用スライドビュー

指 学 学+ 副

新たに搭載したスライドビューです。紙面上の問題を大きく投影することができます。

また、小問ごとに答・解説を表示することもできます。



※投影用スライドビューは、2026年3月以降に発売される教材で利用できます。

※2026年3月以降に発売される指導者用デジタル教科書(教材)では、図のスライドビュー機能はなくなり、p.95掲載のデジタルコンテンツ「図版ビュー」に移行します。

学習用スライドビュー

指 学 学+ 副

紙面を問題ごとに表示できる、従来のスライドビューです。問題と答・解説を同時に表示できます。

また、「学習の記録」を保存することもできます。



新機能 演習モード

指 学 学+ 副

問題演習に特化した機能です。条件を指定して問題を検索し、学習することができます。間違えた問題や苦しい問題を効率的に復習することもできます。

※2026年3月以降に発売される教材で利用できます。



対象(▶pp.96~97) 指 : 指導者用デジタル教科書(教材) 学 : 学習者用デジタル教科書 学+ : 学習者用デジタル教科書・教材 副 : 学習者用デジタル副教材

さらに充実 デジタルコンテンツ

図版ビュー★ 指 学 学+ 副

教科書の図や写真などを拡大表示できます。

教科書紙面からもワンクリックで拡大表示が可能です。

また、お気に入り登録やコピー機能も搭載しておりますので、授業での投影だけでなく、プリントの作成などにも便利です。



その他のコンテンツ 指 学 学+ 副

周期表、選択問題、ドリルなど、生徒の予習・復習に役立つコンテンツを収録しています。

また、各分野で学ぶ内容をコンパクトに紹介した導入動画★や、実験をはじめとした内容に関する映像、アニメーション、レイヤー図版など、授業に役立つコンテンツも豊富に収録しています。板書での説明が難しい内容もわかりやすく解説でき、直感的な理解につなげることができます。

▼周期表



▼映像



▼レイヤー図版



※★のついたコンテンツは、2026年3月以降に発売される教材で利用できます。 ※教材ごとに含まれるコンテンツの種類が異なります。

その他の充実の機能

教材連携 指 学 学+ 副

購入済のデジタル教科書／デジタル副教材の間で、スムーズな連携ができます。別教材の該当ページや類問などをすぐに表示できます。

学習の記録 指 学 学+ 副

生徒は、問題を解いて得た気づきを、ノートの写真やコメントと合わせて学習の記録として残すことができます。

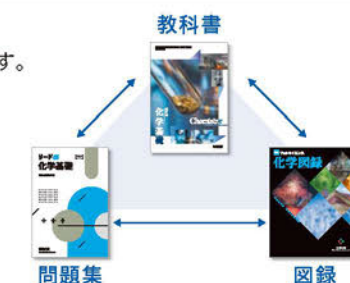
宿題管理 指 学 学+ 副

先生は、生徒のEsビューアへ宿題を配信することができます。

宿題の進捗状況や、生徒が提出した宿題の結果・ノートの写真などをいつでも確認することができます。

表示制御 指 学 学+ 副

先生は、生徒の学習者用デジタル教科書・教材／デジタル副教材に収録されている「答」「解説」「コンテンツ」について、要素ごとに[見せる／見せない]を設定できます。



体験版はこちら！



化学

デジタル教科書／デジタル副教材

ラインアップ

【補足：利用期間（教科書使用期間・書籍使用期間）について】
「デジタル教科書／デジタル副教材」は販売終了後、一定の利用期間の後に配信を停止いたします。
配信停止後はオンラインでの利用が不可となりますのでご注意ください。
各商品の利用期間（配信期限）の最新情報は、弊社ホームページ（<https://www.chart.co.jp/software/lineup/expiry/>）をご覧ください。

指導者用デジタル教科書（教材）

StudyShareプリント作成システムが付属しています！データはStudyShareオンラインでもご利用可能です。

電子黒板などで教科書紙面やコンテンツを拡大して提示する、先生用の教材です。
教科書収録問題のStudyShareデータ（＋プリント作成機能）を搭載。

商品名	収録書籍	No.	価格(税込)	データサイズ	発売日
指導者用デジタル教科書（教材）改訂版 化学基礎	「改訂版 化学基礎」「改訂版 高等学校 化学基礎」「改訂版 新編 化学基礎」	55325	未定	未定	2026 年 3 月 発売予定
指導者用デジタル教科書（教材）化学	「化学」「新編 化学」	55340	40,700 円	約 4.5GB	販売中

■利用期間：教科書使用期間 ■ライセンス：校内フリーライセンス ■購入方法：教科書取扱書店様へ ■納品物：アプリ版インストール用 DVD-ROM ■搭載機能：下表参照

	基本機能	スライドビュー	デジタル コンテンツ	教材連携	学習の記録	演習モード	先生向け機能	
							宿題管理	表示制御
化学基礎	○	○※1	○	○	○	○	―※2	―※2
化学	○	○	○	○	○	―	―※2	―※2

※1「投影用スライドビュー」「学習用スライドビュー」を自由に切り替えてご利用いただけます。
※2「学習者用デジタル教科書・教材」または「学習者用デジタル副教材」ご採用時に利用可能な機能です。
（注）教授資料とのセット版もございます。詳しくは弊社ホームページをご覧ください。

学習者用デジタル教科書・教材

制度化された「学習者用デジタル教科書」と、各種「デジタルコンテンツ」がセットになった商品です。

科目	商品名	No.	価格(税込)	データサイズ	発売日
化学基礎	学習者用デジタル教科書・教材 改訂版 化学基礎	4381237D01	未定	未定	2026 年 3 月 発売予定
	学習者用デジタル教科書・教材 改訂版 高等学校 化学基礎	4381242D01			
	学習者用デジタル教科書・教材 改訂版 新編 化学基礎	4381247D01			
化学	学習者用デジタル教科書・教材 化学	4381291D11	各 935 円	約 3.5GB	販売中
	学習者用デジタル教科書・教材 新編 化学	4381142D11		約 3GB	

■利用期間：教科書使用期間 ■ライセンス：生徒 1 人につき 1 ライセンス必要 ■購入方法：直接数研出版へ ■納品物：ライセンス証明書 ■搭載機能：下表参照

	基本機能	スライドビュー	デジタル コンテンツ	教材連携	学習の記録	演習モード	先生向け機能	
							宿題管理	表示制御
化学基礎	○	○	○	○	○	○	○※2	○※2
化学	○	○※1	○	○	○	―	○※2	○※2

※1 表示される内容が「指導者用デジタル教科書（教材）」とは異なります。 ※2 先生は「エスビューア 先生用サイト」より設定する必要があります。

学習者用デジタル教科書

生徒一人一人の端末で使用する、制度化された「学習者用デジタル教科書」です。

科目	商品名	No.	価格(税込)	データサイズ	発売日
化学	学習者用デジタル教科書 化学	4381291D12	各 550 円	約 1GB	販売中
	学習者用デジタル教科書 新編 化学	4381142D12		約 1GB	

■利用期間：教科書使用期間 ■ライセンス：生徒 1 人につき 1 ライセンス必要 ■購入方法：直接数研出版へ ■納品物：ライセンス証明書 ■搭載機能：下表参照

基本機能	スライドビュー	デジタル コンテンツ	教材連携	学習の記録	演習モード	先生向け機能	
						宿題管理	表示制御
○	―	―※	―	―	―	―	―

※教科書の QR コードからご利用いただけるコンテンツへのリンクを配置しています。

学習者用デジタル副教材

生徒一人一人または先生用の端末で使用する、デジタル副教材です。

シリーズ	商品名	No.	価格(税込)		データサイズ	発売日
			書籍購入なし	書籍購入あり		
図録	学習者用デジタル版 改訂版 フォトサイエンス化学図録	4327322D01	990 円	440 円	約 2.5GB	販売中
問題集	学習者用デジタル版 三訂版 リードα化学基礎…★1	4327100D01	未定	未定	未定	2026 年 3 月発売予定
	学習者用デジタル版 改訂版 リードα化学基礎…◆	4327099D01	781 円	330 円	約 0.5GB	販売中
	学習者用デジタル版 改訂版 リードα化学…★2	4327092D01	935 円	440 円	約 0.5GB	
	学習者用デジタル版 三訂版 リードα化学基礎・リードα化学（セット）…☆	4327057D01	未定	未定※1	未定	2026 年 3 月発売予定
	学習者用デジタル版 改訂版 リードα化学基礎・リードα化学（セット）…◇	4327056D01	1,089 円	440 円※2	約 1GB	販売中
	学習者用デジタル版 三訂版 リードLight ノート化学基礎	4327139D01	未定	未定	未定	2026 年 3 月発売予定
	学習者用デジタル版 改訂版 リードLight ノート化学基礎	4327138D01	781 円	330 円	約 0.5GB	販売中
	学習者用デジタル版 改訂版 リードLight ノート化学	4327157D01	979 円	440 円	約 0.5GB	

■利用期間：書籍使用期間 ■ライセンス：生徒 1 人につき 1 ライセンス必要 ■購入方法：直接数研出版へ ■納品物：ライセンス証明書 ■搭載機能：下表参照

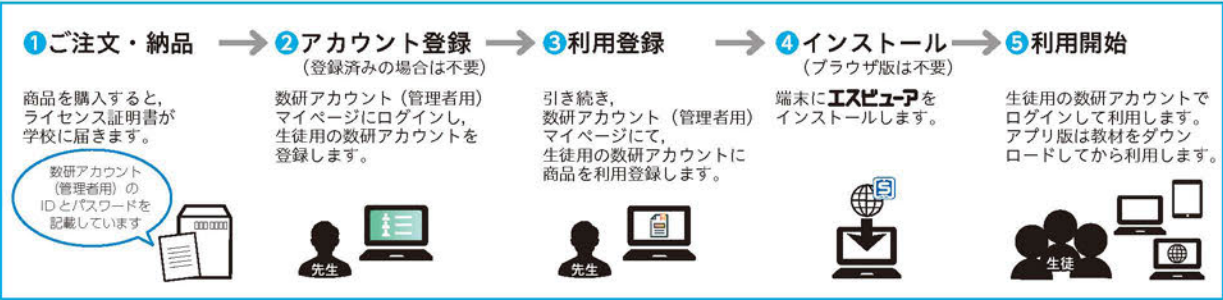
	基本機能	スライドビュー	デジタル コンテンツ	教材連携	学習の記録	演習モード	先生向け機能	
							宿題管理	表示制御
図録	○※3	―	○	○	―	―	○※5	―
問題集(改訂版)	○※3	○	―※4	○	○	―	○※5	○※5
問題集(三訂版)	○※3	○	―※4	○	○	○	○※5	○※5

※1「学習者用デジタル版 三訂版リードα化学基礎・リードα化学（セット）」の「書籍購入あり」の価格が適用されるのは、書籍「三訂版リードα化学基礎＋化学」をご採用の場合のみです。
※2「学習者用デジタル版 改訂版リードα化学基礎・リードα化学（セット）」の「書籍購入あり」の価格が適用されるのは、書籍「改訂版リードα化学基礎＋化学」をご採用の場合のみです。
※3 特別支援機能は含まれません。 ※4 例題などの新説動画およびドリルコンテンツへのリンクを配置しています。
※5 先生は「エスビューア 先生用サイト」より設定する必要があります。
（注）学習者用デジタル副教材をご採用の場合でも、紙の書籍ご採用時と同様にご採用校専用データをチャートメソバからダウンロードできます。
（注）☆の商品は、★1と★2の商品をセットにして販売いたします。
（注）◇の商品は、◆の商品と「学習者用デジタル版リードα化学」をセットにして販売いたします。
（注）学校採用にて書籍をご購入の場合は、「書籍購入あり」価格で販売いたします（学習者用デジタル副教材のみ）。
ただし、該当校で採用された書籍と、学習者用デジタル副教材の使用者が同じ場合に限りです。

一学習者用デジタル副教材を先生が拡大提示する場合について一

- 授業を受ける生徒全員が、該当する紙の書籍または学習者用デジタル副教材を所有している場合は、先生による拡大提示用途としてご利用いただけます。
- 授業を受ける生徒全員が、該当する紙の書籍または学習者用デジタル副教材を所有していない状況（または一部生徒しか所有していない場合）で、先生による拡大提示用途としてご利用いただく場合は、ユーザーライセンスに加えて「提示用オプション」をご購入いただく必要があります。
- 「提示用オプション」について、詳しくは弊社ホームページをご確認ください。発売予定の商品については、決まり次第お知らせいたします。

■ご利用までの流れ（学習者用デジタル教科書・教材，学習者用デジタル教科書，学習者用デジタル副教材）



（注）指導者用デジタル教科書（教材）のご利用までの流れは、弊社ホームページ（<https://www.chart.co.jp/software/digital/s/flow/>）をご覧ください。

■動作環境

- 動作環境の詳細は弊社ホームページをご覧ください。
- 1ライセンスでアプリ版とブラウザ版の両方をご利用いただけます。

アプリ版

Windows 10／11
iPadOS 16／17／18
※Windows10／11のSモードには非対応です。

ブラウザ版

OS：Windows 10／11
OS：Chrome OS最新版
OS：iPadOS 16／17／18

ブラウザ：Google Chrome／Microsoft Edge
ブラウザ：Google Chrome
ブラウザ：Safari

Studyaid^{ON} 化学シリーズラインアップ

令和8年度発行の化学基礎に対応した商品のラインアップについては、検討中です。

令和 8 年度発行の化学基礎に対応した商品のラインアップについては、検討中です。			Studyaid ^{ON} オンライン		Studyaid ^{ON} (DVD-ROM 版)			
商品名	収録内容 赤字は前年度商品から更新されたデータまたは追加された書籍です。	問題数*	税込価格【教育機関向け】		購入方法	税込価格【教育機関向け】		購入方法
			1ライセンス版	構内フリーライセンス版		標準価格	アップグレード価格	
No.99672 化学入試 2024 データベース	● 1992 ～ 2020 年センター試験問題・2021 ～ 2024 年共通テスト問題 ● 1992 ～ 2024 年版「化学入試問題集」 ● 2000 ～ 2024 年版「化学重要問題集」 ● 思考力・判断力・表現力を養う 化学考察問題集	約 8,900 問	11,000 円	25,300 円	数研出版ホームページへ	23,100 円	11,000 円	直接数研出版へ
No.55565 化学統合版 2025	NEW 【新課程】: ● 教科書「化学基礎, 高等学校 化学基礎, 新編 化学基礎, 化学, 新編 化学」 ● リードα「化学基礎 (改訂版), 化学 (改訂版), 化学基礎+化学 (改訂版)」 ● 改訂版 リード Light 化学基礎 ● リード Light ノート「化学基礎 (改訂版), 化学 (改訂版)」 ● 新編 化学基礎 準備「サポートノート, 整理ノート」 ● Visual Select 化学基礎ノート ● フォローアップドリル化学基礎「物質の構成と化学結合, 物質量・化学反応式, 酸・塩基 / 酸化・還元 / 電池・電気分解」 ● フォローアップドリル化学「物質の状態, 熱化学・反応速度・化学平衡, 無機物質, 有機化合物, 高分子化合物」 ● チェック&演習「化学基礎, 化学」 ● 高校化学の基礎 【旧課程】: ● 教科書・問題集	約 10,300 問	13,200 円	27,500 円		31,900 円	14,740 円	

*記載されている問題数はオンライン版の問題数です。DVD-ROM 版は問題数が異なることがあります。

【Studyaid^{ON} オンライン】

● **動作環境** ※最新の動作環境については、弊社ホームページをご覧ください。

デスクトップアプリ版	
OS	Windows 10, 11 ※各 OS とも日本語版のみに対応。※ Windows 10, 11 の S モードには非対応。
メモリ	4GB 以上
ストレージ	システムドライブに 2GB 以上の空き容量
その他	.NET Framework 4.6.2以降

ブラウザ版	
OS	Windows 10, 11/iPadOS 16以降 / macOS 13以降 / ChromeOS 最新バージョン
ブラウザ	Windows10, 11 : Google Chrome, Microsoft Edge iPadOS, macOS : Safari ChromeOS : Google Chrome
メモリ	4GB 以上

- デスクトップアプリ版、ブラウザ版ともに、インターネット接続が必要です。インターネット接続に際し発生する通信料はお客様のご負担となります。
- Studyaid^{ON} オンラインはユーザーライセンスの商品です。1ライセンスにつき1アカウント(1名)でご利用いただけます。構内フリーライセンス版では、同一構内に勤務される方であれば、人数に制限なくご利用いただけます。
- Studyaid^{ON} オンラインには7年間の有効期限があります。ただし、有効期限内に新たに別商品を購入された場合、その商品の有効期限まで延長してお使いいただけます。※ 2024年3月に、有効期限が4年→7年に変更となりました。

【Studyaid^{ON} (DVD-ROM 版)】

- **動作環境**
弊社ホームページをご覧ください。▶ <https://www.chart.co.jp/stdb/setting.html>

● アップグレード価格

Studyaid^{ON} 理科シリーズ商品をお持ちの場合は、標準価格の商品と同一のものをアップグレード価格でご購入いただけます。詳しくは弊社ホームページをご覧ください。▶ <https://www.chart.co.jp/stdb/upgrade/>

※ アップグレード価格でのご注文の際には、お持ちの商品のシリアルナンバーが必要です。

※ 物理・化学・生物・地学は、すべて同一教科(理科シリーズ商品)とみなします。

● ライセンス

Studyaid^{ON} は1台のパソコンにのみインストールし、使用することができます。

1つの商品を同一構内の複数台のパソコンで使用する場合は、商品の他にサイトライセンスが必要です。

ライセンス数	税込価格
1～3 本	4,180 円×ライセンス数
4本以上 (フリーライセンス)	16,500 円

Studyaid^{ON} オンライン ブラウザ版に問題編集機能(一部)と印刷機能を追加しました！
https://www.chart.co.jp/stdb/online/function/browser_renewal.html



数研出版コールセンター TEL: 075-231-0162 FAX: 075-256-2936

東京本社 〒101-0052
東京都千代田区神田小川町 2-3-3
関西本社 〒604-0861
京都市中京区烏丸通竹屋町上る大倉町 205
関東支社 〒120-0042
東京都足立区千住龍田町 4-17
支店…札幌・仙台・横浜・名古屋・広島・福岡



本カタログに記載されている会社名、製品名はそれぞれ各社の登録商標または商標です。
QRコードは株式会社デンソーウェブの登録商標です。
本カタログで使用されている商品の写真は出荷時のものと一部異なる場合があります。
本カタログに掲載されている仕様及び価格等は予告なしに変更することがあります。
返品に関する特約: 商品に欠陥のある場合を除き、お客様のご都合による商品の返品・交換は受けられません。

151548