

改訂!



教科書「改訂版 化学基礎」

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

教科書「改訂版 化学」

- 56 教科書の特長
- 57 授業時間配分表／著作者・編集協力者一覧
- 58 教科書紙面の紹介
- 78 QR コンテンツ一覧
- 82 特集 化学基礎と化学のつながり

- 83 Suken AI ナビ
- 84 教授資料
- 92 デジタル教科書／デジタル副教材
- 96 Studyaid D.B.
表紙紙 副教材



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

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単位で無理なく終えられ、生徒の自学自習をフルサポートする教科書	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

化学全点改訂しました！

改訂版
(高学年用)



	改訂版 化学	改訂版 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/104-901 A5判・520ページ	化学/104-902 B5判・392ページ



改訂版
化学基礎

化基/104-901
A5判・280ページ

自ら考える力を養い、
生徒の学びを
サポートする教科書です

「改訂版 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・技能をしっかりと習得できます。

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

入試を意識し、思考力を養う要素が各所に盛り込まれています。

本文の記述を深める「参考」や「発展」、各章に設けた「思考学習」を通じて入試で問われる思考力を身につけられます。

特長 3

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。

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 84～91

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 裏表紙。
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 92

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」は要点を絞った解説として全面刷新。生徒一人でも無理なく読みこなせるようになりました。

▶ p.116

Zoom 物質量

物質量の分野では本格的に計算を行うため、ここでつまづいてしまう人も多いと思います。ここでは、いくつかのつまづきポイントを詳しく振り返り、理解の補強をしてみましょう。

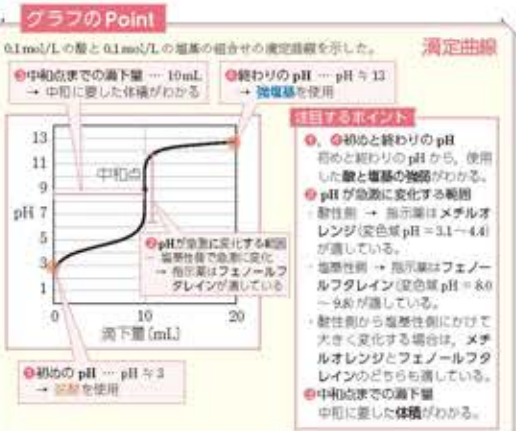
Case 1 1mol当たりの重さ(アボガドロ定数・モル質量・標準状態のモル体積)を、計算でどのように導き出せるか。

問題A 総額 12本を1ダースという単位で表す。また、総額1ダース当たりの価格を200円とするとき、次の問いに答えよ。
 ① 総額 60本は何ダースか。 ② 総額5ダースは何本か。
 ③ 総額 60本の価格は何円か。

1ダース当たりの本数、価格を考えるとそれぞれ 12本/ダース、200円/ダースと表せる。
 ① 60本 ÷ 12本/ダース = 5ダース
 ② 5ダース × 12本/ダース = 60本
 ③ 60本 ÷ 12本/ダース × 200円/ダース = 1000円

問題B アボガドロ定数が 6.0×10^{23} mol⁻¹、二酸化炭素 CO₂ のモル質量が 44g/mol のとき、
 ① 二酸化炭素分子 2.4×10^{24} 個の物質量は何 mol か。
 ② 二酸化炭素分子 2.4×10^{24} 個の質量は何 g か。

教科書「改訂版化学基礎」の特長



▲ p.169(本冊子 → 35)

思考力を問う問題を全問刷新

各章に設けた思考力を問う問題「思考学習」を全問刷新しました。昨今の入試でさらに問われるようになった思考力をさらに身につけやすくなりました。

2

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も身につけやすくなりました。

実例 ケルダール法によるタンパク質の定量

バスケットボール部の部長さんは、部員を増やすには運動だけでなく、タンパク質を多く含む食品を摂取することも大切だと教わった。家に帰って冷蔵庫の中の食品を見ていたところ、栄養成分表示としてタンパク質の量が記載されていることに気づいた。次の日に学校で調べたところ、栄養成分表示におけるタンパク質の定量方法として、窒素量(中和滴定)の原理を用いたケルダール法が一般的に行われていることを知った。そこで、市販の食肉ソーセージ(加熱に含まれるタンパク質の割合(%)を求める実験)を次の通りに行った。

操作1 試料 1.0g を正確にはかり取り、濃硫酸と酸液を加えて加熱して、タンパク質中の窒素分をすべて硫酸アンモニウムに変換した。
操作2 操作1で得られた試料溶液をメスフラスコを用いて、純水で正確に100mLとした。

▲ p.171(本冊子 → 37)

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 C₃H₈ 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)

(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。

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量に変換する。

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。
 (化学反応式) $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
 (物質量の比) $1 : 5 : 3 : 4$
 (モル質量) $44g/mol : 32g/mol : 44g/mol : 18g/mol$

C₃H₈ 4.4g の物質量は、
 $\frac{4.4g}{44g/mol} = 0.10 mol$

(1) (反応する C₃H₈ の物質量) : (生成する H₂O の物質量) = 1 : 4 より、
 生成する水の物質量は、
 $0.10 mol \times 4 = 0.40 mol$ **答** 0.40mol

(2) (反応する C₃H₈ の物質量) : (生成する CO₂ の物質量) = 1 : 3 より、
 生成する二酸化炭素の物質量は、
 $0.10 mol \times 3 = 0.30 mol$
 生成する二酸化炭素の質量は、
 $44g/mol \times 0.30 mol = 13.2g \approx 13g$ **答** 13g

(3) (反応する C₃H₈ の物質量) : (反応する O₂ の物質量) = 1 : 5 より、
 燃焼に必要な酸素の物質量は、
 $0.10 mol \times 5 = 0.50 mol$
 標準状態における気体のモル体積は 22.4L/mol だから、
 $22.4L/mol \times 0.50 mol = 11.2L \approx 11L$ **答** 11L

類題 5a メタノール CH₃O 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)

(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 5.40g を完全に反応させる場合について、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。

▲ p.133(本冊子 → 29)

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。

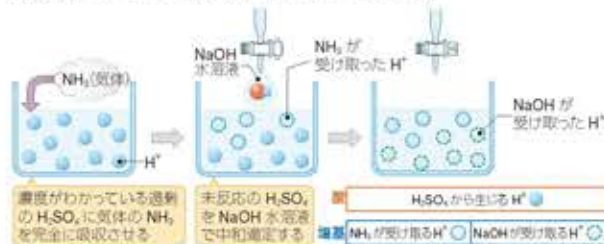
解説動画
 すべての例題にはQRコンテンツとして例題解説動画を用意していますので、生徒一人でも無理なく学習することができます。

教科書「改訂版化学基礎」の特長

入試を意識し、思考力を養う要素が各所に盛り込まれています。

参考 逆滴定

塩化水素とアンモニアの反応のように、反応する酸や塩基が気体のときは中和滴定と同じ方法でその量を決定するのは難しい。そのようなときは、気体の酸(または塩基)を液体の塩基(または酸)と反応させて、残った塩基(または酸)の量を求めることで、もとの気体の量を間接的に知ることができる。このような方法を **逆滴定** という。例えば、気体のアンモニアの物質量が知りたいとき、アンモニアを濃度がわかっている過剰の硫酸と反応させてから、未反応の硫酸を水酸化ナトリウム水溶液中で中和滴定することで、間接的にアンモニアの物質量を求めることができる。



▲図A アンモニアの逆滴定 H⁺とOH⁻のみを示した。

例題 A アンモニアの逆滴定

0.10 mol/Lの硫酸 100 mL にアンモニアを吸収させて、完全に反応させた。残った硫酸を 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、20.0 mL を要した。吸収されたアンモニアの体積は標準状態で何 L か。

指針 酸・塩基の種類が複数あった場合でも、完全に中和したときには、中和の関係式が成り立つ。

解 吸収された NH₃ の標準状態での体積を x [L] とすると、中和の関係式より次式が成り立つ。

$$2 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{100}{1000} \text{ L} = 1 \times \frac{x}{22.4 \text{ L/mol}} + 1 \times 0.20 \text{ mol/L} \times \frac{20.0}{1000} \text{ L}$$

$\frac{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ から生じる H}^+ \text{ の物質量}}$
 $\frac{\text{NH}_3 \text{ が受け取る H}^+ \text{ の物質量}}$
 $\frac{\text{NaOH が受け取る H}^+ \text{ の物質量}}$

答 x が 0.36 L

例題 B 0.10 mol/L の硫酸 50 mL にアンモニアを吸収させて、完全に反応させた。残った硫酸を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、30.0 mL を要した。吸収されたアンモニアは何 g か。(H = 1.0, N = 14)

本文を深める

本文の学習内容を深める要素を「参考」や「発展」として掲載。本文同様に図解や表を用いながら、ていねいに分かりやすく展開しています。

問題演習で理解を深める

学習内容を確認する問題をセットにしているものもありますので、身につけた知識を確認・活用する練習も行えます。

特長 他にも…

- ・思考学習：学習内容に関連する思考力を要する問題です。全6題収録しています。
- ・「考」マーク：問や章末問題などの中で思考力を要するものにはマークをつけました。

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 Point NEW

実験データを処理する方法として欠かせないグラフについて解説する要素を新設しました。各単元で典型的なグラフを掲載する際に読み方のポイントをていねいに解説しています。

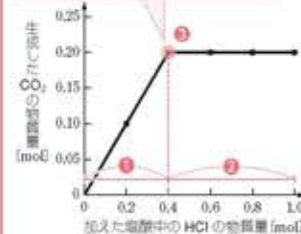
グラフの Point

過不足のある反応の量的関係

炭酸カルシウム CaCO₃ 0.20 mol に塩酸を加えると、次の反応が起こった。
 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 加えた塩酸に含まれる塩化水素 HCl の物質量 [mol] と生成した二酸化炭素 CO₂ の物質量 [mol] の関係をグラフで示した。

★グラフの折れ曲がりの点

… HCl が 0.40 mol のとき、CaCO₃ と HCl が過不足なく反応



注目するポイント

★グラフの折れ曲がりの点

- …前後でようすが異なる
- ①折れ曲がりの点より左
→ HCl がすべて反応し、CaCO₃ の一部が残る
- ②折れ曲がりの点より右
→ CaCO₃ がすべて反応し、HCl の一部が残る
- ③ちょうど折れ曲がりの点
→ 過不足なく反応する

実験 10 化学反応式が表す量的関係を調べる

見方・考え方

化学反応式において反応物・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】

- 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 ~ 2.0 g とし、毎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、乾燥した金属製の菜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に冷めてから全体の質量を測る。
- 【結果】**
 (1) 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る。

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。

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.130 実験 10

実験データ

以下の実験を行った。

- 操作 1** 電子てんびんでステンレス皿の質量 a を測定した。
 - 操作 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。
 - 操作 3** ガスバーナーで数分間加熱した。
 - 操作 4** 加熱をやめ、ステンレス皿が十分に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)	35.30	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)				

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。

各分野に豊富な実験を用意しました。

目次

Contents

序章

化学の特徴	4
実験を行うにあたって	12

化学で扱う数値	18
---------	----

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	24
2. 物質とその成分	32
3. 物質の三態と熱運動	38
章末問題	43

第2章 物質の構成粒子

1. 原子とその構造	44
2. イオン	52
3. 周期表	56
章末問題	63

第3章 粒子の結合

1. イオン結合とイオン結晶	64
2. 共有結合と分子	69
3. 配位結合	74
4. 分子間にはたらく力	76
5. 高分子化合物	82
6. 共有結合の結晶	84
7. 金属結合と金属結晶	86
章末問題	100

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	104
2. 物質量	108
3. 溶液の濃度	120
4. 化学反応式と物質量	124
章末問題	140

第2章 酸と塩基の反応

1. 酸・塩基	142
2. 水素イオン濃度とpH	149
3. 中和反応と塩	155
4. 中和滴定	161
章末問題	176

第3章 酸化還元反応

1. 酸化と還元	178
2. 酸化剤と還元剤	185
3. 金属の酸化還元反応	202
4. 酸化還元反応の利用	207
章末問題	224

(▶本冊子40) 終章 化学が拓く世界

食品保存の化学	226
洗浄・浄化の化学	229
化粧品の化学	232
環境の化学	234

(▶本冊子42) 巻末特集

探究実験	238
英語で化学	244

本文補足 発展

原子と分子の電子軌道	246
標準電極電位	249

資料編

国際単位系(SI)	250
物理量の単位の示し方と計算例	250
化学で扱う数値-指数	251
無機化合物の命名法	252
原子の電子配置表	253

解答編 (▶本冊子46)

問題類の解答と解説	254
学んだことを説明してみようの解答例	270

索引

索引	272
----	-----

物質図録

物質図録	A
------	---

(▶本冊子48)

A 実験

1. 3種類の白い粉を見分ける	9	10. 化学反応式が表す量的関係を調べる	130
2. 混合物の分離	31	11. 塩の水溶液の性質を調べる	158
3. 成分元素の検出	37	12. 食酢中の酸の濃度を求める	166
4. 状態変化に伴う体積の変化	41	13. 酸化剤と還元剤の反応	195
5. イオンからなる物質の性質	67	14. ペットボトルから繊維をつくる	236
6. 分子の極性と溶解	77	15. しょうゆから食塩を取り出す	238
7. 金属の性質	89	16. レモン果汁に含まれる酸の量を調べる	240
8. 結晶の種類を推定する	91	17. ビタミンCの量を調べる	242
9. 物質量を体感する	115		

参考

分子の形	73
ステアリン酸の単分子膜によるアボガドロ定数の測定	114
溶解度	122
化学反応式の表し方の工夫	129
未定係数法	129
化学の基礎法則	138
pH指示薬の構造と色の变化	153
酸性酸化物と塩基性酸化物	160
塩が生成する反応	160
標準液	163
電気伝導度を利用した中和滴定	165
逆滴定	170
二段階中和	172
共有結合でできた化合物中の原子の酸化数	183
原子がとりうる酸化数の範囲	193
水質とCOD	199
太陽電池	207

コラム

石油の分留	27
電子・原子核の発見	49
メンデレーエフの周期表	62
超伝導	90
アボガドロ定数の精密な測定と物質量の定義	115
酸性雨	151
お風呂の中で化学反応	159
身のまわりにある酸化や還元	179
身のまわりの酸化剤・還元剤	194
ブリキとトタン	206
ボルタ電池	208

発展

イオン化エネルギーと電子配置	55
錯イオンの名称と書き方	75
さまざまな分子間力	78
結晶格子と単位格子	92
弱酸・弱塩基の電離平衡	148
水のイオン積とpHの求め方	154
塩の加水分解	157
鉛蓄電池の構造と反応	211
リチウムイオン電池の構造と反応	212
燃料電池の構造と反応	213
銅の電解精錬における反応	216
アルミニウムの溶融塩電解における反応	217
電気分解の反応と利用	218
原子と分子の電子軌道	246
標準電極電位	249

思考学習

物質の分離	42
放射性同位体を用いた年代測定	48
電気陰性度と化学結合	102
水素によるゼロカーボン・スチールの製造	137
ケルダール法によるタンパク質の定量	171
ヨウ素滴定	200

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	131
中和滴定	167

(▶本冊子37)

(▶本冊子27)

教科書の使い方と本書の構成要素の説明を扱いました。
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

(▶本冊子 22)



原子半径・イオン半径	60
化学結合と結晶	98
物質質量	116
化学反応式	126
中和反応の量的関係のグラフ	174
酸化還元反応の量的関係	198

(▶本冊子 35)

グラフの Point

加熱による水の状態変化	40
周期律	57
水素化合物の分子量と沸点	80
過不足のある反応の量的関係	136
滴定曲線	169

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。

A 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。

マープの説明



保護メガネ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、左のマープ(または注意マーク)で注意を促した。

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。

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。思考力を要するものには **Q** をつけた。

例題 0

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

類題 0

例題をもとにして、自力で考察する問題。

章末問題

章で学んだ内容を総合的に演習するための問題。思考力を要するものには **Q** をつけた。また、学習内容を活用させる問題を **考えてみよう!** で扱った。

思考学習

学習内容をもとに、思考力をはたらかせながら考察する問題を扱った。

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関連しやすいところを、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。

※本書での学習を始める前に、p.18「化学で扱う数値」、p.250「物理量の単位の示し方と計算例」をよく理解すること。

単の学習内容に関連する、中学校で学んだことを示しています。

節の学習内容に関連する疑問と学習の目標を示しています。



問題に取り組んだ後は、p.254 への解答と解説を読んで確認しましょう。



わからない言葉があったら、p.272 への索引で調べてみよう。



節の学習内容を振り返り、学んだことを整理できます。

二次元コードから学習内容に関連するコンテンツを利用できます。

二次元コードについて

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。



注意

インターネット接続に感し発生する通信料は、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/26sc1/>
↑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

映像	化学反応や実験手順の映像です。テロップや音声で理解をサポートしています。
アニメーション	図だけでは理解しにくい内容も、アニメーションで見ることによって理解が深まります。
例題解説	例題の解説を動画で見ることができます。音声で理解をサポートしています。
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。
中学校の復習	中学校で学んだ内容を、ドリル形式で学習することができます。
要点の確認	各節で学んだ内容の重要用語などを、ドリル形式で学習することができます。
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。

アニメーションや映像などのコンテンツを紙面の QR コードからご覧いただけます(▶本冊子 52)。

「化学の特徴」では、日常生活の中で起こる身近な疑問を化学的に解決するストーリーとし、合計8ページ扱いました。

序章

化学の特徴



なぜ化学を学ぶの？

生活の中に隠れている化学を探してみると、さまざまな物質の性質や化学変化を利用していることに気づくでしょう。化学基礎では物質の性質やその化学変化の基礎について学びます。

これから学習を進めていくと、生活の中に隠れている化学をさらに発見できるようになるだけでなく、化学が環境問題の解決や持続可能な社会を目指すことに役立っていることが理解できるでしょう。

先生と生徒のキャラクターが適宜会話するなどして、生徒一人でも読みこなせるように工夫しました。

探究とは

日頃の学習や日常生活の中で、身近な出来事に疑問をもって、もっと知りたいと感じたり、それらに答えたいと思ったりすることがあるだろう。

- ▶ 英文を読んでいて、わからない英単語を辞書で調べる
- ▶ クラスの平均睡眠時間を知りたくて、アンケートをとる
- ▶ 世界の人口の分布を調べたくて、統計資料を調べる

上記は、どれも疑問に答えようとする例である。

このように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」という。では、化学の「探究」は、どのように進めていったらよいのだろうか。



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

探究を進めていくときの流れをまとめています。



この順番に進めていったらよいですね。

仮説を立てるときは方法・結果を見直し、結果を分析・考察するときは仮説を振り返るなど、前後を意識しましょう。必ずしも順番通りに進めなくてもいいですよ。



●昇華法 固体が液体にならずに直接気体になる現象を昇華sublimationという。ヨウ素やナフタレンは昇華しやすい。

ヨウ素に砂が混ざっているものを加熱すると、ヨウ素は昇華して気体になるが砂は変化しないため、その気体を冷却すると純粋なヨウ素の固体を分離することができる。

このように、昇華を利用して目的の物質を分離する方法を昇華法sublimationという。



▲図7 昇華法

●再結晶 硝酸カリウムに少量の硫酸銅(Ⅱ)が混ざっている場合、この混合物を熱水に溶かして冷却すると、硝酸カリウムが結晶として析出する。しかし、硫酸銅(Ⅱ)は析出せずに水溶液中に残る。

このように、不純物を含んだ結晶を適当な液体(溶媒)に溶かし、温度による溶解度の変化を利用して、不純物を除いて純粋な結晶を分離する操作を再結晶recrystallizationという。

解説 溶解度
一定量の溶媒に溶かすことができる溶質の最大量、その溶媒に対する溶質の溶解度という(▶p.122)。

▲実験2 混合物から純物質を分離してみよう(▶p.31)。



▲図8 再結晶

- 1 硫酸銅(Ⅱ)は白色の粉末だが、通常は水分子を含んだ青色の硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶として存在する。銅には銅(Ⅰ)イオン Cu^+ と銅(Ⅱ)イオン Cu^{2+} の2種類のイオン(▶p.52)があり、硫酸銅(Ⅱ)には Cu^{2+} が含まれている。
- 2 温度による溶解度の変化があまりない物質は、濃縮して(溶媒を蒸発させて)純粋な結晶を析出させる。

●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extractionという。抽出には、図9のような分液漏斗が使われる。



▲図9 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が、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chromatography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paper chromatographyや、シリカゲルなどの吸着剤を用いる薄層クロマトグラフィーthin-layer chromatographyなどがある。



▲図10 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できる。

▲図11 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分離することができる。

新たに薄層クロマトグラフィーを扱いました。

Link >>>



このQRコードから、紙面に関する実験映像をご利用いただけます。

元素記号の表し方のような基本的な内容についても図解を交えていねいに解説しています。

2 物質とその成分

物質を構成している基本的な成分は何だろうか。ここでは、その基本的な成分について理解しよう。

A 元素

物質を構成している基本的な成分を**元素**という。元素は自然界に約90種類存在し、人工的につくられているものも含めて約120種類が知られている。

C 炭素
1字の場合は大文字

Na ナトリウム
2字の場合は大文字+小文字
1文字目は必ず活字体で書く

▲図12 元素記号の表し方

元素は**元素記号**を使って表される。元素記号はアルファベットの大文字1字、または大文字1字と小文字1字で表される。現在知られている元素の名称と記号を、表紙の裏に示した。

▼表1 元素名と元素記号の例 元素記号は、ラテン語や英語などの元素名の頭文字、あるいは頭文字とその他の1字の組合せからとられたものが多い。

元素名	元素記号	ラテン語名	英語名	元素名の由来
水素	H	Hydrogenium	Hydrogen	水を生じるもの
炭素	C	Carboneum	Carbon	木炭
窒素	N	Nitrogenium	Nitrogen	硝石から生じるもの
酸素	O	Oxygenium	Oxygen	酸を生じるもの
ナトリウム	Na	Natrium	Sodium	固体
硫黄	S	Sulfur	Sulfur	火のもと
塩素	Cl	Chlorum	Chlorine	黄緑色
カリウム	K	Kalium	Potassium	草木灰
鉄	Fe	Ferrum	Iron	硬い、強固
銅	Cu	Cuprum	Copper	銅鑛山のあるキプロス島
銀	Ag	Argentum	Silver	輝く、明るい
金	Au	Aurum	Gold	黄金

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。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。

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。

NEW

●**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」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」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③ 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 元素と単体は同じ名称でよばれることが多い。元素は単体や化合物中の「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。答 単体
(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。なお、カルシウムの単体は金属である。答 元素

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こむ。
(2) 地殻には酸素が多く含まれている。

まとめ 物質の分類



まとめではこれまでに学習した内容を整理できるように構成しています。

拡散のようすについて実験写真とモデル図を併記することで、現象をイメージしやすくしました。

3 物質の三態と熱運動

氷・水・水蒸気の3つの状態の違いはどうしてできるのだろうか。ここでは、物質の状態とその変化について理解しよう。

A 拡散と粒子の熱運動

図19のように、臭素の気体が入った容器の上に空気が入った容器をかぶせておくと、それぞれの気体は時間とともに互いに混じりあい、やがて均一な混合気体になる。

このように、物質が自然にゆっくりと全体に広がる現象を**拡散**という。

拡散は液体でも同様に

起こる。例えば、水にインクをたらすと、かき混ぜなくてもインクは徐々に広がっていき、水全体に色がつく。

拡散は、物質を構成する粒子が、その状態(固体・液体・気体)にかかわらず、常に運動しているために起こる現象である。このような粒子の運動を**熱運動**といい、温度が高いほど熱運動は激しくなる。

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**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**という。

固体が液体になる変化を**融解**、液体が固体になる変化を**凝固**、液体が気体になる変化を**蒸発**、気体が液体になる変化を**凝縮**、固体が気体になる変化を**昇華**、気体が固体になる変化を**凝華**という。



▲図19 臭素(気体)の拡散

●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化する変化を**物理変化**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**(または**化学反応**)という。

- 5 問6 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) 氷がとける (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**)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20 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。

Zoomでは理解しづらいところや間違えやすい内容をていねいに解説しました。書籍全体で6テーマ収録しています。

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めますし、問題演習の際に参照することもできます。

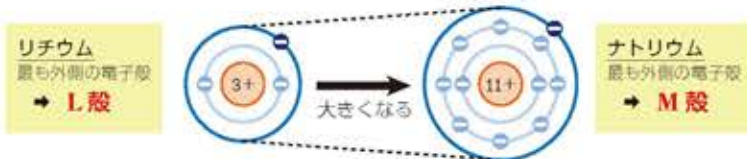
Zoom 原子半径・イオン半径

原子半径やイオン半径は、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みられます。ここでは、その傾向と考え方を整理し、原子半径とイオン半径に関する理解を深めましょう。

Case 1 原子どうしの比較

① 同じ族の元素では、原子番号が大きいほど原子半径は大きい

同じ族の元素では、原子番号が大きいほど外側の電子殻に電子が入り、原子核と最も外側の電子殻の距離が大きくなる。そのため、原子半径は大きくなる。



② 同じ周期の元素では、原子番号が大きいほど原子半径は小さい

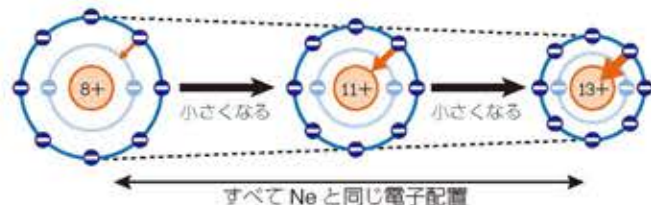
同じ周期の元素では、原子番号が大きいほど原子核の陽子の数が増え、最外殻電子を引きつける力が強くなる。そのため、原子半径は小さくなる。



Case 2 イオンどうしの比較

③ 電子配置が同じイオンでは、原子番号が大きいほどイオン半径は小さい

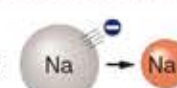
同じ電子配置のイオンでは、原子番号が大きいほど原子核の陽子の数が増え、最外殻電子を引きつける力が強くなる。そのため、イオン半径は小さくなる。



Case 3 原子とそのイオンの比較

④ 原子が陽イオンになると、その半径は小さくなる

最外殻電子がすべて取り除かれることで最も外側の電子殻が1つ内側になるため、イオン半径は小さくなる。



⑤ 原子が陰イオンになると、その半径は大きくなる

最も外側の電子殻に電子が加わることで電子間の反発が増大するため、イオン半径は大きくなる。



	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H 0.030							He 0.140
2	Li 0.152 Li ⁺ 0.090	Be 0.111 Be ²⁺ 0.059	B 0.081	C 0.077	N 0.074	O 0.074 O ²⁻ 0.126	F 0.072 F ⁻ 0.119	Ne 0.154
3	Na 0.186 Na ⁺ 0.116	Mg 0.160 Mg ²⁺ 0.086	Al 0.143 Al ³⁺ 0.068	Si 0.117	P 0.110	S 0.104 S ²⁻ 0.170	Cl 0.099 Cl ⁻ 0.167	Ar 0.188
4	K 0.230 K ⁺ 0.152	Ca 0.198 Ca ²⁺ 0.114						

※ 原子●、陽イオン●、陰イオン●の大きさを、相対的に表した。
 ※ 数値は、原子やイオンの半径のおよその値をnm単位で示したもの(代表的な値を示した)。1nm=10⁻⁹m=0.000000001mである。
 ※ 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。

▲図A 原子半径・イオン半径

問A 次の(1)~(5)の原子やイオンについて、それぞれ原子半径やイオン半径が大きいものから順に並べよ。

- (1) F, Cl (2) Na, Cl
- (3) S²⁻, Cl⁻, K⁺, Ca²⁺
- (4) O, Mg, S
- (5) O²⁻, Mg²⁺, S²⁻

原子半径とイオン半径の考え方を混同しないように注意しましょう。



分子について、電子式や構造式、分子の形についてまとめました。
適宜参照しやすいように紙面デザインを工夫しています。

参考では本文の学習をさらに深められる内容を扱っています。また、適宜問題
演習も扱っていますので、学習した内容を理解できているか確認もできます。

まとめ 分子の表し方と形

名称と分子式	分子の作り方	電子式	構造式	分子のおよその形
水素 H ₂	H [•] + [•] H →	H:H <small>単結合</small>	H-H <small>左-で書く</small>	
塩素 Cl ₂	→		Cl-Cl	
塩化水素 HCl	H [•] + →	H:	H-Cl	
水 H ₂ O	H [•] + + H →	H::H	H-O-H	 <small>折れ線形</small>
アンモニア NH ₃	H [•] + + H →	H::H H	H-N-H H	 <small>三角錐形</small>
メタン CH ₄	H [•] + + H →	H::H H H	H-C-H H	 <small>正四面体形</small>
二酸化炭素 CO ₂	+ →		O=C=O	 <small>直線形</small>
窒素 N ₂	→		N≡N	

2 学んだことを説明してみよう

- 水分子を例にして、共有結合を説明してみよう。
- 水分子の表し方にはどのようなものがあるか、いくつか書いて比べてみよう。

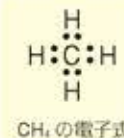
参考 分子の形

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。

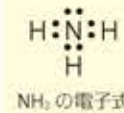
考え方

- 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できるだけ遠くなるようにする。
- 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。

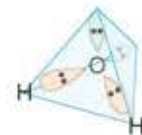
CH₄分子のCの周りには4組の共有電子対があるため、「考え方①」より、電子対が最も遠くに位置する(最も角度の大きい)正四面体形となる。



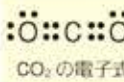
NH₃分子とH₂O分子にも、中心の原子の周りには4組の電子対があるため、「考え方①」より、CH₄分子と同様に正四面体形に電子対が位置する。



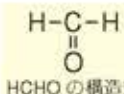
4組の電子対のうち、NH₃分子では1組、H₂O分子では2組が非共有電子対である。「考え方①」より、非共有電子対を除いて分子の形を考えると、NH₃分子は三角錐形、H₂O分子は折れ線形となる。



一方、CO₂分子のCの周りには、「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。よって「考え方①」より、電子対のかたまりは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。



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10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。

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。【実験10】を例に考えてみよう。

A 実験10 化学反応式が表す量的関係を調べる



見方・考え方①

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】

- 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に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。

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。

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

→ p.130 【実験10】

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間加熱した。
- 加熱をやめ、ステンレス皿が十分に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

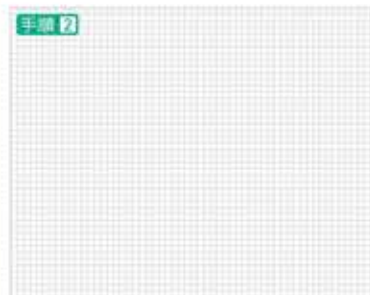
分析

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)



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28)。

Link >>>

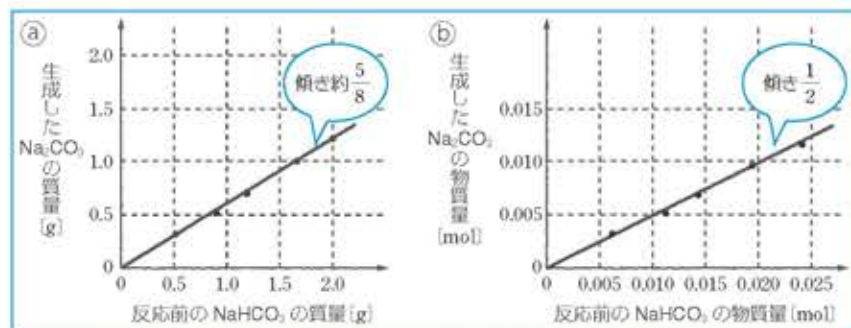


このQRコードから、実験映像をご覧いただけます。

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。

教科書のすべての例題に解説映像を用意しています。

●化学反応式が表す量的関係 ▲実験10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10の結果の一例

図9より、 NaHCO_3 と Na_2CO_3 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、(5)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も、物質どうしの関係を知ることができる。

問10 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CO₂分子は何個か。
- 8molのCOから生成するCO₂は何molか。また、そのときO₂は何mol反応するか。
- 2.8gのCOと反応するO₂は何gか。また、生成するCO₂は何gか。
- 標準状態で11.2LのCO₂が生成したとすると、反応したO₂は何gか。
- 標準状態で15LのCOと反応するO₂は標準状態で何Lか。また、生成するCO₂は標準状態で何Lか。

考(6) COとO₂が過不足なく反応し標準状態で32LのCO₂が生成した。反応前と反応後の体積を、ともに標準状態で比べると、何L減少したか。

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量に変換する。

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。



(物質量の比) 1 : 5 : 3 : 4

(モル質量) 44g/mol 32g/mol 44g/mol 18g/mol

C_3H_8 4.4gの物質量は、

$$\frac{4.4\text{g}}{44\text{g/mol}} = 0.10\text{mol}$$

(1) (反応する C_3H_8 の物質量) : (生成する H_2O の物質量) = 1 : 4 より、生成する水の物質量は、

$$0.10\text{mol} \times 4 = 0.40\text{mol} \quad \text{答 } 0.40\text{mol}$$

(2) (反応する C_3H_8 の物質量) : (生成する 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、

$$44\text{g/mol} \times 0.30\text{mol} = 13.2\text{g} \approx 13\text{g} \quad \text{答 } 13\text{g}$$

(3) (反応する C_3H_8 の物質量) : (反応する 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22.4L/molだから、

$$22.4\text{L/mol} \times 0.50\text{mol} = 11.2\text{L} \approx 11\text{L} \quad \text{答 } 11\text{L}$$

類題5a メタノール CH_3OH 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場合について、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。



このQRコードから、例題の解説映像をご覧いただけます。

「指針」では解法の要点をつかみやすくしています。

単元冒頭に「問いかけ+学習目標」を示しています。
 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。

第2章

Reaction of Acids and Bases

酸と塩基の反応



◀ マロウブルーハーブティー
 マロウブルーというハーブティーにレモン果汁を加えるとピンク色に変化する。これはマロウブルーに含まれるアントシアニンという色素がレモン果汁に含まれる酸と反応したためである。

【中学校での学習内容】 酸、アルカリ、酸性、中性、アルカリ性、電離、電解質、pH、中和、塩、リトマス紙、BTB溶液、フェノールフタレイン溶液



1 酸・塩基

酸・塩基とはどのような物質だろうか。
 ここでは、酸・塩基の定義と性質、その種類について理解しよう。

A 酸と塩基

●酸 塩化水素 HCl や酢酸 CH₃COOH、硫酸 H₂SO₄ の水溶液は、青色リトマス紙を赤く変化させたり、マグネシウム Mg、鉄 Fe、亜鉛 Zn などの金属と反応して水素を発生したりする性質をもつ。このような性質を酸性^{さんせい}といい、酸性を示す物質を酸^{acid}という。



▲図1 酸の性質

●塩基 水酸化ナトリウム NaOH や水酸化カルシウム Ca(OH)₂、アンモニア NH₃ の水溶液は、赤色リトマス紙を青く変化させたり、酸と反応して酸性を打ち消したりする性質をもつ。このような性質を塩基性^{えんきせい} (アルカリ性) といい、塩基性を示す物質を塩基^{base}という。

1 水によく溶ける塩基をアルカリということがある。

B 酸・塩基の定義①

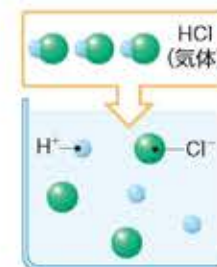
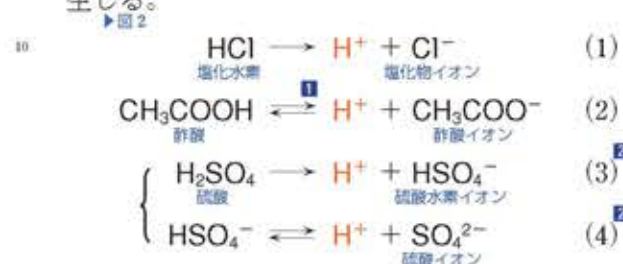
アレニウス(スウェーデン)は1887年に、水溶液中で生じるイオンに着目して、酸と塩基を次のように定義した。

●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

●酸と水素イオン 塩化水素や酢酸、硫酸などの酸が水に溶けると、電離して水素イオン H⁺ を生じる。



▲図2 水溶液中での HCl の電離

水素イオン H⁺ は、水溶液中では水分子 H₂O 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。



▲図3 身のまわりの酸



▲図4 身のまわりの塩基

1 右向き→と左向き←のいずれの方向にも起こる反応であることを示す。
 2 (3)式、(4)式をまとめて書くこともある。 H₂SO₄ → 2H⁺ + SO₄²⁻

酸・塩基の冒頭では身近な写真を多く掲載し、化学が日常生活と関連していることを示しました。



このQRコードから、中学校の復習コンテンツをご利用いただけます。

本文中の実験写真の一部には映像をご用意しています。
見開き右下のQRコードよりアクセスしてご利用いただけますので、
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。

単元末に、学んだことを自分の言葉で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。

E 酸・塩基の強弱

●電離度 塩化水素と酢酸はともに1価の酸であるが、同じモル濃度の塩酸と酢酸水溶液に亜鉛を加えると、塩酸のほうが酢酸水溶液より激しく水素を発生する。また、塩酸と酢酸水溶液に電極を浸すと、塩酸のほうが酢酸水溶液より電気をよく通す。

塩酸ではほぼすべてのHCl分子が電離しているのに対して、酢酸水溶液では一部のCH₃COOH分子しか電離していない。そのため、同じモル濃度の酸であっても、水溶液中のH⁺の物質(濃度)が異なり、反応性や電気の通しやすさに違いが生じる。

酸や塩基が水溶液中で電離する割合を電離度 α という。一般に、電離度は記号 α で表され、同じ物質でも濃度と温度によって異なる。

電離度

$$\text{電離度 } \alpha = \frac{\text{電離した酸(塩基)の物質質量}}{\text{溶かした酸(塩基)の物質質量}} \quad (0 < \alpha \leq 1)$$

※物質質量をモル濃度としいかえることもできる。

問3 0.050molの酢酸を水に溶かすと、水素イオンH⁺が1.0×10⁻³mol生じた。このときの酢酸の電離度を求めよ。

塩酸 強酸

ほぼすべてのHCl分子が電離

0.10 mol/Lの塩酸(25℃)の電離度は1である。つまり、HCl分子1000個当たり、1000個のH⁺が生成する。

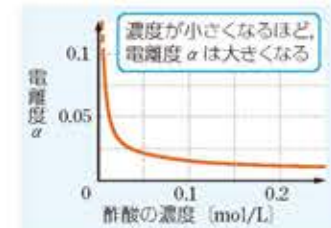
酢酸水溶液 弱酸

一部のCH₃COOH分子だけが電離

0.10 mol/Lの酢酸水溶液(25℃)の電離度は0.016である。つまり、CH₃COOH分子1000個当たり、16個のH⁺が生成する。

▲図7 塩化水素と酢酸の電離

1 電離度は百分率(%)で表すこともある。例えば、電離度0.016を1.6%のように表す。



▲図8 酢酸の濃度と電離度(25℃)

▼表1 酢酸の濃度と電離度(25℃)

酢酸の濃度 [mol/L]	0.001	0.01	0.1	1.0
電離度	0.16	0.052	0.016	0.0052
H ⁺ の濃度 [mol/L]	0.00016	0.00052	0.0016	0.0052

●酸・塩基の強弱 塩化水素や水酸化ナトリウムのように、電離度が1に近く、水溶液中でほぼすべて電離する酸や塩基を強酸、強塩基という。また、酢酸やアンモニアのように、電離度が小さく、水溶液中で一部しか電離しない酸や塩基を弱酸、弱塩基という。

なお、酸や塩基の強弱は、価数の大小とは無関係である。

▼表2 酸・塩基の強弱と価数による分類

価数	1価	2価	3価
強酸	塩化水素 HCl 硝酸 HNO ₃	硫酸 H ₂ SO ₄	
弱酸	酢酸 CH ₃ COOH フッ化水素 HF シアン化水素 HCN	シュウ酸 ^{※1)} (COOH) ₂ 二酸化炭素 ^{※2)} CO ₂ 硫化水素 H ₂ S	リン酸 ^{※3)} H ₃ PO ₄
強塩基	水酸化ナトリウム NaOH 水酸化カリウム KOH	水酸化カルシウム Ca(OH) ₂ 水酸化バリウム Ba(OH) ₂	
弱塩基	アンモニア NH ₃	水酸化銅(II) ^{※4)} Cu(OH) ₂ 水酸化鉄(II) ^{※4)} Fe(OH) ₂	

- ※1) シュウ酸はH₂C₂O₄と書くこともある。
- ※2) CO₂は一部が水と次のように二段階で反応するが、二段階目はごくわずかしか進まない。

$$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \quad \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$$
- ※3) リン酸は弱酸の中でも電離度が比較的大きく、中程度の強さの酸といわれている。
- ※4) Cu(OH)₂、Fe(OH)₂は、酸と反応してH⁺を受け取るため塩基であるが、水にほとんど溶けず、弱塩基に分類される。

1 学んだことを説明してみよう

- アレニウスの定義とブレンステッド・ローリーの定義の違いを説明してみよう。
- 同じ濃度の塩酸と酢酸水溶液で、電気の通しやすさに違いが生じる理由を、「電離度」という用語を用いて説明してみよう。



このQRコードから、実験映像や要点の確認コンテンツをご覧いただけます。

滴定曲線は4パターン網羅して掲載しています。また、試薬や指示薬を変更して中和滴定をシミュレーションできるQRコンテンツも用意しています。

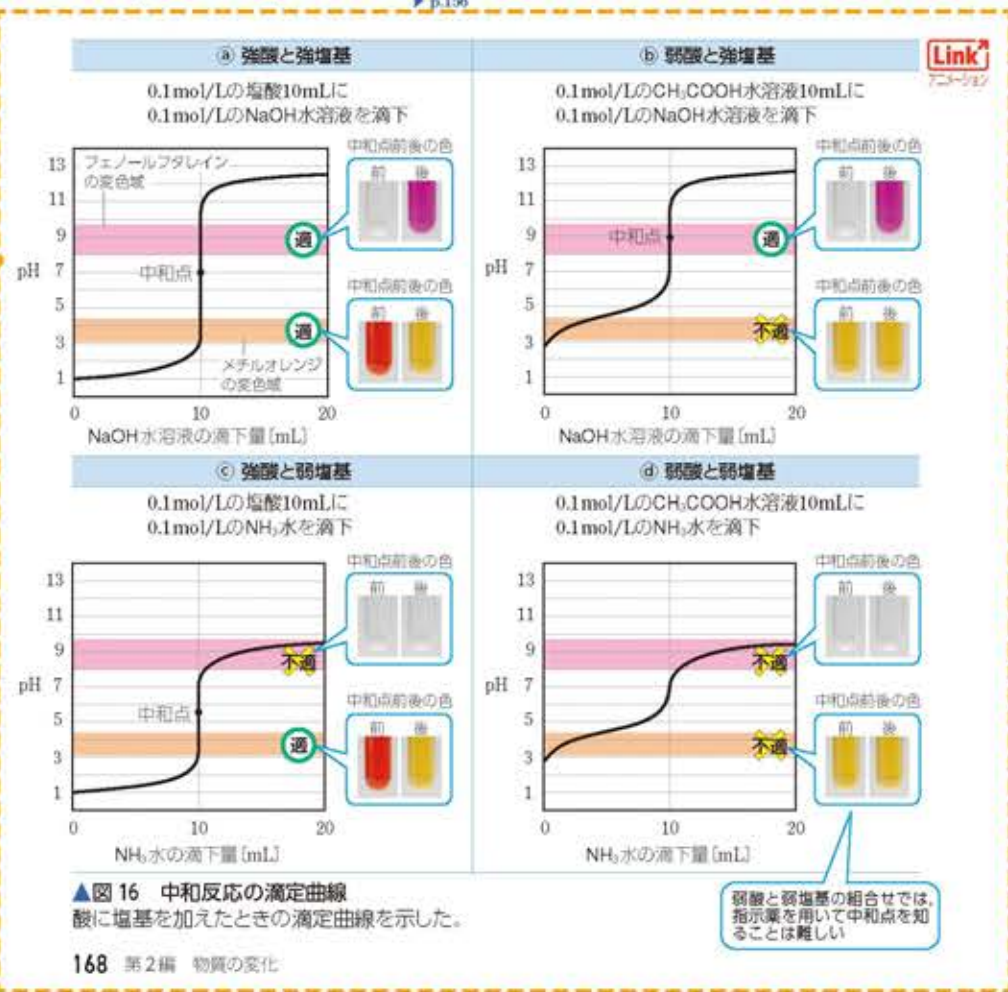
新たに「グラフのPoint」として、グラフを読み取るうえでのポイントをまとめました。書籍全体で5テーマ扱っています。

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。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。

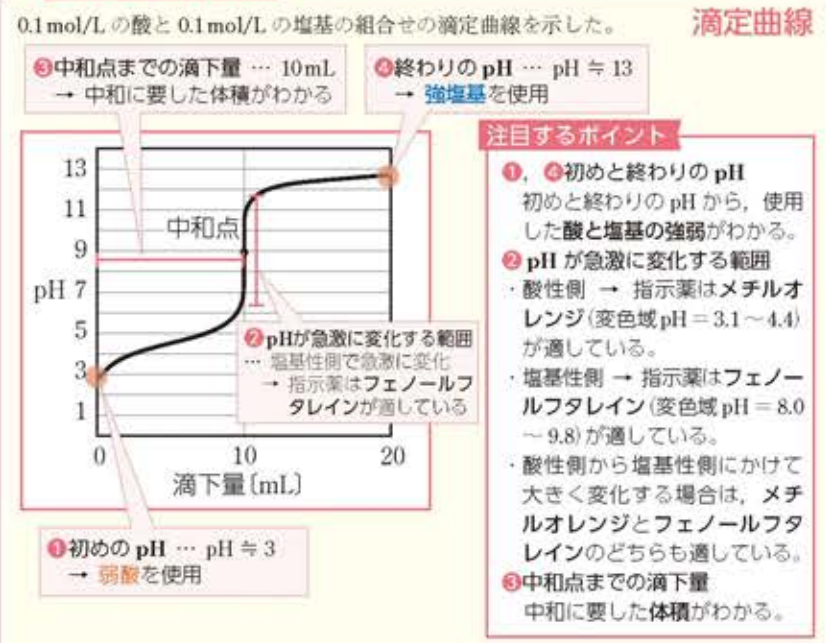
なお、中和点で水溶液が必ずしも中性(pH = 7)を示すとは限らない。それは、中和で生じる塩によって、水溶液が酸性・中性・塩基性のいずれを示すのかが決まるためである。



▲図16 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は難しい

グラフのPoint



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0.1 mol/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ため、**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、**10 mL**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。
- ☑ 水酸化ナトリウム水溶液に酢酸水溶液を滴下したときを例にとり、中和点でのpHや用いることができる指示薬について、説明してみよう。



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覧いただけます。

Link 滴定曲線

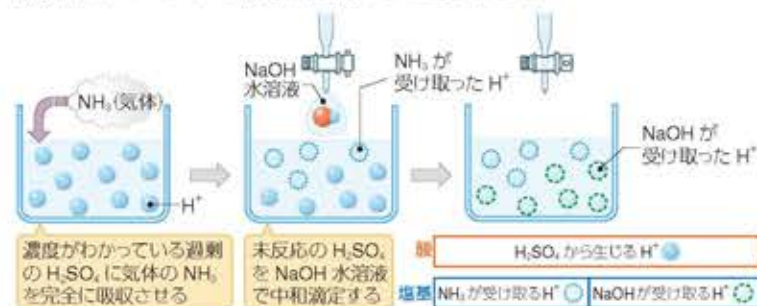
Link 中和点の塩基

入試でも比較的扱われる逆滴定は参考として取り上げつつ、例題と類題を収録しましたので、問題演習量も十分に確保しています。

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。
思考学習は書籍全体で6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。

参考 逆滴定

塩化水素とアンモニアの反応のように、反応する酸や塩基が気体のときは中和滴定と同じ方法でその量を決定するのは難しい。そのようなときは、気体の酸(または塩基)を液体の塩基(または酸)と反応させて、残った塩基(または酸)の量を求めることで、もとの気体の量を間接的に知ることができる。このような方法を **逆滴定** という。例えば、気体のアンモニアの物質量が知りたいとき、アンモニアを濃度がわかっている過剰の硫酸と反応させてから、未反応の硫酸を水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定することで、間接的にアンモニアの物質量を求めることができる。



▲図A アンモニアの逆滴定 H^+ と OH^- のみを示した。

例題 A アンモニアの逆滴定

0.10 mol/L の硫酸 100 mL にアンモニアを吸収させて、完全に反応させた。残った硫酸を 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、20.0 mL を要した。吸収されたアンモニアの体積は標準状態で何 L か。

指針 酸・塩基の種類が複数あった場合でも、完全に中和したときには、中和の関係式が成り立つ。

解 吸収された NH_3 の標準状態で体積を x [L] とすると、中和の関係式より次式が成り立つ。

$$2 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{100}{1000} \text{ L} = 1 \times \frac{x}{22.4 \text{ L/mol}} + 1 \times 0.20 \text{ mol/L} \times \frac{20.0}{1000} \text{ L}$$

H_2SO_4 から生じる H^+ の物質量 NH_3 が受け取る H^+ の物質量 NaOH が受け取る H^+ の物質量

答 $x \approx 0.36 \text{ L}$

類題 A

0.10 mol/L の硫酸 50 mL にアンモニアを吸収させて、完全に反応させた。残った硫酸を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、30.0 mL を要した。吸収されたアンモニアは何 g か。 ($\text{H} = 1.0, \text{N} = 14$)

思考学習 ケルダール法によるタンパク質の定量

バスケットボール部の拓実さんは、筋肉を増やすには運動だけでなく、タンパク質を多く含む食品を摂取することも大切だと教わった。家に帰って冷蔵庫の中の食品を見ていたところ、栄養成分表示としてタンパク質の量が記載されていることに気づいた。次の日に学校で調べたところ、栄養成分分析におけるタンパク質の定量方法として、逆滴定(中和滴定)の原理を用いたケルダール法が一般的に行われていることを知った。そこで、市販の魚肉ソーセージ(試料)に含まれるタンパク質の割合(%)を求める実験を次の通りに行った。



▲図A タンパク質を含む食品と魚肉ソーセージの成分表示

- 操作 1** 試料 1.0 g を正確にはかり取り、濃硫酸と触媒を加えて加熱して、タンパク質中の窒素分をすべて硫酸アンモニウムに変換した。
- 操作 2** 操作 1 で得られた試料溶液をメスフラスコを用いて、純水で正確に 100 mL とした。
- 操作 3** 操作 2 で調製した試料溶液をホールピペットで正確に 10.0 mL はかり取り、30%水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱して、アンモニアを発生させた。
- 操作 4** 発生したアンモニアを 0.0500 mol/L の硫酸 20.0 mL にすべて吸収させた。
- 操作 5** 操作 4 を行った後の硫酸を 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、19.0 mL を要した。

- 考察 1** 操作 3 で起こる反応を化学反応式で表せ。
- 考察 2** 操作 3 で発生したアンモニアの物質量は何 mol か。
- 考察 3** 操作 3 で発生したアンモニアに含まれる窒素原子の質量は何 g か。 ($\text{H} = 1.0, \text{N} = 14$)
- 考察 4** 試料 1.0 g 中のタンパク質の質量は何 g か。ただし、試料中のタンパク質には 16.0% の窒素原子が含まれているとする。
- 考察 5** 実験に用いた魚肉ソーセージに含まれるタンパク質の割合は何%か。なお、操作 3 で発生したアンモニアは、すべて試料中のタンパク質に由来するものとする。



問題演習の際などに参照頻度の高い酸化剤・還元剤のはたらきを示す反応式の表は従来の表よりも大きく掲載し、参照しやすくしています。

●酸化剤・還元剤のはたらきを示す反応式 酸化剤や還元剤の水溶液中ではたらきは、電子 e^- を含んだ反応式で表すことができる。表2～4に、おもな酸化剤・還元剤のはたらきを示す反応式をまとめる。

▼表2 おもな酸化剤

物質	はたらきを示す反応式
過マンガン酸カリウム KMnO ₄ (酸性) (中性・塩基性)	$\overset{+7}{\text{MnO}_4^-} + 8\text{H}^+ + 5e^- \rightarrow \overset{+2}{\text{Mn}^{2+}} + 4\text{H}_2\text{O}$ $\overset{+7}{\text{MnO}_4^-} + 2\text{H}_2\text{O} + 3e^- \rightarrow \overset{+4}{\text{MnO}_2} + 4\text{OH}^-$
二クロム酸カリウム K ₂ Cr ₂ O ₇	$\overset{+6}{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} + 14\text{H}^+ + 6e^- \rightarrow 2\overset{+3}{\text{Cr}^{3+}} + 7\text{H}_2\text{O}$
ハロゲン X ₂ (例えば Cl ₂)	$\overset{0}{\text{Cl}_2} + 2e^- \rightarrow 2\overset{-1}{\text{Cl}^-}$
酸化マンガン(IV) MnO ₂	$\overset{+4}{\text{MnO}_2} + 4\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \overset{+2}{\text{Mn}^{2+}} + 2\text{H}_2\text{O}$
濃硝酸 HNO ₃	$\overset{+5}{\text{HNO}_3} + \text{H}^+ + e^- \rightarrow \overset{+4}{\text{NO}_2} + \text{H}_2\text{O}$
希硝酸 HNO ₃	$\overset{+5}{\text{HNO}_3} + 3\text{H}^+ + 3e^- \rightarrow \overset{+2}{\text{NO}} + 2\text{H}_2\text{O}$
熱濃硫酸 H ₂ SO ₄	$\overset{+6}{\text{H}_2\text{SO}_4} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \overset{+4}{\text{SO}_2} + 2\text{H}_2\text{O}$
オゾン O ₃ (酸性)	$\overset{0}{\text{O}_3} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \overset{-2}{\text{O}_2} + \text{H}_2\text{O}$

酸化剤自身は電子を受け取って還元される
→ 反応式の左辺に電子 e^- がある

▼表3 おもな還元剤

物質	はたらきを示す反応式
硫化水素 H ₂ S	$\overset{-2}{\text{H}_2\text{S}} \rightarrow \overset{0}{\text{S}} + 2\text{H}^+ + 2e^-$
シュウ酸 (COOH) ₂	$\overset{+3}{(\text{COOH})_2} \rightarrow 2\overset{+4}{\text{CO}_2} + 2\text{H}^+ + 2e^-$
ヨウ化カリウム KI	$2\overset{-1}{\text{I}^-} \rightarrow \overset{0}{\text{I}_2} + 2e^-$
塩化スズ(II) SnCl ₂	$\overset{+2}{\text{Sn}^{2+}} \rightarrow \overset{+4}{\text{Sn}^{4+}} + 2e^-$
硫酸鉄(II) FeSO ₄	$\overset{+2}{\text{Fe}^{2+}} \rightarrow \overset{+3}{\text{Fe}^{3+}} + e^-$
陽性の大きな金属(例えば Na)	$\overset{0}{\text{Na}} \rightarrow \overset{-1}{\text{Na}^+} + e^-$

還元剤自身は電子を失って酸化される
→ 反応式の右辺に電子 e^- がある

▼表4 酸化剤にも還元剤にもなる物質¹⁾

物質	はたらきを示す反応式
過酸化水素 H ₂ O ₂	酸化剤 (酸性) (中性・塩基性) $\overset{-1}{\text{H}_2\text{O}_2} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow 2\overset{-2}{\text{H}_2\text{O}}$
	還元剤 $\overset{-1}{\text{H}_2\text{O}_2} \rightarrow \overset{0}{\text{O}_2} + 2\text{H}^+ + 2e^-$
二氧化硫 SO ₂	酸化剤 $\overset{+4}{\text{SO}_2} + 4\text{H}^+ + 4e^- \rightarrow \overset{0}{\text{S}} + 2\text{H}_2\text{O}$
	還元剤 $\overset{+4}{\text{SO}_2} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \overset{+6}{\text{SO}_4^{2-}} + 4\text{H}^+ + 2e^-$

表2～4の酸化剤や還元剤のはたらきを示す反応式は、酸化剤や還元剤がどのように変化するか(表中の太字の物質)を知っていれば、次のような手順でつくることができる。

●酸化剤・還元剤のはたらきを示す反応式の作り方 (酸化数の変化に注目する)

- ① 反応前後で酸化数の変化した物質を書く。
左辺に反応物、右辺に生成物を書く。
酸化剤 $\overset{+7}{\text{MnO}_4^-} \rightarrow \overset{+2}{\text{Mn}^{2+}}$
還元剤 $\overset{+4}{\text{SO}_2} \rightarrow \overset{+6}{\text{SO}_4^{2-}}$
- ② 酸化数の変化に相当する分だけ、電子 e^- を加える。
酸化剤は電子を受け取るので、左辺に e^- を加える。還元剤は電子を失うので、右辺に e^- を加える。
酸化剤 $\overset{+7}{\text{MnO}_4^-} + 5e^- \rightarrow \overset{+2}{\text{Mn}^{2+}}$
還元剤 $\overset{+4}{\text{SO}_2} \rightarrow \overset{+6}{\text{SO}_4^{2-}} + 2e^-$
- ③ 両辺の電荷を合わせるように、水素イオン H^+ を加える。
酸性溶液中では、溶液中に存在する H^+ を加えて電荷を合わせる。
酸化剤 $\overset{+7}{\text{MnO}_4^-} + 8\text{H}^+ + 5e^- \rightarrow \overset{+2}{\text{Mn}^{2+}}$
還元剤 $\overset{+4}{\text{SO}_2} \rightarrow \overset{+6}{\text{SO}_4^{2-}} + 4\text{H}^+ + 2e^-$
- ④ 両辺の酸素原子の数を合わせるように、水 H_2O を加える。
酸化剤 $\overset{+7}{\text{MnO}_4^-} + 8\text{H}^+ + 5e^- \rightarrow \overset{+2}{\text{Mn}^{2+}} + 4\text{H}_2\text{O}$
還元剤 $\overset{+4}{\text{SO}_2} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \overset{+6}{\text{SO}_4^{2-}} + 4\text{H}^+ + 2e^-$

¹⁾ 過酸化水素はふつう酸化剤、二氧化硫はふつう還元剤としてはたらくが、反応する相手の物質によって、酸化剤としても還元剤としてもはたらく(▶p.190, 191)。



酸化剤・還元剤のはたらきを示す反応式の作り方は酸化数に着目した方法のほか、酸素原子の数に着目した方法も扱っています。

「化学が拓く世界」は日常生活と化学の結びつきを実感できる4つのテーマを紹介し、合計12ページ扱いました。

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。

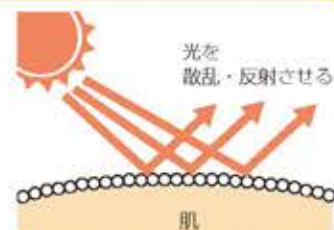
化粧品の化学

化粧品には、目的に応じてさまざまな化学技術が用いられている。ここでは、化粧品に用いられている化学技術がどのようなものかを紹介する。

化粧品の効果

酸化チタン(IV)は光を反射・散乱する性質があり、肌を均一で明るく見せると同時に日焼け止め効果もあるので、ファンデーションなどのさまざまな化粧品に広く使用されている。

ビタミンCなどの還元性をもつ物質は、老化予防や肌を白くする効果を狙った化粧品に用いられることが多い。メラニンという物質が過剰に生成されると肌がくすんで見えたり、しみの原因になる。メラニン生成過程には酸化反応が多いため、還元剤であるビタミンCを用いることでメラニンの生成を抑制する。



▲図11 酸化チタン(IV)の効果
(○は酸化チタン(IV)を表している。)

化粧品と色材

色材は着色剤ともよばれ、好みの色彩を与えることができるので、化粧品にとって重要な役割をはたしている。化粧品に配合されている色材には、目的に合わせてさまざまな物質が使われている。鉄Fe(黄、赤、茶)、クロムCr(緑)、マンガンMn(紫)、炭素C(黒)などは、色材に含まれる元素の代表的な例である。また、アイシャドウやマニキュアなどに用いられているラメ剤は、複数の高分子化合物(ポリエチレンテレフタレートなど)を利用して金属のようなきらきらとした輝きを出している。



▲図12 メイクアップ用品

化粧品の種類

ファンデーションや口紅のようなメイクアップに用いるものだけが化粧品ではない。例えば、シャンプーやボディソープのように体を清潔に保つもの、保湿クリームや日焼け止めクリームのように乾燥や紫外線から肌を守るもの、整髪剤のように髪を整えるものなども化粧品である。私たちの生活は、多くの化粧品に支えられている。



▲図13 いろいろな化粧品

Interview

化学の仕事

美しさを保つために



化学メーカー
メイクアップ研究所
永井 裕子さん

どのようなお仕事をしていますか？

私は化粧品のなかでも、ファンデーションなどの「ベースメイク」の研究開発をしています。ベースメイクのおもな用途は、肌のしみ、凹凸などを視覚的に隠し、肌の色を整え、肌を美しく見せることです。原料には酸化チタン(IV)などの金属の酸化物のほか、つやのある仕上がり、さらさらな使用感など、目的にあわせて、さまざまな材料を選び、混ぜあわせます。製品の研究開発では理論通りにならないこともありますが、それがまた面白く、試行錯誤の末に製品が完成したときはとても嬉しいですよ。

どのようなことを目的に研究開発をされていますか？

研究開発の大きな目標の一つが、ベースメイクの「もち」つまり「崩れにくさ」を向上させることです。化粧崩れの要因としては、例えば汗があります。そこで、汗でベースメイクの粉がぬれてしまわないよう、水になじみにくい性質の材料で粉をコーティングする化学的方法で対応しました。ほかに皮脂や顔の動きなども化粧崩れの要因となるため、これらにも対応できるような材料を探索するなど、さまざまな方法を組み合わせて研究をしています。研究開発のきっかけは、実際に製品を使われた方から寄せられた声からヒントを得てということもあります。



ファンデーションが水をはじくようす

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！

高校の化学では、molを学ぶところに難しさを感じるかもしれませんが、私もそうでした。でも、そこを乗り越えると、生活に深く関わる有機物や無機物などの化学を楽しく学べるようになりますよ。



探究的な取り組みを促す実験を3テーマ、合計6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

実験 16 レモン果汁に含まれる酸の量を調べる

▶ p.163 中和滴定

Before Experiment ~実験の前に~



「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。



先日、母に掃除で使う「クエン酸」を買ってくるように頼まれて、ホームセンターに行きました。クエン酸が含まれた掃除用品がたくさん並んでいて驚きました。

クエン酸は掃除用品として広く知られていますが、酸味のある飲料やサプリメントなどの成分としても用いられています。



そのようなものに用いられているということは、クエン酸は安全な物質で、酸の強さもあまり強くないのでしょうか。

クエン酸はレモンなどの柑橘類に多く含まれていて、分子量はおおよそ192で弱酸に分類されます。どんな構造をしているか調べてみましょう。



クエン酸に興味がありましたので、あとで構造を調べてみます。酸であるなら、中和滴定を利用すれば価数が求められるのでしょうか。

そうですね。価数を求めた後はどうしますか。



レモン果汁の中に含まれる酸をすべてクエン酸と仮定して、その量を調べてみたいと思います。



実験16-1 クエン酸の価数を求める

仮説

中和滴定を利用すれば、クエン酸の価数を求められるのではないかと

操作 ① 注意 実験時は保護メガネを着用すること。

- ① クエン酸-水和物を正確に2.10gはかり取り、0.10 mol/Lのクエン酸水溶液を調製する。
- ② 約0.2 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を調製してビュレットに入れ、あらかじめ濃度がわかっているシュウ酸標準液を用いて、この水酸化ナトリウム水溶液の濃度を決定する。
- ③ ①のクエン酸水溶液を正確に10.0 mLはかり取り、コニカルビーカーに入れ、フェノールフタレイン溶液を1〜2滴加える。
- ④ ②の水酸化ナトリウム水溶液を用いて、クエン酸水溶液を滴定する。



実験16-2 レモン果汁に含まれる酸の量を調べる



仮説

中和滴定を利用すれば、レモン果汁に含まれる酸の量を調べられるのではないかと

操作 ① 注意 実験時は保護メガネを着用すること。

- ② レモン果汁を10倍に希釈する。
- ③ 希釈したレモン果汁を正確に10.0 mLはかり取り、コニカルビーカーに入れ、フェノールフタレイン溶液を1〜2滴加える。
- ④ 実験16-1の②の水酸化ナトリウム水溶液を用いて、レモン果汁を滴定する。

After Experiment ~実験の後に~

「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をまとめています。



中和滴定の結果と中和の関係式を用いてクエン酸の価数を計算したら、おおよそ3になりました。

よい結果が得られましたね。
クエン酸はCOOHの構造を3つもつ3価の酸です。



次にこの結果を用いて市販のレモン果汁に含まれる酸のおよその量を求めてみました。しかし、パッケージに記載された量は得られませんでした。

価数は求められたし、失敗ではありません。実験計画を立てたときの仮説を、もう一度振り返って考えてみたかどうか。



レモン果汁の酸はクエン酸だから…そうか、レモンにはクエン酸以外の酸も含まれているのではないのでしょうか。

よいことに気づきましたね。レモン果汁に含まれる酸をすべてクエン酸だと仮定していたことが、パッケージの量と合わない原因の一つになります。ときには仮説を見直すことも重要ですよ。



他にどのような酸が含まれるのか気になってきました。また、「酸は体によい」と言いますが、体内でどのようにはたらくのかも知りたいのでいっしょに調べてみます。

体のしくみを学ぶきっかけにもなったようですね。探究に垣根はありませんが、教科や科目の枠にとらわれない発想を続けていきましょう。



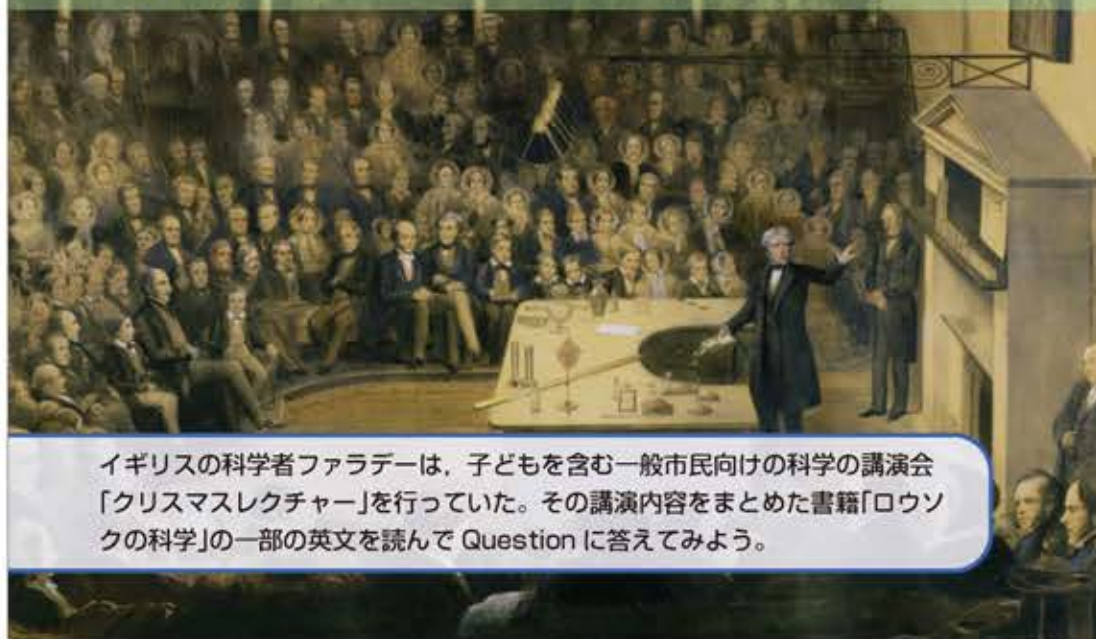
このQRコードから、実験の映像をご覧ください。

化学に関する英文を巻末に扱いました。
題材は、ファラデーの「ろうソクの科学」の一部を掲載しました。

巻末特集

英語で化学

The chemical history of a candle



イギリスの科学者ファラデーは、子どもを含む一般市民向けの科学の講演会「クリスマスレクチャー」を行っていた。その講演内容をまとめた書籍「ろうソクの科学」の一部の英文を読んで Question に答えてみよう。

- wick
▶ ろうソクの芯
- tallow
▶ 獣脂(じゅうし)
- extinguish
▶ 消す
- quantity
▶ 量
- philosophy
▶ 原理
- vaporous
▶ 蒸気の
- In order that
▶ ~する目的で
- smell
▶ ~においをかく

Now, the only reason why the candle does not burn all down the side of the wick is, that the melted tallow extinguishes the flame. You know that a candle, if turned upside down, so as to allow the fuel to run upon the wick, will be put out. The reason is, that the flame has not had time to make the fuel hot enough to burn, as it does above, where it is carried in small quantities into the wick, and has all the effect of the heat exercised upon it.

There is another condition which you must learn as regards the candle, without which you would not be able fully to understand the philosophy of it, and that is the vaporous condition of the fuel. In order that you may understand that, let me shew you a very pretty, but very common-place experiment. If you blow a candle out cleverly, you will see the vapour rise from it. You have, I know, often smelt the vapour of a blown-out candle—and a very bad smell it is; but if you blow it out cleverly, you will be able to see pretty well the vapour into which this solid matter is transformed.



▲Fig.1 candle



▲Fig.2 diamonds

I will blow out one of these candles in such a way as not to disturb the air around it, by the continuing action of my breath; and now, if I hold a lighted taper two or three inches from the wick, you will observe a train of fire going through the air till it reaches the candle. I am obliged to be quick and ready, because, if I allow the vapour time to cool, it becomes condensed into a liquid or solid, or the stream of combustible matter gets disturbed.

Now, as to the shape or form of the flame. It concerns us much to know about the condition which the matter of the candle finally assumes at the top of the wick—where you have such beauty and brightness as nothing but combustion or flame can produce.

You have the glittering beauty of gold and silver, and the still higher lustre of jewels, like the ruby and diamond; but none of these rival the brilliancy and beauty of flame. What diamond can shine like flame? It owes its lustre at night-time to the very flame shining upon it. The flame shines in darkness, but the light which the diamond has is as nothing until the flame shine upon it, when it is brilliant again. The candle alone shines by itself, and for itself, or for those who have arranged the materials.

- blow out
▶ 吹き消す
- disturb
▶ 妨げる
- taper
▶ 小ろうソク
- combustible
▶ 可燃性の
- concern
▶ ~に関係している
- nothing but
▶ ~にほかならない
- glitter
▶ 光輝く
- owe
▶ ~のおかげである



ろうソクの科学
ファラデー著 竹内敬人訳

書籍紹介

1本のろうソクが燃焼する現象を題材に、さまざまな物理現象や化学現象を実験を通して説明。物質の状態変化やろうソクが燃焼するとき水と二酸化炭素が生成することなど、化学基礎で学習する内容も扱われている。

英文の内容を確認しよう



Question

- ① ろうソクが燃焼するとき起こる状態変化の名称を1つあげよ。
- ② ろうソクの炎がダイヤモンドよりも美しいとされる理由を述べよ。

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

Link >>>



245

このQRコードから、英文の和訳をご利用いただけます。

資料編 (p.250 ~)

- p.251 問1 (1) 10^2 (2) 10^4 (3) 10^{-2}
 (4) 10^{-7}
 p.251 問2 (1) 2.24×10^3 (2) 9.65×10^4
 (3) 6.7×10^{-2} (4) 2.4×10^{-4}
 p.251 問3 (1) 10^{14} (2) 10^{-3} (3) 10^{15}
 (4) 5.6×10^6 (5) 2.5×10^{-6}

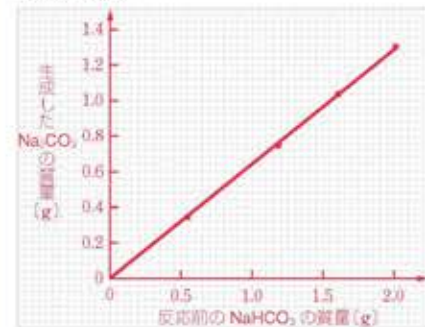
実験データを分析してみようの解答

p.131 化学反応式が表す量的関係

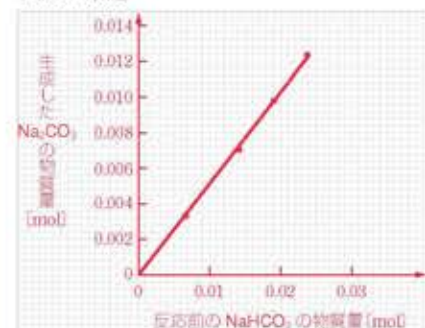
手順1 次表

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.167 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 7.10 mL

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 (mol/L) とすると、

$$1 \times c \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{7.10}{1000} \text{ L}$$

$$c = 7.1 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

実験操作で10倍に希釈しているの、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 1.0 g/cm^3) の質量は、

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ cm}^3 \text{ なので、}$$

$$1.0 \text{ g/cm}^3 \times 1000 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ g}$$

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.42 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パ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。

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かえると、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.48 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

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

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 が初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、 $\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^2$

$$t = 3T \text{ のとき、} \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^3$$

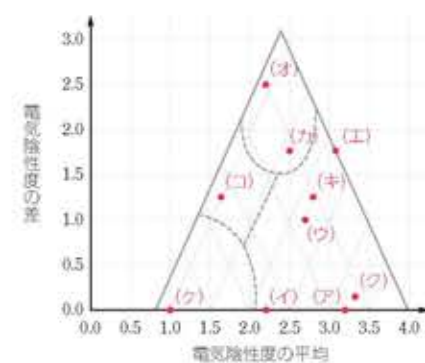
よって、 $\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ と表せる。

(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こまれていた ^{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。

p.102 電気陰性度と化学結合

考察1 ①イオン結合 ②金属結合 ③共有結合

考察2 (a) KF (b) K (c) F_2 考察3 次図



考察4 Si-Si は電気陰性度の平均が1.9、差が0であり、図Aにおいて共有結合(③)と金属結合(②)の境界付近に位置する。このため、ケイ素の単体 Si は電気伝導性が導体と絶縁体の中間の性質を示す半導体である。

解説 (考察2) (a) 図Aより、電気陰性度の差が最大になる。表Aより、そのような元素の組合せは K と F であるので、当てはまる物質は KF である。

(b) 図Aより、電気陰性度の差が0なので、同じ元素どうしの組合せであり、かつ電気陰性度が最も小さい値となるので、当てはまる物質は K である。

(c) 図Aより、同じ元素どうしの組合せでありかつ電気陰性度が最も大きい値となるので、当てはまる物質は F_2 である。

(考察3)	電気陰性度の平均	電気陰性度の差
(ア) Cl-Cl	3.2	0
(イ) H-H	2.2	0
(ウ) H-Cl	$\frac{3.2+2.2}{2} = 2.7$	$3.2-2.2 = 1.0$
(エ) H-F	$\frac{4.0+2.2}{2} = 3.1$	$4.0-2.2 = 1.8$
(オ) Na-O	$\frac{3.4+0.9}{2} = 2.2$	$3.4-0.9 = 2.5$
(カ) Al-O	$\frac{3.4+1.6}{2} = 2.5$	$3.4-1.6 = 1.8$
(キ) P-O	$\frac{3.4+2.2}{2} = 2.8$	$3.4-2.2 = 1.2$
(ク) Cl-O	$\frac{3.4+3.2}{2} = 3.3$	$3.4-3.2 = 0.2$
(ケ) Li-Li	1.0	0
(コ) Li-H	$\frac{2.2+1.0}{2} = 1.6$	$2.2-1.0 = 1.2$

解答を赤色で目立たせて、答え合わせをやすくしています。

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。

 <p>二水和物 白色 固体</p> <p>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.68</p>	 <p>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。 ▶ p.35</p>	 <p>白色 固体</p> <p>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.35</p>
 <p>無色 気体</p> <p>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.81,142</p>	 <p>二水和物 青黄色 二水和物 は緑色 固体</p> <p>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.181</p>	 <p>着色剤 染料系(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。</p>
 <p>白色 固体</p> <p>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.66,68</p>	 <p>六水和物 白色 固体</p> <p>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、グラウンドの防凍剤(ほうじんざい)に使われている。 ▶ p.24</p>	 <p>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、豆乳を凝固させるのはたらきをする。</p>
 <p>無色 液体</p> <p>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。気・パルプの漂白、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.187,190</p>	 <p>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。最終的には水と酸素に分解する。 ▶ p.185</p>	 <p>黒紫色 固体</p> <p>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.185</p>

アニメのアイコンをつけた物質は、分子モデルのアニメーションコンテンツをご用意しています。

■授業時間配分表 改訂版 化学基礎(化基/104-901)

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	創価大学名誉教授 伊藤 真人	慶應義塾大学教授 緒明 佑哉	法政大学教授 尾池 秀章
東京大学教授 工藤 一秋	関東学院大学准教授 友野 和哲	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
茨谷教育学園茨谷中学高等学校教諭 新井 利典	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	元岩手県立盛岡第三高等学校教諭 円井 哲志
元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

広島城北中・高等学校教諭 飯盛 聡士	埼玉県立春日部高等学校教諭 飯山 英一	江戸川女子中学校・高等学校教諭 梶谷 武史	和歌山県立橋本高等学校教諭 塩崎 智哉
富山県立大門高等学校教諭 竹田 洋一	元東京都立日野台高等学校教諭 中川 一人	京都府立乙訓高等学校教諭 中川 雅博	湖南白百合学園中学・高等学校教諭 斜木 宏海
東京女子館中学校・高等学校教諭 長谷川 將	岐阜県立岐阜高等学校教諭 日比野 良平	静岡県立浜松湖北高等学校教諭 山下 勝美	富山県立富山中部高等学校教諭 山下 卓弥
サイエンスライター 漆原 次郎			

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。



項目	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
	A5判・280ページ	B5変型判・248ページ	B5判・224ページ
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
原子がとらうる酸化数の範囲	○ (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
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	—	—
中学の復習	△ (用語の列举)	○ (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。

類題 1 次の問いに答えよ。
 (アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$, $H=1.0$, $C=12$, $O=16$, $Na=23$, $S=32$)

- ダイヤモンド 0.20 g に含まれる炭素原子の数は何個か。
- 二酸化炭素分子 3.0×10^{23} 個の質量は何 g か。
- 炭素原子 1 個の質量は何 g か。
- 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。
- 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。

さまざまなタイプの問題を収録!



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。

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 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$, $H=1.0$, $C=12$, $O=16$, $Na=23$, $S=32$)

- ダイヤモンド 0.20 g に含まれる炭素原子の数は何個か。
- 二酸化炭素分子 3.0×10^{23} 個の質量は何 g か。
- 炭素原子 1 個の質量は何 g か。
- 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。
- 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。

ヒントを入れて取り組みやすく工夫!



改訂版 高等学校化学基礎 p.84

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。]

- 二酸化炭素分子 CO_2 3.0×10^{23} 個の質量は何 g か。
- 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。
- 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。

基礎的な問題を重点的に!



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。

学びをもっと! 深める! 広げる!

『改訂版 化学基礎』
QRコンテンツ一覧

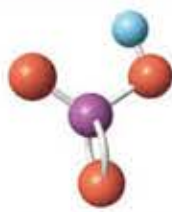
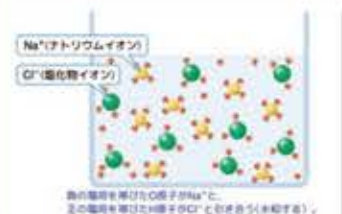
改訂で
コンテンツ数
が大幅UP!

サンプル
はこちら



アニメーション・映像で化学反応や実験手順を理解!

アニメーション おすすめ



板書や図(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

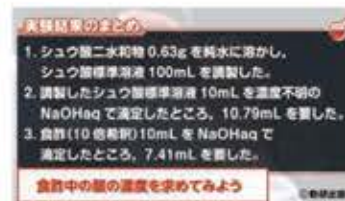
分子モデル NEW

- 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(角形)
- 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

その他

- 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
- 錯イオン(正四面体)
- 錯イオン(正八面体)
- 錯イオン(正方形)
- 錯イオン(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
- 元素当てゲーム
- 元素の周期表

実験映像



字幕やナレーション付きの映像によって、化学反応や実験手順の理解が深まります。また、実験編と解説編に分けた「問いかけ映像」や、特定の化学反応・現象を気軽に確認できる「Short映像」も新たに用意しました。

- 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
- ホールビペットの共洗い
- 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
- ナトリウムの切断
- 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
- 結晶の種類を推定する①
- 結晶の種類を推定する②
- 結晶の種類を推定する③
- アボガドロ定数の測定
- 物質量を体積する
- 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
- 銅の酸化
- 酸化銅(II)の還元
- 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)イオンとニクロム酸イオン(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物イオンの反応
- 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
- 銅と希硝酸の反応
- 銅と濃硝酸の反応
- 銅と熱濃硫酸の反応
- 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
- ビタミンCの還元作用を調べる
- ビタミンCの量を調べる

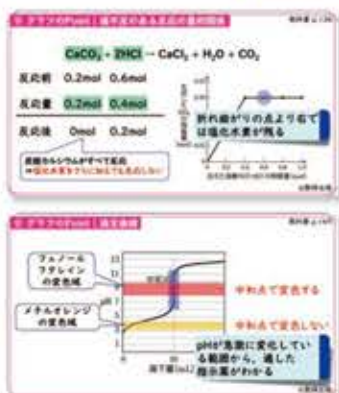
- [実験編]塩の水溶液の性質を調べる
 - [解説編]塩の水溶液の性質を調べる
 - [実験編]中和滴定に使用する器具
 - [解説編]中和滴定に使用する器具
 - [実験編]食酢中の酸の濃度を求める
 - [解説編]食酢中の酸の濃度を求める
- Short映像 NEW
- 斜方硫黄の生成
 - 単斜硫黄の生成
 - ゴム状硫黄の生成
 - リチウムの炎色反応
 - ナトリウムの炎色反応
 - カリウムの炎色反応
 - カルシウムの炎色反応
 - ストロンチウムの炎色反応
 - バリウムの炎色反応
 - 銅の炎色反応
 - 塩化ナトリウムの電気伝導性-固体
 - 塩化ナトリウムの電気伝導性-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)水溶液とニ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ニ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
 - 二酸化硫黄とニ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
 - 過酸化水素水とニ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

問いかけ映像 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

解説動画で自宅学習!

グラフ解説 NEW おすすめ



教科書の「グラフのPoint」(本冊子P.35)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
- 周期律
- 分子量と沸点
- 過不足のある反応の量的関係
- 測定曲線

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
- 化学反応式のつくり方
- 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
- 中和反応の量的関係
- 混合水溶液の中和滴定
- アンモニアの逆滴定
- 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
- 測定した電解槽の電気分解
- 測定値の計算

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*
- フラスコの製造*
- 身近で使われているフラスコ*
- フラスコの種類と扱い方*
- ビーカーの製造*
- ビーカーの扱い方*
- ビーカーの洗い方*
- ビーカーの種類と特徴*
- こまごめピペットの使い方*
- 気体の捕集法*
- 蒸留で物質を分けて取り出す*
- ナフサの分留*
- 水を分解するとき*
- 花火のしくみ*
- 二酸化炭素の発生実験*
- 炭酸水の溶を調べてみよう*
- 状態変化で質量や体積は?*
- 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*
- プ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?*
- 食塩をとかずと水は電流を通す*
- 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*
- 金をのばす*
- 金属の性質とは?*
- 銅板の加工*
- 明石海峡大橋の鉄のファイバー*
- 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*
- 空気の色さの測定*
- 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?*
- 酸性雨の影響*
- 酸性雨の起源*
- 酸性雨水の中和作業*
- 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*
- 宇宙太陽光発電*
- 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
- スラッグの活用

*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

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

液体とそれと混ざらない固体の混合物が、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

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2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。
- 一度試験びんから取り出した試薬は、びんに戻さない。

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
- 電解質水溶液の電離平衡
- pH指示薬と変色域
- 塩の加水分解
- 和訳 - The chemical history of a candle
- 原子の大きさ
- 電子配置の模式図(立体)
- コンテンツ一覧表

※ドリルコンテンツについては、問題の数を示しています。

●コンテンツ数

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
実験映像、Short映像	126点
グラフ解説	5点
例題解説	18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	104点
実験ガイド	2点
資料	11点
合計	854点



**改訂版
化学**
化学/104-901
A5判・520ページ

広く深く学び、大学進学
を見据えた力を養うこと
ができる教科書です

「改訂版 化学」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・技能をしっかりと習得できます。

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

実験データの分析を通じて「探究」に必要な力を育成できます。

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

入試を意識し、思考力を養う要素が各所に盛り込まれています。

グラフの読み方の解説や本文の記述を深める「参考」や「発展」、各編に設けた「思考学習」を通じて入試で問われる思考力を身につけられます。

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 78～81

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ブ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 84～91

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 裏表紙。

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 92

■授業時間配分表 改訂版 化学 (化学/104-901)

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・編集委員

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	慶應義塾大学教授 緒明 佑哉	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
関東学院大学准教授 友野 和哲	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	浜谷教育学園浜谷中学高等学校教諭 新井 利典
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	東京都立八王子東高等学校教諭 高橋 竜大	元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	青島岡女子学園中学校・高等学校教諭 水村 弘良	富山県立富山中高等学校教諭 山下 卓弥	東京電機大学中学校・高等学校教諭 米山 裕

■編集協力者

広島城北中・高等学校教諭 飯盛 聡士	江戸川女子中学校・高等学校教諭 梶谷 武史	元東京都立日野台高等学校教諭 中川 一人	湘南白百合学園中学・高等学校教諭 斜木 宏海
東京女子館中学校・高等学校教諭 長谷川 將	岐阜県立岐阜高等学校教諭 日比野 良平	静岡県立浜松湖北高等学校教諭 山下 勝美	サイエンスライター 漆原 次郎

目次

Contents

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	8
2. 金属結晶	10
3. イオン結晶	14
4. 共有結合の結晶	18
5. 分子間力と分子結晶	21
章末問題	27

第2章 物質の状態変化

1. 粒子の熱運動と状態変化	28
2. 気液平衡と蒸気圧	32
章末問題	39

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	94
2. ヘスの法則	108
3. 化学反応と光	119
章末問題	122

第2章 電池と電気分解

1. 電池	124
2. 電気分解	132
章末問題	142

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	204
2. 水素・貴ガス元素	210
3. ハロゲン元素	212
4. 酸素・硫黄	217
5. 窒素・リン	224
6. 炭素・ケイ素	229
章末問題	236

第2章 金属元素(I)-典型元素-

1. アルカリ金属元素	238
2. アルカリ土類金属元素	242
3. アルミニウム・スズ・鉛	248
章末問題	253

第3章 気体

1. 気体の体積	40
2. 気体の状態方程式	45
3. 混合気体の圧力	48
4. 実在気体	54
章末問題	60

第4章 溶液

1. 溶解とそのしくみ	62
2. 溶解度	66
3. 希薄溶液の性質	73
4. コロイド溶液	84
章末問題	91

第3章 化学反応の速さとしくみ

1. 化学反応の速さ	144
2. 反応条件と反応速度	148
3. 化学反応のしくみ	158
章末問題	164

第4章 化学平衡

1. 可逆反応と化学平衡	165
2. 平衡状態の変化	172
3. 電解質水溶液の化学平衡	181
章末問題	201

第3章 金属元素(II)-遷移元素-

1. 遷移元素の特徴	254
2. 鉄	257
3. 銅	261
4. 銀・金	264
5. 亜鉛	266
6. クロム・マンガン	268
7. その他の遷移金属	270
8. 金属イオンの分離・確認	274
章末問題	282

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	284
2. 有機化合物の分析	288
章末問題	295

第2章 脂肪族炭化水素

1. 飽和炭化水素	296
2. 不飽和炭化水素	302
章末問題	311

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	316
2. アルデヒドとケトン	322
3. カルボン酸	326
4. エステルと油脂	331
章末問題	342

第4章 芳香族化合物

1. 芳香族炭化水素	343
2. フェノール類と芳香族カルボン酸	349
3. 芳香族アミンとアゾ化合物	358
4. 有機化合物の分離	361
章末問題	368

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	370
章末問題	375

第2章 天然高分子化合物

1. 糖類	377
2. アミノ酸とタンパク質	392
3. 核酸	409
章末問題	412

第3章 合成高分子化合物

1. 合成繊維	415
2. 合成樹脂	424
3. ゴム	432
章末問題	437

巻末特集

探究実験	438
英語で化学	448

資料編	450
解答編	461
索引	500

(◀本冊子74)

終章 化学とともに歩む	A
私たちの暮らしとエネルギー	B
機器分析による化学構造の解明	F
化学の視点で見よう	L
医薬品と人間生活	N

(◀本冊子76)

A 実験

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	38
3. 気体の状態方程式を用いた分子量の測定	47
4. 分子の極性と溶解	65
5. 凝固点降下による分子量の測定	78
6. コロイドの性質	90
7. ヘスの法則	109
8. ルミノール反応による化学発光	120
9. 燃料電池をつくる	129
10. ファラデーの法則	135
11. 濃度・温度と反応速度の関係	152
12. 濃度・温度による平衡移動	177
13. 酢酸の電離定数とpH	187
14. ハロゲンの酸化力の比較	213
15. 硫酸の性質	223
16. 1族元素と2族元素の反応の違い	246
17. 鉄のイオンの性質の比較	259
18. 脂肪族炭化水素の性質	308
19. 酢酸エチルの性質を調べる	333
20. フェノール類とアルコールの性質	356
21. 単糖・二糖の性質	382
22. タンパク質の性質	403
23. ナイロン66の合成	417
24. しょうゆに含まれる食塩の量を求める	438
25. スポーツドリンクの糖度を比較する	441
26. 植物で布を染める	442
27. ミネラルウォーターの硬度を比較する	444
28. 医薬品を識別する	445
29. デンプンから水飴をつくる	446

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。

グラフの読み取りについて解説した「グラフのPoint」は各分野にて掲載しています。

参考	
面心立方格子と六方最密構造の関係	12
ダイヤモンドの密度	19
大気圧の測定	32
気体の蒸気圧と状態方程式	53
浸透圧の測定	83
リチウムイオン電池の構造と反応	130
標準電極電位	131
速度定数と平衡定数	168
反応の起こる方向と化学平衡	179
平衡定数とルシャトリエの原理	180
硫化水素の電離平衡	186
周期表と電子軌道	208
亜鉛とアルミニウム	267
合金	272
分子量の測定	293
枝分かれをもつアルカンの沸点	299
エノール形とケト形	309
不飽和度	309
分子の電子軌道	314
けん化値とヨウ素価	336
芳香族アルデヒド	353
置換基の配向性	357
高分子化合物の分子量の測定	374
ヘミアセタール構造	383
シクロデキストリン	385
アミノペクチンの構造の推定	387
アミノ酸の電離平衡	396
炭素繊維(カーボンファイバー)	421
グタペルカ	433

発展	
単位格子とイオン半径	16
双極子モーメント	24
実在気体の状態方程式	57
ラウールの法則	73
内部エネルギーとエンタルピー	105
ギブズエネルギー	107
イオン結晶の格子エネルギー	118
基底状態と励起状態	121
反応次数と半減期	156
活性化エネルギーの求め方	162
多段階反応と律速段階	163
塩の水溶液の pH	191
緩衝液の pH	193
マルコフニコフ則	304
ザイツェフ則	319
酸化による炭素間二重結合の開裂	329
旋光性	331
ジアステレオ異性体とメソ体	340
ベンゼン環とその安定性	348
アミノ酸の立体構造と DL 表示法	395
酵素反応の反応速度	408
ATP	410
DNA の複製とタンパク質の合成	411

コラム	
加熱調理と圧力	38
熱気球	44
凝固点降下の利用	76
逆浸透	83
人工透析	87
ボルタ電池	125
生体内の緩衝液	194
酸性雨と酸性酸化物	219
肥料の三要素	228
一酸化炭素の毒性	230
温室効果ガス	231
コンクリートの中酸化	246
テルミット	249
腐食と防食	260
有機化合物の構造を調べる分析機器	294
シクロヘキサンの分子構造	301
石油と天然ガス	310
エステル化の反応機構	332
脂質	376
世界初・日本初の合成繊維	415
シリコーンゴム	435
科学と産業の先駆者 高峰譲吉	447

思考学習	
粒子間にはたらく力と融点・沸点	26
酢酸の溶解による凝固点降下	80
溶解エンタルピーと中和エンタルピーの測定	104
沈殿滴定(モール法)	198
混合水溶液の定量	247
水素吸蔵合金	272
油脂	337
有機化合物の合成	366
アミノ酸の配列順序の決定	404

Zoom	
ダイヤモンドの結晶格子	20
実在気体における気体の法則	58
エンタルピー変化を表した図	116
電気分解の反応式	141
反応式のつくり方	280
構造式の簡略化と構造異性体	312
ピニロンの合成	422

(▶ 本冊子 66)

(▶ 本冊子 68)

グラフの Point

水素化合物の分子量と沸点の関係	23
状態図	37
反応エンタルピーの測定	103
平均の濃度と反応速度	150
硫酸銅(Ⅱ)五水和物を加熱したときの質量変化	263
直鎖状のアルカンの融点・沸点	297

実験データを分析してみよう

凝固点降下	79
反応速度	153

(◀ 本冊子 65)

(◀ 本冊子 71)

本書の構成について

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。										
マークの説明	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>保護メガネをかけて実験を行う</td> <td></td> <td>引火や発火の危険がないことを確認する</td> <td></td> <td>刃物などで切り傷を負わないように注意する</td> <td></td> <td>有毒な気体が発生するので、換気を行う</td> <td></td> <td>実験後、廃液の処理は先生の指示に従う</td> </tr> </table> <p>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、左のマーク(または注意マーク)で注意を促した。</p> <p>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。</p>		保護メガネ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
	保護メガネ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		
復習	「化学基礎」で学習した事項で、本文の理解の助けとなる内容を扱った。										
関連	「化学基礎」の学習内容と関連性の深い内容を扱った。										
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。思考力を要するものには 考 をつけた。										
例題 0	学習内容に関連した典型的な問題。解説には、 箱 を設け、理解の助けとした。										
類題 0	例題をもとにして、自力で考察する問題。										
章末問題	章で学んだ内容を総合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。また、学習内容を活用させる問題を 考えてみよう! で扱った。										
思考学習	学習内容をもとに、思考力をはたらかせながら考察する問題を扱った。										
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」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。										
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。										
Zoom	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。										

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.461)。

ただし、**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。

※本書での学習を始める前に、p.450(物理量の単位の見し方と計算例)、p.402(化学で扱う数値・有効数字)をよく理解すること。

教科書の使い方について、冒頭で具体的な紙面とともに説明いたしました。生徒一人で学習する際も安心です。

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。

この教科書の使い方

第2編 物質の状態変化

1 粒子の熱運動と状態変化

2 蒸気と粒子の熱運動

この学習内容に関連する疑問と学習の目標を示しています。

問題に取り組んだ後は、p.461～の解答と解説を読んで確認しましょう。



わからない言葉があったら、p.500～の索引で調べてみよう。



この学習内容を振り返り、学んだことを整理できます。

二次元コードから学習内容に関連するコンテンツを利用できます。

二次元コードについて

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。



注意
インターネット接続に際し発生する通信料は、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/26sc4/>
↑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

映像	化学反応や実験手順の映像です。テロップや音声で理解をサポートしています。
アニメーション	図だけでは理解しにくい内容も、アニメーションで見ることによって理解が深まります。
例題解説	例題の解説を動画で見ることができます。音声で理解をサポートしています。
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。
化学基礎の復習	化学基礎で学んだ内容を、ドリル形式で学習することができます。
要点の確認	各節で学んだ内容の重要用語などを、ドリル形式で学習することができます。
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。

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。



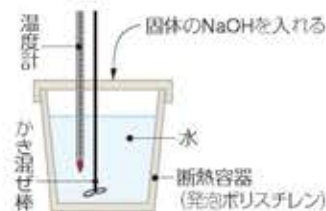
空気中の水蒸気が氷点下まで冷え、強い風によって樹木や植物の表面に吹きつけられて凝結したものを樹氷という。このように、水は状態を変化させながら、さまざまな状態で地球上に存在する。

溶解エンタルピーの箇所では発熱反応だけでなく、吸熱反応の場合についても補足しています。

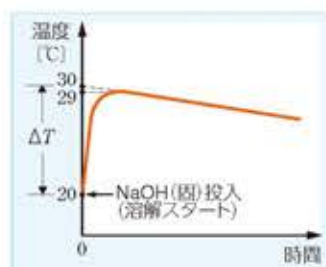
グラフの外挿について、グラフの Point でいいいに解説しています。また、グラフの Q&A ではポイントを理解できたかどうか確認できるようにしています。

G 反応エンタルピーの測定

反応エンタルピーは、反応に伴って放出または吸収される熱量を測定することで求められる。例えば、図 12 のような装置に 20℃ の純水 48g を入れ、そこに固体の水酸化ナトリウム NaOH 2.0g (0.050 mol) を加えて完全に溶かすと、図 13 のような温度変化のグラフが得られる。ここで、水溶液の温度変化 ΔT [K] と水溶液の比熱 (1g の物質の温度を 1K 上げるのに必要な熱量) c [J/(g·K)]、水と NaOH の質量の和 m [g] を用いると発熱量 q [J] は次式のように求められる¹。



▲図 12 熱量計



▲図 13 溶解による温度変化

$$q = mc\Delta T \quad (13)$$

(13)式に得られた実験データを用いると、 q は次のように求められる。

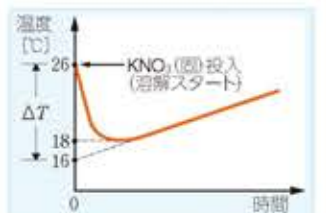
$$q = (48 + 2.0) \text{g} \times 4.2 \text{J}/(\text{g} \cdot \text{K}) \times (30 - 20) \text{K} = 2100 \text{J} = 2.1 \text{kJ}$$

この実験では、反応に伴って放出された熱により、水溶液の温度が上がっていることから、この反応は発熱反応であることがわかり、溶解エンタルピーは負の値になる。したがって、この実験で得られる NaOH の溶解エンタルピー ΔH は次のようになる。

$$\Delta H = -\frac{2.1 \text{kJ}}{0.050 \text{mol}} = -42 \text{kJ/mol}$$

補足 吸熱反応の温度変化

吸熱反応の場合は、反応に伴って熱が吸収されるため、水溶液の温度が下降する。その後、時間の経過とともに温度は上昇していく。硝酸カリウム(固)の水への溶解エンタルピーは 35 kJ/mol であるため、水に溶かすと右のグラフのような温度変化を示す。発熱反応の場合と同様に、温度変化 ΔT から(13)式を用いて吸熱量 q [J] を求めることができる。

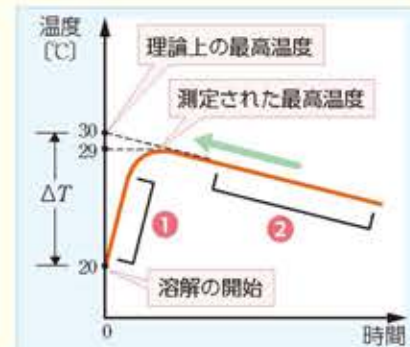


¹ 反応容器などの実験器具や容器内の気体の比熱は無視できるものとする。

² 水の比熱は 4.2 J/(g·K) である。一般に、水溶液の比熱もこれと同じ値と考えてよい。

グラフの Point

次のグラフは固体の水酸化ナトリウム NaOH を純水に加え、完全に溶解させたときの温度変化を表したものである。



反応エンタルピーの測定

注目するポイント

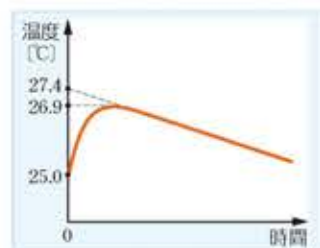
- NaOH が完全に溶解するまでに時間がかかる。
→ 時間が少し経過してから、最高温度に達する。
- 発生した熱の一部は、溶液の温度上昇に使われず外部へ逃げる。
→ 熱が逃げる割合は一定であり、グラフは時間の経過とともに右下がりの直線になる。この直線の傾きを利用して外部へ逃げた熱量を推定できる。

★グラフの読み取り方

瞬間的に NaOH がすべて溶解し、発生した熱がすべて温度上昇に使われたと仮定した **理論上の最高温度** を読み取る。
→ 放冷を示す直線を左方向へ延長したときの縦軸との交点を読む(外挿という)。

グラフの Q & A

右のグラフは、固体の塩化カルシウム CaCl_2 7.0g を純水 500g に加え、すばやくかき混ぜて完全に溶解させたときの温度変化を示したものである。



- Q1. 溶解に伴い放出される熱がすべて溶液の温度上昇に使われた場合、温度は何℃上昇したと考えられるか。
→ 理論上の最高温度は 27.4℃ であるため、 $27.4^\circ\text{C} - 25.0^\circ\text{C} = 2.4^\circ\text{C}$
- Q2. 発生した熱量は何 kJ か。水溶液の比熱は $4.2 \text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ とする。
→ $q = mc\Delta T = (500 + 7.0) \text{g} \times 4.2 \text{J}/(\text{g} \cdot \text{K}) \times 2.4 \text{K} = 5.11 \times 10^3 \text{J} \approx 5.1 \text{kJ}$
- Q3. CaCl_2 の溶解エンタルピーは何 kJ/mol か。 CaCl_2 の式量は 111 とする。
→ 塩化カルシウム 1mol 当たりの発熱量に換算すると、
$$5.11 \text{kJ} \div \frac{7.0 \text{g}}{111 \text{g/mol}} \approx 81 \text{kJ/mol}$$

発熱反応 ($\Delta H < 0$) なので、溶解エンタルピーは、 -81kJ/mol



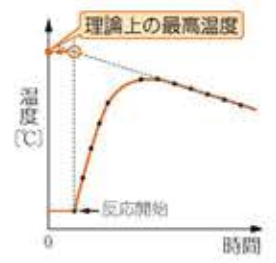
グラフの Point にはグラフの解説動画を用意しています。こちらの QR コードからご覧いただけます。

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。

新たに仕事や内部エネルギーに関する内容を扱いました。物理や大学で学ぶ内容ですが、生徒さんの興味関心に応じて学習できるようにしています。

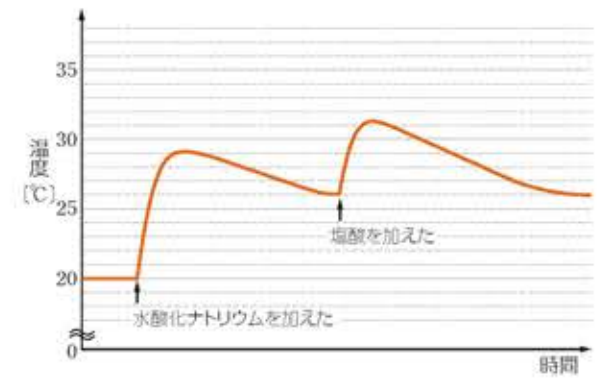
思考学習 溶解エンタルピーと中和エンタルピーの測定

反応エンタルピーの測定実験では、グラフの下降する直線を反応開始時点まで延長することで理論上の最高温度を求める必要があった。ただし、反応開始がグラフの縦軸とずれている場合は、反応開始時点から縦軸と平行に伸ばした直線との交点が理論上の最高温度となるため、注意が必要である。



水酸化ナトリウムの溶解エンタルピー、および中和エンタルピーを測定するために、次のような実験を行った。ビーカーに水 100 mL を入れ、温度が一定になっていることを確認したのち、^①水酸化ナトリウム 4.0 g を加え、よくかき混ぜながら溶かしていくと、温度が上昇した。温度変化が落ち着いてきたタイミングで、^②その水溶液と同じ温度の 1.0 mol/L の塩酸 100 mL を加えると、再び温度が上昇した。この一連の温度変化を下のグラフに示した。

水溶液の比熱はすべて 4.2 J/(g·K)、水および塩酸の密度は 1.0 g/cm³ とする。また、溶解や混合によって水溶液の体積は変化しないものとする。

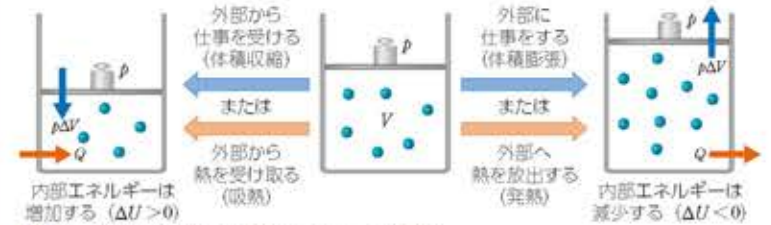


- 【考察①】上のグラフから理論上の最高温度を正しく読み取り、下線部(1)における温度変化 ΔT_1 [K] および下線部(2)における温度変化 ΔT_2 [K] の値として最も適当なものを、次からそれぞれ選べ。
① 5.2 ② 6.7 ③ 9.0 ④ 9.8 ⑤ 10.5 ⑥ 11.3 ⑦ 12.7
- 【考察②】水酸化ナトリウムの溶解エンタルピーは何 kJ/mol か。
(Na = 23, O = 16, H = 1.0)
- 【考察③】水酸化ナトリウム水溶液と塩酸の中和エンタルピーは何 kJ/mol か。

発展 内部エネルギーとエンタルピー

●内部エネルギー 物質を構成する粒子は、熱運動による運動エネルギーや粒子間の引力による位置エネルギー、結合エネルギーなど、さまざまなエネルギーをもっている。このように反応に関係する物質のもつ全エネルギーの総和を **内部エネルギー** (記号 U) という。化学反応が起こる際、反応物と生成物の内部エネルギーの差は、「熱の出入り (Q)」か「仕事 ($p\Delta V$)」の形で放出または吸収されることが多い。

例えば、発熱反応では内部エネルギーは減少し、吸熱反応では内部エネルギーは増加する。また、体積が膨張する反応では内部エネルギーは減少し、体積が収縮する反応では内部エネルギーは増加する。



▲図A 化学反応に伴う内部エネルギーの変化

● ΔU と ΔH の関係 圧力 p が一定のもとで、熱量 Q を放出する発熱反応が起こり、体積が ΔV だけ膨張する反応を考える。このとき、内部エネルギーの変化 ΔU は、次のように表すことができる。

$$\Delta U = -(Q + p\Delta V)$$

また、エンタルピー H は、 $H = U + pV$ のように定義され、 ΔH は次のように表すことができる。

$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V$$

これらの式を比較すると、 $\Delta H = -Q$ となり、圧力が一定の条件では ΔH は発熱量 Q の符号を変えた数値と等しくなることがわかる。

このように、一定圧力下ではエンタルピーという量を導入することにより、反応に伴う仕事(体積の膨張や収縮)を考慮せずに、熱の出入りだけに注目して考えることができる。そのため、化学反応では内部エネルギーの変化量 ΔU ではなく、エンタルピーの変化量 ΔH に注目して考えていく。

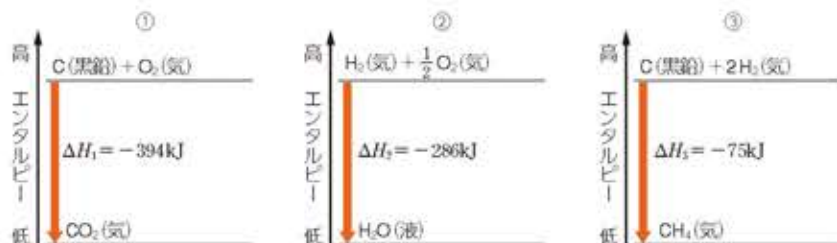
- ① 仕事 ($p\Delta V$) の単位は次のように換算され、エネルギーの単位と同じになる。
 $\text{Pa} \cdot \text{m}^3 = \text{N} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{m}^3 = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}$
- ② 熱量と仕事の分だけ内部エネルギーは減少するため、マイナスの符号をつける。
- ③ 気体の関係しない反応では、体積変化 ΔV がほぼ 0 なので、 $\Delta U \approx \Delta H$ とみなせる。また、燃焼のような ΔH が大きい反応でも、仕事 $p\Delta V$ に対して ΔH が十分に大きいので、 $\Delta U \approx \Delta H$ とみなすことができる。

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。

Zoom では理解しづらいところや間違えやすい内容をていねいに解説しました。書籍全体で7テーマ収録しています。

Zoom エンタルピー変化を表した図

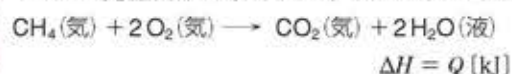
未知の反応エンタルピーを求めるには、エンタルピー変化を表した図を組み合わせる方法もあった。ここでは、図の組み合わせ方を考えてみよう。



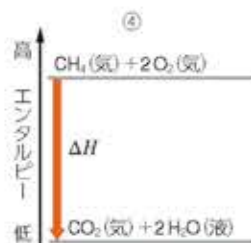
上図の①～③はそれぞれ、二酸化炭素の生成エンタルピー、水(液体)の生成エンタルピー、メタンの生成エンタルピーを表している。ここでは、この3つの反応を用いて、メタンの燃焼エンタルピー ΔH を求める手順を紹介する。

Step 1 求めたい反応エンタルピーを式と図で表す。

メタンの完全燃焼を式で表すと、次のようになる。

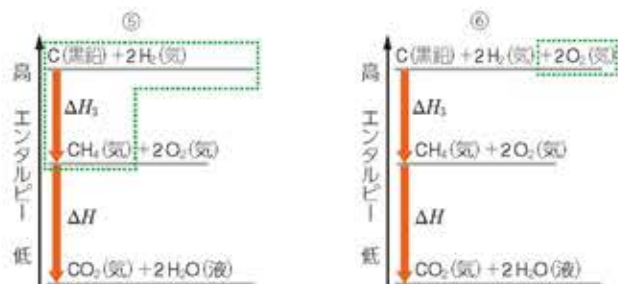


エンタルピー変化を表した図は右のようになる。メタンの完全燃焼は発熱反応なので、「反応物のエンタルピー > 生成物のエンタルピー」であり、反応物を上、生成物を下に書く。

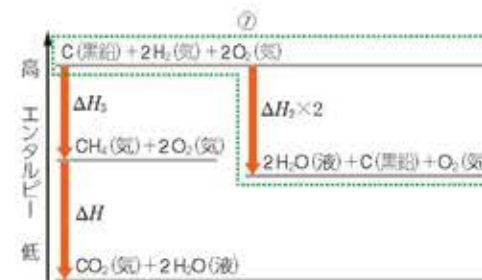


Step 2 同じ物質に注目して、図を組み合わせる。

- A. ③と④どちらにも $\text{CH}_4(\text{気})$ が含まれているため、2つを組み合わせる。
 ⇒ ④の上に③を書き足し(⑤)、このとき反応に関係しなかった $2\text{O}_2(\text{気})$ はそのまま横に書き足しておく(⑥)。



- B. ②に $\text{H}_2(\text{気})$ と $\text{O}_2(\text{気})$ が含まれているため、⑥と組み合わせる(⑦)。
 ⇒ 2mol の H_2 と 1mol の O_2 が反応して 2mol の H_2O が生成する。そのため、エンタルピー変化は $\Delta H_2 \times 2$ となる。このとき、反応に関係しなかった $\text{C}(\text{黒鉛})$ と $\text{O}_2(\text{気})$ はそのまま書き残しておく。



- C. ①に $\text{C}(\text{黒鉛})$ と $\text{O}_2(\text{気})$ が含まれているため、⑦と組み合わせる(⑧)。
 ⇒ 1mol の C と 1mol の O_2 が反応して 1mol の CO_2 が生成する。そのため、エンタルピーは ΔH_1 となる。



Step 3 完成したエネルギー図から計算により ΔH を求める。

- ⑧より、 $\Delta H_3 + \Delta H = \Delta H_2 \times 2 + \Delta H_1$ という関係が成り立つ。
 よって、 $\Delta H = \Delta H_2 \times 2 + \Delta H_1 - \Delta H_3$
 $= (-286 \text{ kJ}) \times 2 + (-394 \text{ kJ}) - (-75 \text{ kJ}) = -891 \text{ kJ}$ と求められる。

このように、エネルギー図の一番上から一番下までを2通りの経路で結ぶことができれば、計算により未知の反応エンタルピーを求められます。また、エンタルピーは原子間の結合の状態でおおむね決まり、一般に、エンタルピーの大きさは、「原子(バラバラの状態) > 単体 > 化合物」の順番になります。



適宜、先生がまとめたり、補足をしたりする構成にし、生徒一人でも読み進めやすくしています。

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78)。

「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11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。

実験11 濃度・温度と反応速度の関係



見方・考え方①

過酸化水素の分解速度が濃度・温度によって、どのように変化するかを確かめる。

【操作】

- 200mLメスシリンダーに水を満たし、水槽に立て水上置換の準備を行う。
- ふたまた試験管の一方に少量の酸化マンガン(IV)を入れ、もう一方には3.4%(1.0mol/L)過酸化水素水10mLを入れ、誘導管付きのゴム栓をする。
- ビーカーに水道水を入れ、温度を測定し、ふたまた試験管を浸しておく。
- ふたまた試験管を傾けて試薬を混合し、発生する酸素の体積を30秒ごとに5分間記録する。
- ビーカーの水を温度が10℃低い水にかえて、①～④の操作を行う。



【データ処理】

- (1) ④で得られたデータについて次の表を埋めて結果を整理する。

時間 (min)	O ₂ の 体積 (mL)	O ₂ の 物質 量 (mol)	未反応の H ₂ O ₂ の濃度 (mol/L)	H ₂ O ₂ の 変化量 (mol/L)	反応速度 v (mol/(L·min))
0					
0.5					
1.0					
1.5					
2.0					
2.5					
3.0					
3.5					
4.0					
4.5					
5.0					

- (2) ④で得られたデータから、反応時間と発生した酸素の体積の関係をグラフにまとめる。
 (3) ⑤で得られたデータについても同様にデータ処理を行う。

【考察】

- (1) 反応速度と反応物の濃度の間には、どのような関係があるか考えよ。
 (2) 反応速度と反応温度の間には、どのような関係があるか考えよ。

実験データを分析してみよう

反応速度

→ p.152 実験11

実験データ

3.4%(1.0mol/L)の過酸化水素水を用いて、温度を15℃に保ち p.152

実験11の①～④の実験操作と同様の手順で実験を行ったところ、次のような結果が得られた。

時間 (min)	未反応の H ₂ O ₂ の濃度 (mol/L)	H ₂ O ₂ の 変化量 (mol/L)	反応速度 v (mol/(L·min))	平均の 濃度 \bar{c} (mol/L)
0	1.0			
1.0	0.61			
2.0	0.37			
3.0	0.23			
4.0	0.14			
5.0	0.085			

分析

- 手順① 上の表の空欄を埋めてみよう。
 手順② 平均の濃度 \bar{c} を横軸、反応速度 v を縦軸としてグラフをかこう。
 手順③ 速度定数を k として反応速度式をかいてみよう。

手順④ グラフの傾きより、速度定数 k を求めてみよう。

_____ /min

手順⑤ H₂O₂の濃度が0.70mol/Lのときの反応速度を求めてみよう。

_____ mol/(L·min)

手順②



Link >>>

このQRコードから、実験映像をご覧いただけます。

コラム

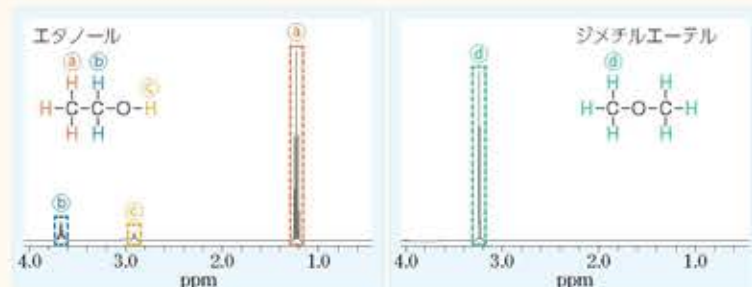
有機化合物の構造を調べる分析機器

有機化合物の構造はさまざまな分析機器を用いて調べられている。

●核磁気共鳴

▶終章F 機器分析による化学構造の解明

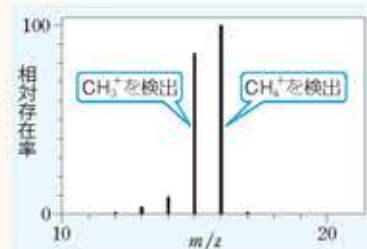
磁場の中に置かれた試料に電磁波を照射すると、分子内の原子核の環境に応じて異なるエネルギーの電磁波が吸収される。このことを核磁気共鳴(NMR)といい、これを利用して有機化合物の構造を調べることができる。例えば、¹H原子のNMRの信号を図にしたものを¹HNMRスペクトルといい、分子中に環境の異なるH原子が何種類存在するかや、その存在比を知ることができる。例えば、エタノールの¹HNMRスペクトルでは、3種類の位置に、面積の比が3:2:1の信号a, b, cが現れることから、エタノールには、環境の異なる3種類のH原子が3:2:1の存在比で存在することがわかる。一方、ジメチルエーテルは、1種類の信号のみが現れることから、すべてのH原子の環境が等価であることがわかる。



▲図A エタノールとジメチルエーテルの¹H NMRスペクトルの例 スペクトルは測定条件によって異なる。

●質量分析

現在では、有機化合物の分子量は、質量分析(MS)により精密に測定されている。質量分析では、気体にした試料を電子と衝突させることなどによりイオン化させ、電圧を加えて真空中を移動させる。磁場を加えたときの移動行路が曲がる度合いや移動時間が電荷数当たりの質量に応じて異なることを利用して、分子量や元素組成に関する情報を得ている。イオン化の方法も多く開発され、合成高分子化合物やタンパク質などの分子量測定にも用いられている。



▲図B メタンの質量スペクトルの例 スペクトルは測定条件によって異なる。mはイオンの質量、zはイオンの電荷を示している。

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, C = 12, O = 16

1 有機化合物の特徴 ▶p.284 ~ 287

次の記述のうち、有機化合物の性質として適当なものをすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 構成元素の種類は少ないが、化合物の種類は非常に多い。
- (イ) 水に溶けやすく、有機溶媒に溶けにくいものが多い。
- (ウ) 多くはイオン結合からなり、電解質であるものが多い。
- (エ) 多くは共有結合からなり、非電解質であるものが多い。
- (オ) 可燃性の化合物が多く、燃焼により二酸化炭素や水が生成することが多い。

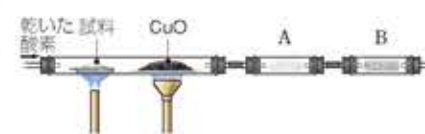
2 有機化合物の成分元素の検出 ▶p.288 ~ 289

次の実験結果から、試料中の炭素・水素・窒素・硫黄・塩素のうち、どの元素が確認できるか。元素記号で答えよ。

- (1) 試料を酸化銅(II)とともに加熱すると、試験管内に液滴が生じた。これに触れた硫酸銅(II)無水物の色が、白色から青色に変化した。
- (2) 試料に固体の水酸化ナトリウムを加えて加熱し、生じた気体に濃塩酸をつけたガラス棒を近づけると、白煙が生じた。
- (3) 試料を固体の水酸化ナトリウムとともに融解し、その後、水に溶かしてから酢酸で酸性にし、酢酸鉛(II)水溶液を加えると、水溶液が黒色となった。

3 元素分析 ▶p.290 ~ 293

右図の装置を用いて、炭素・水素・酸素だけからなる化合物X 0.79gを完全燃焼させたところ、装置Aの質量が0.64g、装置Bの質量が1.6g増加した。

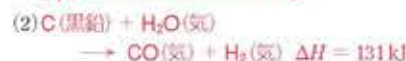
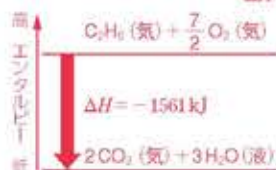
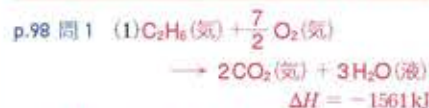


- (1) 装置A, Bに用いる物質の名称と吸収される物質の化学式を答えよ。
- (2) 装置A, Bをつなぐ順番を逆にするとどのような問題が起こるか。
- (3) 化合物Xの組成式を答えよ。
- (4) 化合物Xの分子量は88であった。化合物Xの分子式を答えよ。
- (5) 化合物Xはカルボキシ基を1個もつことがわかった。化合物Xの構造式として考えられるものをすべて答えよ。

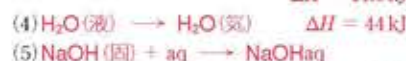
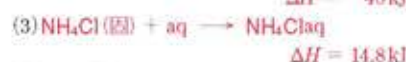
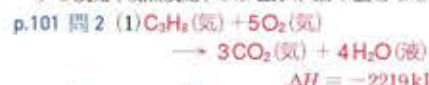
考えてみよう!

- 4 炭素・水素・酸素だけからなる化合物を元素分析したところ、成分元素の質量百分率は、炭素64.9%、水素13.5%であった。この化合物の組成式を求める手順を説明せよ。

第2編 第1章 化学反応とエネルギー



解説 系の熱を外界に放出する反応(発熱反応)では ΔH が負の値、外界の熱を系に吸収する反応(吸熱反応)では ΔH が正の値となる。



解説 (5) $NaOH$ (式量40)4.0gの物質量は、
 $\frac{4.0g}{40g/mol} = 0.10 mol$
 よって、1.0molを溶かしたときに放出する熱量は、

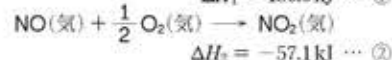
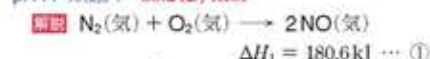
$$4.5 kJ \times \frac{1.0 mol}{0.10 mol} = 45 kJ$$

(6)中和により生成した水の物質量は、
 $0.100 mol/L \times \frac{200}{1000} L = 2.00 \times 10^{-2} mol$

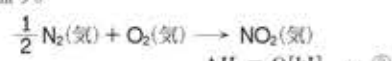
よって、水1.00molが生成するときに放出する熱量は、

$$1.13 kJ \times \frac{1.00 mol}{2.00 \times 10^{-2} mol} = 56.5 kJ$$

p.111 類題1 33.2kJ/mol



二酸化窒素 NO_2 の生成を表す反応式は次の通り。

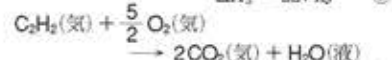
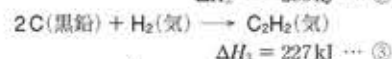
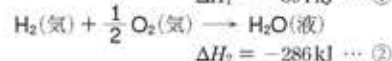
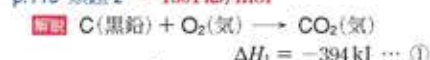


③式=①式 $\times \frac{1}{2}$ +②式 より、

$$\Delta H_3 = \Delta H_1 \times \frac{1}{2} + \Delta H_2 \text{ となるので、}$$

$$Q = 180.6 kJ \times \frac{1}{2} + (-57.1 kJ) = 33.2 kJ$$

p.113 類題2 -1301kJ/mol

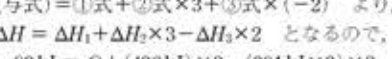
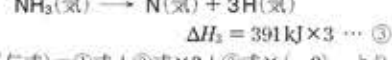
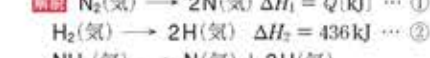


④式=①式 $\times 2$ +②式 $\times 3$ +③式 $\times (-1)$ より、

$$\Delta H_4 = \Delta H_1 \times 2 + \Delta H_2 \times 3 - \Delta H_3 \text{ となるので、}$$

$$Q = (-394 kJ) \times 2 + (-286 kJ) \times 3 - 227 kJ = -1301 kJ$$

p.115 類題3 946kJ/mol



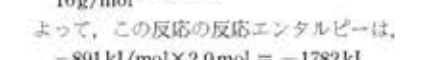
(与式)=①式+②式 $\times 3$ +③式 $\times (-2)$ より、

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 \times 3 - \Delta H_3 \times 2 \text{ となるので、}$$

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

$$Q = 946 kJ$$

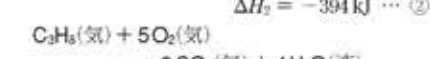
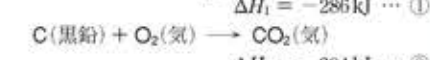
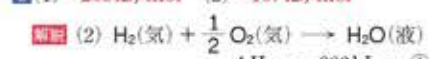
p.122 章末問題



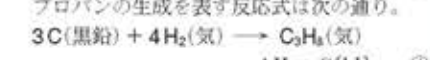
(2)1782 kJの熱量が放出される

解説 (2) CH_4 (分子量16)32gの物質量は、
 $\frac{32g}{16g/mol} = 2.0 mol$
 よって、この反応の反応エンタルピーは、
 $-891 kJ/mol \times 2.0 mol = -1782 kJ$

2 (1)-286kJ/mol (2)-107kJ/mol



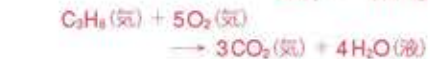
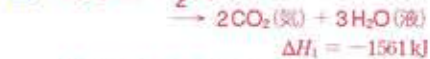
プロパンの生成を表す反応式は次の通り。



④式=①式 $\times 4$ +②式 $\times 3$ +③式 $\times (-1)$ より、

$$\Delta H = \Delta H_1 \times 4 + \Delta H_2 \times 3 - \Delta H_3 \text{ となるので、}$$

$$Q = (-286 kJ) \times 4 + (-394 kJ) \times 3 - (-2219 kJ) = -107 kJ$$



(2)1:3 (3)822 kJの熱量が放出された

解説 (2)混合気体の物質量は、
 $\frac{8.96 L}{22.4 L/mol} = 0.400 mol$

混合気体中のエタンの物質量を $x [mol]$ とすると、消費された酸素が1.85 molなので、

$$\frac{7}{2} x + 5 \times (0.400 mol - x) = 1.85 mol$$

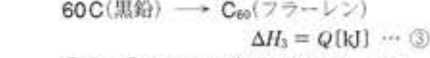
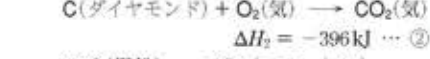
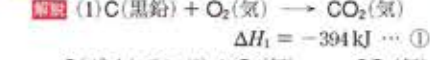
$$x = 0.10 mol$$

プロパンの物質量は、
 $0.40 mol - 0.10 mol = 0.30 mol$

よって、求める物質量の比は、
 エタン:プロパン = $0.10 : 0.30 = 1 : 3$

$$(3) (-1561 kJ/mol) \times 0.10 mol + (-2219 kJ/mol) \times 0.30 mol = -821.8 kJ \approx -822 kJ$$

4 (1)2470kJ/mol (2) C_{60}

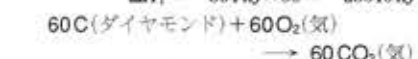
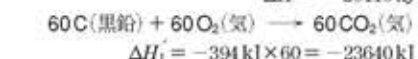
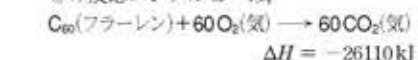


③式=①式 $\times 60$ + (与式) $\times (-1)$ より、

$$\Delta H_3 = \Delta H_1 \times 60 - \Delta H \text{ となるので、}$$

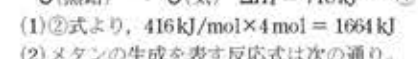
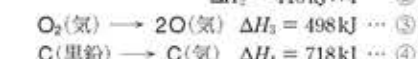
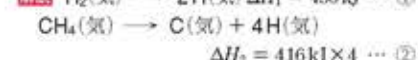
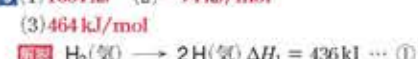
$$Q = (-394 kJ) \times 60 - (-26110 kJ) = 2470 kJ$$

(2)フラーレン、黒鉛、ダイヤモンド、それぞれが燃焼し CO_2 60molが生成するときの反応エンタルピーは、



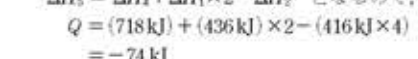
以上から、炭素原子1molがもつエンタルピーはフラーレン C_{60} が最も大きい。

5 (1)1664kJ (2)-74kJ/mol (3)464kJ/mol



(1)②式より、 $416 kJ/mol \times 4 mol = 1664 kJ$

(2)メタンの生成を表す反応式は次の通り。

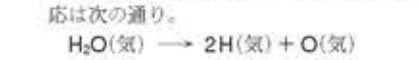
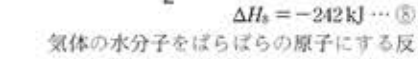
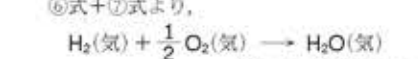


⑤式=④式+①式 $\times 2$ +②式 $\times (-1)$ より、

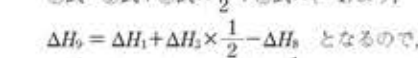
$$\Delta H_5 = \Delta H_4 + \Delta H_1 \times 2 - \Delta H_2 \text{ となるので、}$$

$$Q = (718 kJ) + (436 kJ) \times 2 - (416 kJ \times 4) = -74 kJ$$

(3)結合エネルギーは気体分子の共有結合を切断するのに必要なエネルギーなので、まず気体の水 $H_2O(気)$ の生成エンタルピーを求める。



気体の水分子をばらばらの原子にする反応は次の通り。



⑨式=①式+③式 $\times \frac{1}{2}$ +⑧式 $\times (-1)$ より、

$$\Delta H_9 = \Delta H_1 + \Delta H_3 \times \frac{1}{2} - \Delta H_8 \text{ となるので、}$$

$$Q = (436 kJ) + (498 kJ) \times \frac{1}{2} - (-242 kJ) = 927 kJ$$

1molの H_2O にはO-H結合が2molあり、O-H結合1molを切断するのに必要なエ

解答を赤色で目立たせて、
 答え合わせをしやすくしました。

終章は、エネルギー、機器分析、化学の視点、医薬品の4つのテーマで合計17ページ扱いました。

生徒さんが最先端の研究内容にも触れるように題材を選定しています。

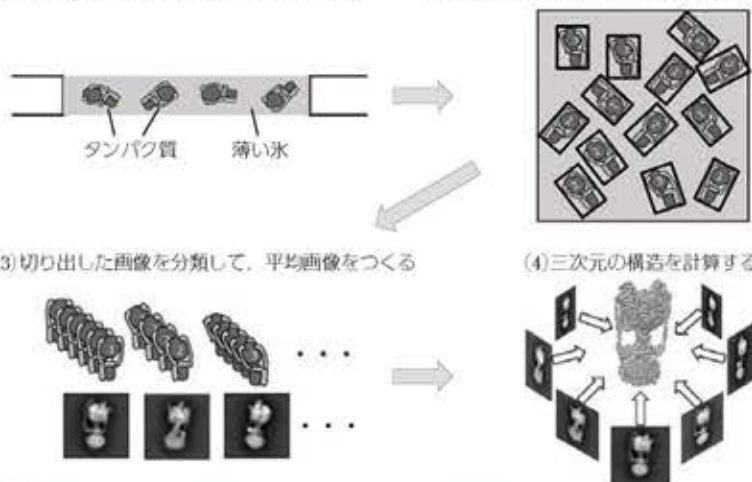
クライオ電子顕微鏡(CryoEM)法

ウイルスは複数種類のタンパク質と核酸をもっている。もしもウイルスのもつタンパク質分子の構造がわかれば、それがどのように宿主の細胞に取りついて、どのように増えるかなどが分子レベルでわかるようになって、医薬品の開発に役立つ。例えばCovid-19 コロナウイルスは、外側にスパイクタンパク質が存在し、これがヒトの細胞に取りつくことで感染することが知られている。このスパイクタンパク質の構造やたらしきを知るには、もう一段階小さな世界を見分ける必要がある。

それを可能にしたのが、TEMの一種のクライオ電子顕微鏡(CryoEM)法である。CryoEM法では、タンパク質の水溶液を急冷してガラス状態の氷にすることで、水中での分子構造を保ったままのタンパク質を観察できる。ただし、分子が壊れる恐れがあるため、弱い電子線しか当てられず、ノイズの多い画像となってしまふ。この問題は、顕微鏡写真を何千枚もとってコンピュータ上でそれらを統合・解析することで解決され、現在では分子構造の明瞭な像が得られるようになった。

以前は、タンパク質の構造を知る方法として、X線回折法による結晶構造解析やNMRが用いられたが、結晶化されたタンパク質が生体内とは違う構造をとる可能性があったり、サイズの大きなタンパク質の観察が難しいなどの問題があった。CryoEM法の出現により、そのような問題が解決され、開発に貢献したジャック・ドゥボシェ、ヨアヒム・フランク、リチャード・ヘンダーソンの3氏が2017年にノーベル化学賞を受賞した。

- (1) 薄い氷にタンパク質を閉じこめて、撮影 (2) 撮影した画像からタンパク質を選び、切り出す



▲図10 クライオ電子顕微鏡法によるタンパク質構造解析のイメージ

■クライオとは低温や凍結を意味する言葉であり、低温電子顕微鏡法ともよばれる。

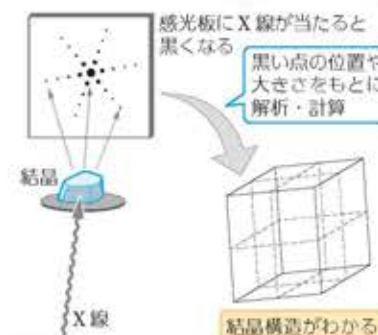
H

X線回折(XRD)法

結晶中では、原子や分子・イオンが規則的に並んでいる。X線回折(X-Ray Diffraction: XRD)法では、結晶にX線を当てたときに得られる像をもとにして、結晶中でのそれらの位置関係や分子の立体的な構造を知ることができる。

1913年に、父子で研究していたブラッグ親子によって、初めてNaClの結晶構造が明らかにされ、1921年には有機化合物であるナフタレンの結晶構造も解明された。

1950年代には、DNAが二重らせん構造であることやタンパク質分子の三次構造がXRD法によって明らかになるなど、XRD法は無機材料から生体分子までの広い範囲で、物質の構造の詳細な情報を与える分析法として、機器分析の一翼を担っている。



▲図11 XRDの考え方の例

結晶スポンジ法

X線回折法による結晶構造解析では、試料が結晶であること、つまり規則的に粒子が配列した固体であることが前提になっている。しかしながら、有機化合物には結晶になりにくいものも多い。

藤田誠らは金属イオンとある種の有機配位子が、三次元的な格子状の結晶をつくることを見出した。この結晶は内部に規則正しい空間があり、マイクロサイズのスポンジのような多孔質になっている。構造を解析したい化合物の溶液に、この「結晶スポンジ」を浸すと、化合物が内部の空間に取りこまれ、一定の配置に並ぶ。これをXRD法で分析することで、結晶になりにくい化合物の構造が解明できるようになった。これによって、それまで不明だった化合物の構造が次々に明らかになり、医薬品や材料の開発に役立つことが期待される。



▲図12 結晶スポンジ法のイメージ

I

2025年のノーベル化学賞の対象となった「金属有機構造体」に関連した分析手法を取りあげています。

学びをもっと! 深める! 広げる!

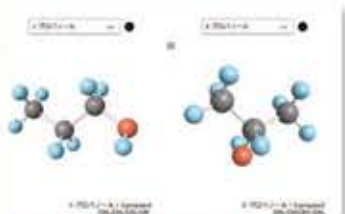
『改訂版 化学』 QRコンテンツ一覧

改訂で
コンテンツ数
が大幅UP!



サンプル
はこちら

アニメーション おすすめ



板書や図(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。また、「分子モデル」は、有機化合物や高分子化合物のモデルを豊富に用意しました。自由に回転可能なモデルによって、異性体などの構造を視覚的に比較することが可能です。

アニメーション

- 金属結晶の結晶格子
- 立方最密構造と面心立方格子
- イオン結晶の結晶格子
- ダイヤモンドの単位格子
- 水の状態変化
- 大気圧の測定
- 蒸気圧曲線
- 混合気体の分圧と物質量・体積の関係(温度一定)
- 状態図の変化(等温・膨脹)
- 状態図の変化(等温・収縮)
- 状態図の変化(定圧・膨脹)
- 状態図の変化(定圧・収縮)
- 状態図の変化(定積・加熱)
- 状態図の変化(定積・冷却)
- 塩化ナトリウムの溶解
- 再結晶
- 溶液の浸透圧
- セッケンの構造とミセルの形成
- 塩析と凝析
- イオン化傾向
- ダニエル電池
- 鉛蓄電池
- 水溶液の電気分解の例
- 反応の進み方と活性化エネルギー・触媒
- 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
- 置換反応

- 付加重合
- 鏡像異性体
- 有機化合物の分類
- 縮合重合
- タンパク質を構成するアミノ酸の代表例
- ヌクレオチドの構造
- DNAの二重らせん構造
- ATPとADP
- DNAの複製のしくみ
- タンパク質合成の過程
- イオン交換水

分子モデル NEW

- 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
- フラレーン(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
- 二酸化硫黄
- 硫酸
- 錯イオン(正四面体)
- 錯イオン(正八面体)
- 錯イオン(正方形)
- 錯イオン(直線)
- メタン
- エタン
- プロパン
- ブタン
- 2-メチルプロパン
- 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
- 1-ブテン
- cis-2-ブテン
- trans-2-ブテン
- アセチレン
- メタノール
- エタノール
- 1-プロパノール
- 2-プロパノール

- 1-ブタノール
- 2-ブタノール
- 2-メチル-1-プロパノール
- 2-メチル-2-プロパノール
- ジメチルエーテル
- ジエチルエーテル
- ホルムアルデヒド
- アセトアルデヒド
- アセトン
- ギ酸
- 酢酸
- シュウ酸
- マレイン酸
- フマル酸
- 無水マレイン酸
- L-乳酸
- D-乳酸
- 酢酸エチル
- ステアリン酸
- オレイン酸
- グリセリン
- ベンゼン
- ナフタレン
- トルエン
- o-キシレン
- m-キシレン
- p-キシレン
- フェノール
- o-クレゾール
- m-クレゾール
- p-クレゾール
- 安息香酸
- フタル酸
- インフタル酸
- テレフタル酸
- 無水フタル酸
- サリチル酸
- サリチル酸メチル
- アセチルサリチル酸
- アニリン
- α-グルコース
- β-グルコース
- β-フルクトース(六員環)
- β-フルクトース(五員環)
- スクロース
- 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
 - 元素の調剤表

実験映像



字幕やナレーション付きの映像によって、化学反応や実験手順の理解が深まります。また、実験編と解説編に分けた「問かけ映像」や、特定の化学反応・現象を気軽に確認できる「Short映像」も新たに用意しました。

- 金属結晶の単位格子の模型をつくる
- 分子からなる物質の電気伝導性
- 水の浮力について調べる
- 気体の体積と圧力の関係(ボイルの法則)
- 気体の体積と温度の関係(シャルルの法則)
- 気体の状態方程式を用いた分子量の測定
- 電解質の電気伝導性
- 非電解質の電気伝導性
- 塩化ナトリウム(岩塩)の溶解
- 分子の極性と溶解
- 再結晶
- 塩化アンモニウムの結晶の析出
- 温度と気体の溶解
- 圧力と気体の溶解
- 蒸気圧低下
- 沸点上昇
- 溶液の浸透圧
- 浸透
- 流動性による分類(キセログル・ゾル・ゲル)
- 塩化鉄(III)コロイド溶液の製法
- チンダル現象
- 透析
- 電気泳動
- 塩析
- 凝析(凝結)
- 保護コロイド
- 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
- 燃料電池をつくる
- さまざまな水溶液の電気分解
- ファラデーの法則
- 銅の電解精錬
- アルミニウムの製造
- 速い反応の例(塩化鉄の沈殿)
- 酸濃度による鉄屑の燃え方の違い
- スチールウールの燃焼
- 温度と反応速度
- 化学反応と触媒
- 温度変化と平衡の移動
- 酢酸の電離定数とpH
- 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
- 銅(II)イオンと硫化水素の反応
- 金属の性質
- 水素の燃焼
- 銅の酸化と酸化銅(II)の還元
- ハロゲンの酸化力の比較
- ヨウ素の昇華
- 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)
- 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
- 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
- アンモニアの水溶性・アンモニアによる噴水
- 銅と希硫酸の反応
- 銅と濃硫酸の反応
- 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
- ナトリウムと水の反応
- リチウムの切断
- ナトリウムの切断
- カリウムの切断
- 灰色反応
- 潮解と風解
- マグネシウム
- カルシウム
- ストロンチウム
- バリウム
- マグネシウムと熱水の反応
- 炭酸水素カルシウム水溶液の加熱
- 1族元素と2族元素の反応の違い
- アルミニウムのリサイクル
- アルミニウム
- スズ
- アルミニウムと水酸化ナトリウム水溶液の反応
- アルミニウムと塩酸の反応
- スズの合金をつくる
- テルミット反応
- 鉛
- 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ニウムイオンと塩酸の反応
- 希硫酸と鉛(II)イオンの反応
- 鉄
- 鉄の燃焼
- 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)イオンとチオシアチン酸イオンの反応
- 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)イオンとチオシアチン酸イオンの反応
- 鉄のイオンの性質の比較
- 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
- 金
- 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
- 銀イオンと塩化水素イオンの反応
- 塩化銀の感光
- 王水の調製
- 金と王水の反応
- 亜鉛
- 亜鉛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
- マンガン

- クロム酸イオンと二クロム酸イオン
- 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
- 有機化合物の抽出
- 成分分析の検出
- メタンの発生と捕集
- メタンの燃焼
- エタンの燃焼
- 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
- アルコールの水への溶解性
- エタノールとナトリウムの反応
- 連続反応
- フェーリング液の還元
- メタノールの酸化
- アセトンの生成
- 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
- ニトロベンゼンの合成
- 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
- デンプンの加水分解
- ニトロセルロースの合成
- 銅アンモニアレーションの合成
- ビスコースレーションの合成
- グリシンのニンヒドリン反応
- 銅白くろム反応
- タンパク質の性質
- 酵素による化学反応
- 酵素反応の速さと温度の関係
- 酵素反応の速さとpHの関係
- ナイロン66の合成
- ポリエチレンの分解
- フェノール樹脂の合成
- 陽イオン交換樹脂
- 陰イオン交換樹脂
- 吸水性高分子
- ポリイソプレンの二重結合の確認
- 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濃度を比較する
- 植物で布を染める
- ミネラルウォーターの硬度を比較する
- 医薬品を識別する
- デンプンから水飴をつくる

問かけ映像 NEW

- [実験編]凝固点低下による分子量の測定
- [解説編]凝固点低下による分子量の測定
- [実験編]濃度・温度と反応速度の関係
- [解説編]濃度・温度と反応速度の関係
- [実験編]固体の表面積と反応速度
- [解説編]固体の表面積と反応速度
- [実験編]濃度・温度による平衡移動
- [解説編]濃度・温度による平衡移動
- [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]共通イオン効果
- [解説編]共通イオン効果

▶次ページに続く

▶「実験映像」の続き

- [実験編]鉄の腐食
- [解説編]鉄の腐食
- [実験編]脂肪族炭化水素の性質
- [解説編]脂肪族炭化水素の性質

Short映像 **NEW**

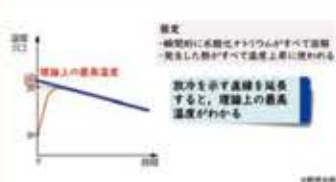
- 塩化銅(II)水溶液の電気分解(Cu電極)
- 硫酸水溶液の電気分解(Pt電極)
- 硫酸銅(II)水溶液の電気分解(Cu電極)
- 硫酸銅(II)水溶液の電気分解(Pt電極)
- 硫酸ナトリウム水溶液の電気分解(Cu電極)
- 硫酸ナトリウム水溶液の電気分解(Pt電極)
- ヨウ化カリウム水溶液の電気分解(Pt電極)
- 塩酸と石灰石の反応
- 塩酸と石灰粉末の反応
- 塩酸と亜鉛板の反応
- 塩酸と亜鉛粒の反応
- 塩化コバルト(II)水溶液の加熱
- 塩化コバルト(II)水溶液の冷却
- 銅の酸化
- 酸化銅(II)の還元

- 塩素と臭素の酸化力の比較
- 塩素とヨウ素の酸化力の比較
- 臭素とヨウ素の酸化力の比較
- 斜方晶質の生成
- 単斜晶質の生成
- ゴム状硫黄の生成
- 硝酸の溶解エンタルピー
- 硝酸の脱水作用(セルロースの炭化)
- 濃硝酸とアンモニアの中和反応
- 生花を液体窒素に浸す
- ボールを液体窒素に浸す
- クリプトン電球を液体窒素に浸す
- 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
- 硫酸銅(II)五水和物の加熱
- 硫酸銅(II)(無水物)に水を加える

- 炭素Cの検出
- 水素Hの検出
- 窒素Nの検出
- アルカンと臭素水の反応
- アルケンと臭素水の反応
- アルキンと臭素水の反応
- グルコースとフェーリング液との反応
- フルクトースとフェーリング液との反応
- マルトースとフェーリング液との反応
- スクロースとフェーリング液との反応
- 加水分解したマルトースとフェーリング液との反応
- 加水分解したスクロースとフェーリング液との反応
- アミノ酸溶液のヨウ素デンプン反応
- アミノペクチン溶液のヨウ素デンプン反応
- グルコース溶液のヨウ素デンプン反応
- 卵白水溶液の加熱
- 卵白水溶液に塩酸を加える
- 卵白水溶液に硫酸銅(II)水溶液を加える
- 卵白水溶液にエタノールを加える

グラフ解説 **NEW**

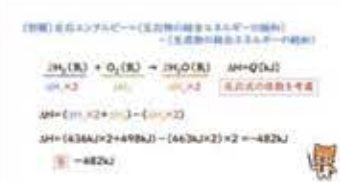
おすすめ



教科書の「グラフのPoint」(本冊子65)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。

- 水素化合物の沸点
- 状態図
- 反応エンタルピーの測定
- 反応速度とグラフ
- 硫酸銅(II)五水和物の質量変化
- 直鎖状のアルカンの融点・沸点

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。

- 水和水をもつ物質の溶解量
- 再結晶
- ヘンリーの法則
- 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類
- 元素分析
- けん化値とヨウ素値
- 有機化合物の分類
- アミノ酸の電離平衡とpH
- 重合度
- ピニロンの合成

化学基礎の復習

1編1章 化学基礎の復習 1/15

陽イオンと陰イオンが静電気で引きあってできる結合を、**イオン結合**という。

付せんをはずす

付せんをつける

できた

できなかった

問題を通じて化学基礎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入ることができます。

要点の確認

1編1章3節 イオン結晶 1/3

イオン結合によってできる結晶を**イオン結晶**という。その結晶格子には塩化ナトリウムNaCl型、塩化セシウムCsCl型、硫化亜鉛Zn型の種類がある。

付せんをはずす

付せんをつける

できた

できなかった

各単元の要点を復習することができる問題です。「無機物質」編では、各章末に確認問題も用意しています。

ドリル(基礎固め) **NEW**

イオンからなる物質① 1/15

次のイオンからなる物質の組成式を答えよ。

塩化ナトリウム

付せんをはずす

付せんをつける

できた

できなかった

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。

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。

- 金属の性質とは?*
- 金をのばす*
- 水になる液体は?*
- 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*
- 貴人たちの夢-ポイル*
- 貴人たちの夢-ケルヴィン*
- 樹液の科学 MORE, MORE, MOST!
- (2)冷の巻
- けんび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*
- 雨水洗水化技術を紹介するNEDOのサイト*
- 海水から淡水をつくる!~浸透圧の法則~*
- 光を放つウミホタルの秘密*
- 電池のしくみは?*
- 電池の金属と水溶液*
- ボルタの電池と電池*
- ボルタの電池の欠点*
- 電池を発明したボルタ*
- 世界初の人工電池~ボルタ電池の実験~*
- 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*
- 電解質の水溶液に電流を流すと?*

- 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?*
- ミネラルギャラリー-金・銀・銅 輝きを求めて~*
- 輝きはいつか消える~銀~*
- 永遠の元素~金~*
- 貴金属*
- 白金触媒*
- 自動車の触媒装置*
- アンモニアってどんな気体?*
- 生命の元素~炭素~*
- ダイヤモンドを燃やすと?*
- 賢者の石~ケイ素~*
- 太陽電池のしくみと製造*
- 一酸化炭素中毒に注意!
- 薬品という名の物質~二酸化炭素~*
- ドライアイスの製造*
- ミネラルギャラリー-水晶体の化石?~*
- ガラスができるまで*
- 美しさに秘めた可能性~ガラス~*
- 気体の捕集法*
- 新世紀の輝石~リチウム~*
- 炭と光の分析~セシウム~*
- 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*
- 電気の話~アルミニウム~*
- 金属の酸化を利用して...*
- 重さあおがね~鉛~*
- ミネラルギャラリー-コランダム 美しく、硬く~*
- 結ばれし金属群~遷移元素~*
- 金属の王~鉄~*

- 鉄はどう取り出す?*
- 鉄の製鉄*
- キプロスのあかがね~銅~*
- ミネラルギャラリー-金・銀・銅 輝きを求めて~*
- 輝きはいつか消える~銀~*
- 永遠の元素~金~*
- 貴金属*
- 白金触媒*
- 自動車の触媒装置*
- アンモニアってどんな気体?*
- 生命の元素~炭素~*
- ダイヤモンドを燃やすと?*
- 賢者の石~ケイ素~*
- 太陽電池のしくみと製造*
- 一酸化炭素中毒に注意!
- 薬品という名の物質~二酸化炭素~*
- ドライアイスの製造*
- ミネラルギャラリー-水晶体の化石?~*
- ガラスができるまで*
- 美しさに秘めた可能性~ガラス~*
- 気体の捕集法*
- 新世紀の輝石~リチウム~*
- 炭と光の分析~セシウム~*
- 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*
- 電気の話~アルミニウム~*
- 金属の酸化を利用して...*
- 重さあおがね~鉛~*
- ミネラルギャラリー-コランダム 美しく、硬く~*
- 結ばれし金属群~遷移元素~*
- 金属の王~鉄~*

*はNHK for School

実験ガイド **NEW**

おすすめ

【測定したデータを記録しよう】

シクロヘキサンの質量: g

電子てんびんの使い方

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。

- 凝固点降下による分子量の測定
- 濃度・温度と反応速度の関係

資料

「化学」の学習内容や、詳しい物性データなどの資料を見ることができます。

- 固体の溶解度
- 気体の溶解度
- モル沸点上昇
- モル凝固点降下
- 反応エンタルピー
- 融解エンタルピーと蒸発エンタルピー
- 結合エネルギー
- イオン化エネルギーと電子親和力
- 酸・塩基の電離定数
- イオン化エネルギー・電子親和力・電気陰性度
- 電子配置
- 乾燥空気組成
- 地殻を構成する元素
- アルカンの性質
- 1価アルコールの性質
- 1価カルボン酸の性質
- エステルの性質
- 和訳 -They created a rechargeable world
- コンテンツ一覧表

●コンテンツ数

アニメーション	43点
分子モデル	89点
元素当てゲーム	1点
元素の周期表	1点
実験映像、Short映像	263点
グラフ解説	6点
例題解説	26点
化学基礎の復習*	40点
要点の確認*	430点
確認問題*	40点
ドリル(基礎固め)*	270点
Webサイト	103点
実験ガイド	2点
資料	19点
合計	1,333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。

化学基礎と化学のつながり

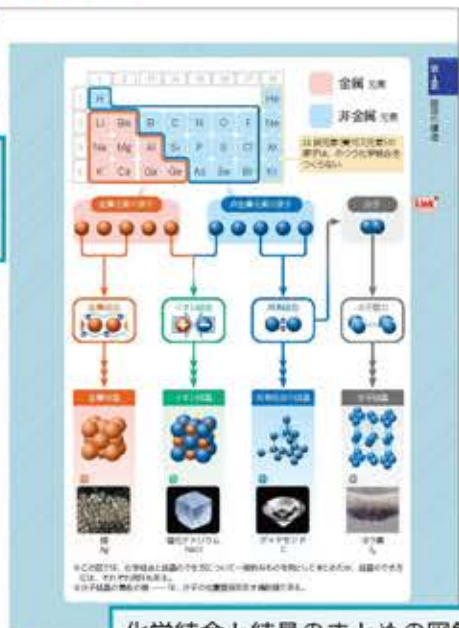
改訂版 化学 (化学/104-901) は改訂版 化学基礎 (化基/104-901) とのつながりを意識し、高校化学の学習をスムーズに行えるように工夫しています。



① 化学結合と結晶に関する復習が充実!



化学結合と結晶の復習を冒頭に見開きで掲載。化学結合の基本を振り返ってから固体の構造の学習を進められるように工夫しています。



◀ 改訂版化学 p.6-7

化学結合と結晶のまとめの図解を1ページで掲載。視覚的に振り返りやすくしています。

② 化学基礎の復習を随所に掲載!

1 電池

電池はどのような化学反応が利用されているだろうか。ここでは、さまざまな電池の構成とそこで起こる反応について理解を深めよう。

A 金属のイオン化傾向と電池のしくみ

●金属のイオン化傾向 単体の金属の原子が水溶液中で電子を放出して陽イオンになる性質を **金属のイオン化傾向** という。また、金属をイオン化傾向が大きい順に並べたものを **金属のイオン化列** という。

●金属のイオン化列

⊖ ← **イオン化傾向** → ⊕

Li K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au

イオン化傾向が大きい金属は、陽イオンになりやすく酸化されやすい。逆に、イオン化傾向が小さい金属は酸化されにくいので、その陽イオンは電子を受け取って単体の金属になりやすく還元されやすい。

●金属のイオン化傾向 Cu と Ag のように、金属によって陽イオンへのなりやすさが異なる。単体の金属の原子が水溶液中で電子を放出して陽イオンになる性質を **金属のイオン化傾向** という。また、金属をイオン化傾向が大きい順に並べたものを **金属のイオン化列** という。

●金属のイオン化列

⊖ ← **イオン化傾向** → ⊕

Li K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au

イオン化傾向が大きい金属ほど陽イオンになりやすい。

◀ 改訂版化学 p.124

化学基礎で学習した内容のうち、化学の学習の前におさえておきたい内容を復習として掲載しています。また、化学基礎と同じ本文や図を用いていますので、生徒さんが過去に学習したことを思いだしやすく、化学の学習をスムーズに行うことができます。

▼ 改訂版化学基礎 p.202

化学基礎の教科書で扱われている内容には「復習」マークを付けて示しています。復習は、他にも、物質の三態(p.29)、溶解度と溶解度曲線(p.66)、再結晶(p.68)、溶液の濃度(p.71)、ダニエル電池(p.126)など多数収録しています。

Suken AIナビ

教科書に対する生徒一人一人の疑問を解決!
AIを活用した「新しい学習サポート」



特長 1 “説明して”



説明して ↓
教科書のページごとの範囲を設定して質問すると、内容を詳しく教えてください。つまりいろいろな質問に対応して回答すると、確認しやすいです。

説明して ↑
教科書のページごとの範囲を設定して質問をアップロードすると、内容を詳しく教えてください。つまりいろいろな質問に対応して回答すると、確認しやすいです。

問題を解いて ↓
化学の教科書について質問すると、教科書をもとに回答してくれます。

特長 2 “添削して”



簡単に「ここ」を指定

ページ全体、または一部の範囲を指定して質問すると、その内容を詳しく教えてくれます。知りたい箇所をそのままAIに伝えられるため、スムーズに質問できます。

写真・ファイルをアップロード

写真やファイルをアップロードすると、その答案を添削してくれます。自分の考えのどこが通うか、すぐに把握できます。

「Suken AI ナビ」は教授資料付属! (追加費用なし)



※令和8年度発行教科書より対応。
商品の写真は最新バージョンのものとは一部異なる場合があります。掲載されている仕様は予告なしに変更することがあります。

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) + Suken AIナビ

・DVD-ROMに収録されているすべてのデータを、チャート×ラボ(▶97)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×ラボにご覧いただけます。

改訂版 化学基礎 教授資料 B5判 + DVD-ROM/25,300円(税込) **NEW**
 改訂版 化学 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	改訂版 化学	改訂版 新編 化学
各単元の解説動画	56本	53本*	50本	72本	72本
類題の解説動画	20本	17本*	12本	29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。

▼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
 $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$
 $CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$
 $H_2SO_4 \rightarrow H^+ + HSO_4^-$
 $HSO_4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{2-}$

連携して使える!

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
 $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$
 $CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$
 $H_2SO_4 \rightarrow H^+ + HSO_4^-$
 $HSO_4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{2-}$

教授資料

教授資料

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 88		
授業用スライドデータ サンプル	Power Point Google スライド	<p>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。</p>
授業用プリントデータ サンプル	Word	<p>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。</p>
映像	MP4	<p>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。</p>
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	「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」の回答フォームなどを 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 ▶本冊子 89		
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。

コンテンツ名	形式	内容
◆実験に役立つ ▶本冊子 89		
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ありますので、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 ▶本冊子 89		
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てお考えをまとめ、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。
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 90		
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 でご用意しています。
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 91		
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。
ルーブリック評価表 NEW サンプル	Excel	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。
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おりません。
 ※一部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のみでのご用意となります。

教授資料

教授資料

授業でそのまま使える

● 授業用スライドデータ

PowerPoint

板書代わりにお使いいただける

Google スライド

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

水素イオン H^+ は、水溶液中では水分子 H_2O と

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

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

解説タイプ

穴埋めタイプ

※ 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。

・授業用スライドデータの内容は、教科書解説動画と連動！▶本冊子 85

・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, 78 - 81)。

● 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

あの教科書に対して、学んだことを振り返りながら説明してみよう。

固体・液体・気体の違いを、「分子間の引力」・「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

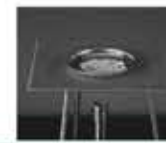
教科書の「実験」で使えるレポート用紙です。出力してそのまま生徒に配布することができます。

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つで実験を行います。

■ 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、薄く均し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、瓶ごとに質量の値を授かる。
- ガスバーナーの強火で3~4分間程度、乾燥した金属製の蓋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。
注：反応後に質量を測定する際は、いかなるステンレス皿に



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から考えをまとめ、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ら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](#)

単元	知識・技能	思考・判断・表現	合計
単元1	3	2	5
単元2	3	2	5
単元3	3	2	5
単元4	3	2	5
単元5	3	2	5
単元6	3	2	5
単元7	3	2	5
単元8	3	2	5
単元9	3	2	5
単元10	3	2	5

Word

● 基本事項の確認テスト NEW

選択式の問題で構成された5分程度で取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

Google フォームやMicrosoft Formsによる生徒の端末への配信や生徒から返送された回答の集約が可能です。

● 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。

次の図は、1気圧において、一定の熱量を加えたときの水の状態変化を示している。

① 融解が途切れている間は、加熱しても温度は変化しない。()

② 沸騰が途切れている間は、加熱しても温度は変化しない。()

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

学習指導計画案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。

Excel



▼▶ 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。

サンプルはこちら▶

● 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](#)

Excel

● 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。

機能向上 スライドビュー

投影用スライドビュー



紙面の問題を大きく投影することに対応したスライドビューです。

また、小問ごとに答・解説を表示することもできます。



※指導者用デジタル教科書(教材)では、このスライドビュー機能はなくなり、p.93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



問題演習に適した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



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。間違えた問題や苦手な問題を効率的に復習することもできます。



新機能 Studyaid^{ON} オンラインの問題検索^{※1}

『オリジナル教材^{※2}』や『宿題管理』において、ESビューア上から Studyaid^{ON} オンラインの問題を直接検索し^{※3}、その場で選択できるようになりました。よりスムーズに問題表示や宿題配信を行うことができます。

※1 学校の先生・教育委員会の方向けの機能です。

※2 『オリジナル教材』は、Studyaid^{ON} で作成したプリントファイル、PDF、画像などの先生オリジナルの教材を開くことができる機能です。

※3 検索できるのは、お持ちの Studyaid^{ON} オンライン 商品の問題のみです。Studyaid^{ON} (DVD-ROM 版) 商品の問題は検索できません。

対象 (▶ pp.94~95) : 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 : 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



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

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



※教材ごとに含まれるコンテンツの種類が異なります。

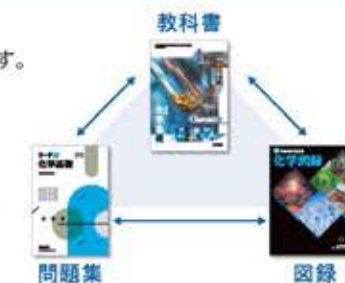
その他の充実の機能

教材連携

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疑問などをすくに表示できます。

学習の記録

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

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・ノートの写真をいつでも確認することができます。

表示制御

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（配信期間）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。

デジタル教科書/デジタル副教材は **ESビューア**にてご利用いただけます。

指導者用デジタル教科書（教材） StudyViewプリント作成システムが付属しています！DVD-ROM版/オンライン版のどちらも利用可能。

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。

StudyViewプリント作成システムには、教科書掲載問題のデータを搭載。

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	40,700 円	約 7GB	販売中
指導者用デジタル教科書（教材）化学	「改訂版 化学」「改訂版 新編 化学」	55350	未定	未定	2027年3月 発売予定

■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	表示制限
化学基礎	○	○※1	○	○	○	○	—※2	—※2
化学	○	○※1	○	○	○	○	—※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) 教員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	各 935 円	未定	販売中
	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 改訂版 化学	4381292D01	未定		2027年3月 発売予定
	学習者用デジタル教科書・教材 改訂版 新編 化学	4381143D01			

■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：直接教研出版へ ■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	表示制限
化学基礎	○	○	○	○	○	○	○*	○*
化学	○	○	○	○	○	○	○*	○*

※ 先生は「ES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
	学習者用デジタル版 三訂版 リードα化学基礎…★1	4327100D01	792 円	330 円	約 0.5GB	
問題集	学習者用デジタル版 三訂版 リードα化学	4327115D01	未定	未定	未定	2027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…★2	4327092D01	935 円	440 円	約 0.5GB	販売中
	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	1,100 円	550 円*1	約 1GB	
	学習者用デジタル版 三訂版 リードLightノート化学基礎	4327139D01	792 円	330 円	約 0.5GB	2027年3月発売予定
	学習者用デジタル版 三訂版 リードLightノート化学	4327158D01	未定	未定	未定	
	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：直接教研出版へ ■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	表示制限
図録	○※2	—	○	○	—	—	○※4	—
問題集(改訂版)	○※2	○	—※3	○	○	—	○※4	○※4
問題集(三訂版)	○※2	○	—※3	○	○	○	○※4	○※4

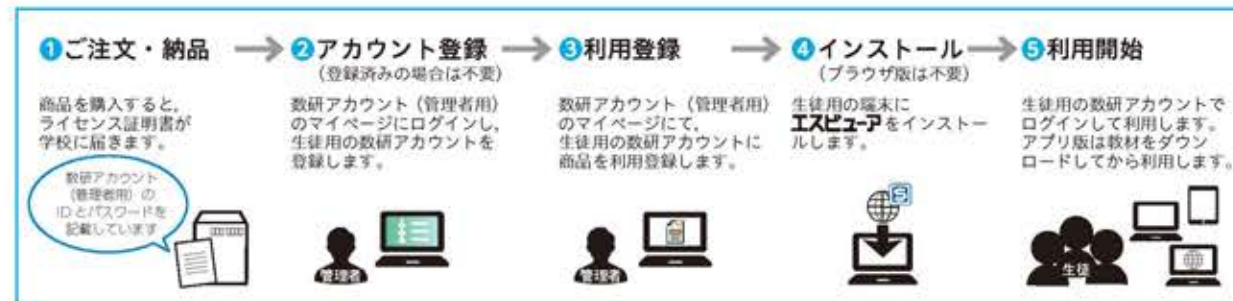
※1「学習者用デジタル版 三訂版 リードα化学基礎・リードα化学（セット）」の「書籍購入あり」の価格が適用されるのは、書籍「三訂版 リードα化学基礎+化学」をご採用の場合のみです。
 ※2 特別支援機能は含まれません。※3 問題集などの解説動画およびドリルコンテンツへのリンクを配信しています。
 ※4 先生は「ESビューア 先生用サイト」より設定する必要があります。
 (注) 学習者用デジタル副教材をご採用の場合でも、紙の書籍ご採用時と同様にご採用校専用データをチャートメテオからダウンロードできます。教研アカウントをご利用ください。
 (注) ☆の商品は、★1と★2の商品をセットにして販売いたします。
 (注) 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、当該校で採用された書籍と、学習者用デジタル副教材の使用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、学習者用デジタル副教材）

※先生が学習者用商品を利用する場合は、下記①～⑤の「生徒用」を「先生用」と読み替えてください。



(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 11
 iPadOS 17/18/26
※Windows11のSモードには非対応です。

ブラウザ版

OS：Windows 11
 OS：Chrome OS 最新版
 OS：iPadOS 17/18/26

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

2026年 Studyaid D.B. は、おかげさまで30周年を迎えます。



『30周年』のその先へ、ひとつの船に乗って。

2026年 Studyaid D.B. は1996年の発行から30周年を迎えました。
 学ぶこと、教えることに寄り添い続けたい一心で歩んできた30年、
 ここまで歴史をつなぐことができたのは、ひとえに皆さまからのご支援のおかげです。
 誠にありがとうございます。



特設サイト公開中!

Studyaid D.B. 30周年記念

各種イベントのご案内など、新しい情報を追加していきます。
 今後の情報公開にぜひご期待ください!

- これまでのあゆみ
- ユーザーインタビュー
- Studyaid D.B. クイズ
- イベント情報
- 開発者インタビュー
- Studyaid D.B. 機能投票
- 30周年記念商品
- 操作解説動画

その他...

スタディエイド30周年



<https://www.chart.co.jp/stdb/30th/>



Studyaid D.B. オンライン ブラウザ版新機能

先生からのご要望にお応えするため、進化を続けています。

01 ルビ機能

簡単操作で
 一気にルビ振り

化学平衡の法則という。
 ↓
 化学平衡の法則という。

02 予測変換機能

数式を予測変換で
 サクッと入力!



Studyaid D.B. 化学シリーズラインアップ

令和9年度発行の化学に対応した商品のラインアップについては、検討中です。

商品名	収録内容	収録数 ^{*1}	Studyaid オンライン		購入方法	Studyaid (DVD-ROM 版)		オンライン 価格 ^{*2}	購入方法
			税込価格【教育機関向け】 1ライセンス版	税込価格【教育機関向け】 構内フリーライセンス版		税込価格【教育機関向け】 標準価格	税込価格【教育機関向け】 アップグレード価格		
No.99673 化学入試2025 データベース	●1992～2020年センター試験問題・2021～2025年共通テスト問題 ●1992～2025年都立化学入試問題集 ●2000～2025年都立化学重要問題集 ●思考力・判断力・表現力を養う 化学重要問題集	約 9,100 問	10,450円	25,300円	教研出版ホームページへ	23,100円	11,000円	○	直接教研出版へ
No.55566 化学統合版2026	【発行課程】 ●教科書「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」 ●ワープロ「化学基礎(三訂版)、化学(改訂版)、化学基礎+化学(三訂版)」 ●三訂版 リードLight 化学基礎 ●リードLight ノート「化学基礎(三訂版)、化学(改訂版)」 ●改訂版 新編 化学基礎 準拠「サポートノート、整理ノート」 ●改訂版 高等学校 化学基礎 準拠オビ折込シート ●Visual Select 化学基礎ノート ●高校化学の基礎 ●フォローアップドリル化学基礎「物質の構成と化学結合、物質と化学反応式、酸・塩基/酸化・還元/電解・電気分解」 ●フォローアップドリル化学「物質の状態、無機化学・反応速度・化学平衡、有機化学、有機化合物、高分子化合物」 ●チェック＆演習「化学基礎(2026年版)、化学(2026年版)」 【収録課程】 ●教科書・問題集	約 11,300 問	13,200円	27,500円		31,900円	14,740円	○	

*1 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。

*2 Studyaid オンラインでも利用いただける商品です。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/online/support/dvd.html>

【Studyaid 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 11 ※日本語版のみに対応。※ Windows 11の5月7日リリース版以降。
ストレージ	システムドライブに2GB以上の空き容量

ブラウザ版

OS	Windows 11/iPadOS 17以降 / macOS 14以降 / ChromeOS 最新バージョン
ブラウザ	Windows : 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て発生する通信料はお客様のご負担となります。
- Studyaid 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。
- Studyaid 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)が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。
 また、少人数でご利用の場合にお求めやすい「追加ライセンス」もあります。1ライセンス版に「追加ライセンス」を組み合わせることで、必要な人数に応じたライセンスを購入できます。

追加ライセンス	税込価格
1ライセンス	3,850円

【Studyaid (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 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のご注文の際は、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 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、商品の他に追加ライセンス(サイトライセンス)が必要です。

追加ライセンス	税込価格
1ライセンス	4,180円
フリーライセンス	16,500円

＼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。



教科書をサポートする充実の副教材



令和9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。

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128頁(2色)/定価792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/336頁(2色)+別冊解答304頁(2色)/定価1,100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781円(税込) ② B5判/120頁(2色)+別冊解答56頁(2色)/定価792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」、「物質量と化学反応式」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物質量・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836円(税込) ② B5判/176頁(1色)+別冊解答144頁(1色)/定価1,012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946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。
実戦重要問題集シリーズ 化学計算問題マスター	A5判/168頁(2色)+別冊解答88頁(2色)/定価未定 ・計算式を立式する「橋渡し」を整理した、計算問題に特化した問題集。
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。

新刊

教科書『改訂版 化学基礎』、『改訂版 化学』完全準拠の『ナビゲーションノート』発行！

◆教科書本文の重要事項を、穴埋め形式のまとめにして掲載した、授業用プリント型ノートです。

改訂版 化学基礎 準拠 ナビゲーションノート

B5判/本冊160頁(1色)/定価未定

改訂版 化学 準拠 ナビゲーションノート

①理論編 B5判/本冊176頁(1色)/定価未定

②物質編 B5判/本冊176頁(1色)/定価未定

※『改訂版 化学基礎 準拠 ナビゲーションノート』は2026年10月発行予定、『改訂版 化学 準拠 ナビゲーションノート』は2027年4月発行予定です。

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資料の心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く変更することがあります。
本カタログの内容は2026年4月現在のものです。
本カタログの有効期限：2027年3月31日
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・交換はお受けできません。

151584